

# 10 PR OJ ET AR

---

ARQUITETURA, CIDADE E PAISAGEM  
PROJETAR EM CONTEXTO DE CRISE

Lisboa | 16 ~ 19 nov | 2021  
CONSTRUIR - Volume 2



## TÍTULO

ARQUITETURA, CIDADE E PAISAGEM:  
PROJETAR EM CONTEXTO DE CRISE  
Novos Desafios para o Ensino, a Pesquisa  
e a Prática da Arquitetura

LIVRO DE ARTIGOS

## EDIÇÃO

Jorge Cruz Pinto  
Hugo Farias  
Ljiljana Cavic  
Luís Miguel Ginja

CIAUD - CENTRO DE INVESTIGAÇÃO EM ARQUITETURA, URBANISMO E DESIGN  
FACULDADE DE ARQUITETURA, UNIVERSIDADE DE LISBOA

## DESIGN GRÁFICO

Rafaela Costa

## IMAGENS

Children's Surgical Hospital in Entebbe, Uganda  
Fotografia Capa - Will Boase  
Fotografia Separadores - Emmanuel Museruka – Malaika Media  
Cortesia do Atelier Arquitecto Renzo Piano

ISBN: 978-989-53462-0-2

Este trabalho é financiado por fundos nacionais através da FCT - Fundação para a Ciência e a Tecnologia, I.P., no âmbito do Projeto Estratégico com as referências UIDB/04008/2020 e UIDP/04008/2020.



10  
PR  
ROJ  
ETAR  
AR

---

ARQUITETURA, CIDADE E PAISAGEM  
PROJETAR EM CONTEXTO DE CRISE

Lisboa | 16 ~ 19 nov | 2021  
CONSTRUIR - Volume 2





**10º PROJETER 2021 | LISBOA****ARQUITETURA, CIDADE E PAISAGEM: PROJETER EM CONTEXTO DE CRISE**

Novos desafios para o Ensino, a Pesquisa e a Prática da Arquitetura

O conjunto de trabalhos aqui apresentados é resultado da 10.ª Edição do Seminário Internacional Projeter, que decorreu em Lisboa, Portugal, entre os dias 16 e 19 de Novembro de 2021. Como consequência da pandemia de Covid-19 a sua realização foi condicionada. Alguns autores e conferencistas conseguiram marcar a sua presença, outros atenderam ao seminário à distância. Mais de trezentos participantes, entre Conferencistas, Professores, Investigadores, Doutorandos e Mestrandos, do Brasil, Portugal, Espanha, França, Itália, Alemanha, Argentina, Bolívia, Equador, Guatemala, ou mesmo Correia do Sul, entre outros países. Esta edição foi organizada pelo Grupo Projeter, vinculado ao Departamento de Arquitectura e ao Programa de Pós-graduação em Arquitectura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), e pelo Centro de Investigação em Arquitectura, Urbanismo e Design da Faculdade de Arquitectura da Universidade de Lisboa (CIAUD – FAUL), com o apoio da Academia de Escolas de Arquitectura e Urbanismo de Língua Portuguesa (AEAULP).

Como reflexo da excepcionalidade dos tempos que vivemos, o tema central do Seminário, foi – **Projeter em Contexto de Crise**. Propôs-se uma reflexão crítica sobre a crise generalizada em que vive o nosso planeta, que não é apenas sanitária, mas também climática, ambiental, social e económica, bem como estes sucessivos estados têm vindo a transformar, e continuarão a transformar, a Arquitectura, a Cidade, o Território e os modos de Habitar. O desafio era o de contribuir para encontrar novas soluções e novos paradigmas para um relacionamento mais equilibrado entre o Ser Humano e o seu Meio, através da Investigação, do Ensino e da Prática da Arquitetura, que se contruíram à volta de três eixos temáticos, para a reflexão e o desenvolvimento dos trabalhos. **Pensar**, uma reflexão crítica na busca de novas soluções, propostas, projetos, modelos, utopias, que possam constituir respostas inovadoras a questões relevantes que se aproximam. **Construir**, uma reflexão sobre tecnologias, processos, sistemas, soluções, materialidades, ferramentas e metodologias que possam contribuir para a construção de uma Arquitetura e Cidade mais sustentáveis, ecológicas, humanizadas e resilientes. **Habitar**, enquanto reflexão sobre a forma como a crise climática, ambiental, social, económica e sanitária contribuiu para uma aceleração, por vezes radical, da transformação nos modos de habitar a Arquitetura, a Cidade, a Paisagem e o Território.

Mais do que um documento de um evento passado, o livro de atas do Seminário é uma possibilidade de pensar a construção do Nosso Futuro. Constitui-se como oportunidade de continuidade a toda a reflexão e debate gerados durante o evento, agora de forma completa e panorâmica, esperando-se que possa contribuir para continuar, alargar e aprofundar a discussão do Projeto de Arquitetura e Urbanismo na contemporaneidade, objetivo central dos seminários Projeter. Agradecemos a todos a participação empenhada e interessada no evento, assim como a quantidade e qualidade dos trabalhos desenvolvidos e apresentados, que agora partilhamos.

*Os Editores*

Lisboa, Junho de 2022



### PROJETAR EM TEMPOS DA CRISE

Foi com imensa honra e regozijo que acolhemos na Faculdade de Arquitectura da Universidade de Lisboa, o 10º Seminário Internacional Projetar, Fundado pelo Grupo Projetar, vinculado ao Centro de Tecnologia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), organizado nesta edição pelo CIAUD – Centro de Investigação em Arquitectura, Urbanismo e Design da FAUL em articulação com o Grupo Projetar.

O meu conhecimento do Seminário Internacional Projetar, remonta à minha participação como keynote speaker, na 7ª edição do seminário de 2015, em Natal, por convite da Professora Maísa Veloso. Não posso deixar mencionar e recordar a honra que tive, a hospitalidade e a forma afectuosa com que fui recebido em Natal, e de recentemente ter a honra de coordenar esta 10ª edição de seminário, também graças ao seu amável convite.

A realização da última edição do evento em Lisboa, só foi possível devido à proposta gentilmente apresentada, no último Seminário em Buenos Aires, pelas prezadas Professoras Maísa Veloso e Gleice Elali, fundadoras do Grupo Projetar.

Quando há quatro anos as Professoras Maísa e Gleice nos propuseram a realização da 10ª edição do seminário em Lisboa, achámos oportuno lançar uma temática emergente, que o tempo entretanto transcorrido nos mostrou ser da maior pertinência.

Embora a pandemia do covid19, nos tenha atrasado a calendarização prevista, e não nos tenha permitido realizar o evento totalmente presencial, como teria sido desejável, foi possível efectivarmos o seminário, pontualmente ao vivo em Lisboa e, na sua generalidade à distância online. Tal situação permitiu a congregação de 186 artigos, com um total de 362 participantes, oriundos de várias escolas de arquitectura do Brasil, de outros países da América do Sul, e da FAL, para além da intervenção dos keynote speakers, e de um conjunto de convidados notáveis, reconhecidos nos meios académicos e profissionais nacionais e internacionais, que estiveram presentes nas mesas redondas temáticas do pré-evento.

O tema: “Arquitectura, Cidade e Território – Projectar em Contextos de Crise – Novos desafios para o Ensino, a Pesquisa e a Prática da Arquitectura”, viria a ser de alguma forma premonitório e oportuno, face à crise sanitária, social e económica, causada pelo covid19, acrescida de uma maior consciencialização da crise climática e ambiental, que caracteriza a era Antropocénica.

O impacto negativo da acção humana exercida sobre o Planeta, é o responsável pelo aquecimento global, pela redução da biodiversidade e consequente desequilíbrio dos eco-sistemas. O aumento das temperaturas a que se associam grande parte das “catástrofes naturais”, que entretanto ocorreram: as secas e a tendência para a desertificação na orla do Mediterrâneo, em África, e nas frentes ocidentais dos continentes Europeu, Americano e Australiano, surgem directa ou indirectamente ligadas aos grandes incêndios nos EUA, na Grécia, na Rússia, no Brasil e em Portugal; o avanço do degelo nos polos e a consequente subida dos mares que começará a afectar os países ribeirinhos; as cheias torrenciais na Europa - Alemanha, Itália, Bélgica,

França... A somar, as catástrofes naturais, não decorrentes das alterações climáticas, mas da mecânica geológica do próprio planeta, registaram ainda: o terramoto na Turquia e a erupção do vulcão em La Palma, nas Canárias, que destruiu milhares de casas e campos de cultivo, deixando desalojada grande parte da população da ilha.

Acresce, neste momento em que estou a reescrever este texto, a hedionda invasão da Ucrânia pela Rússia, com todo o flagelo de destruição de cidades, semeando o horror, a morte e o sofrimento em milhares de cidadãos e milhões de refugiados, resultante da tirania autocrática do ego desmesurado de um ditador. O “urbicídio” - a destruição intencional das cidades e da arquitectura, tem como objectivo apagar as formas simbólicas da cultura e dos poderes, político, económico e religioso de uma nação, obrigando a desenraizar as populações, negar-lhes a cidadania e anular a memória individual e colectiva, para a partir da terra queimada, instituir o grau zero, que permitirá mais facilmente a refundação urbana com as formas simbólicas do invasor. Independentemente do desfecho da guerra ou da sua propagação, terá seguramente consequências nefastas no agravamento da crise climática, na crise energética, na economia global, no agravamento das problemáticas políticas, sociais e humanas, em termos de sofrimento, pobreza, fome, migrações, etc.

Estamos a enfrentar uma grave crise global, e são insuficientes as medidas colectivas para fazer face à crise climática, enquanto os “senhores do mundo” se entretêm em manobras de diversão: jogos de poder, guerras geopolíticas e interesses financeiros obscuros. Porém, em boa verdade, a Terra não necessita de nós. Já existia muito antes de a habitar e poder-nos-á sacudir, como fez aos dinossauros, para depois se auto renaturalizar, regenerar-se, e continuar a sua trajectória cíclica à volta do Sol, por mais umas longas eras, até que este se torne numa supernova e a faça voltar à condição de poeira cósmica.

Será que a crise climática fará parte do plano de “A Vingança de Gaia”?, como enunciou James Lovelock num ensaio de 2007, onde nos recomenda “preservar o Planeta antes que ele nos destrua”. Não será a Terra uma entidade viva? E será esta a vingança da Deusa Gaia contra os humanos seus parasitas? Será a resposta ao Homo Sapiens, o habitante responsável pela destruição do Planeta, pela destruição dos eco-sistemas, da biodiversidade, e pela aniquilação da sua própria espécie? Esta é a situação a que leva o desenvolvimento da inteligência tecnológica, quando posta ao serviço da estupidez humana gananciosa.

Com o aumento das temperaturas de 2 graus centígrados desde 1900, o efeito de estufa veio implementar o degelo nos pólos e potenciar as ameaças de inundações, os ciclones, as erosões e o risco de desaparecimento de áreas costeiras, a proliferação de incêndios e a expansão da desertificação.

No virar do séc. XX e já no séc. XXI surge uma maior consciencialização individual, colectiva e internacional da gravidade do problema das alterações climáticas, que são simultaneamente locais e globais, levando à criação de organizações e eventos mundiais que procuram mitigar a questão: a OMM – Organização Meteorológica Mundial, fundada em 1988; a ONU – Organização das Nações Unidas com o Programa Grupo Intergovernamental de peritos para a evolução do clima, têm promovido sucessivas cimeiras internacionais para encontrarem soluções concertadas entre os vários países. A Cimeira de Quioto em 2007 e a Cimeira de Paris em 2015

apontaram metas na redução das emissões de carbono e de outros gases tóxicos, e a neutralidade carbónica até 2050, com previsão de redução de 1,5 graus, acima dos valores médios da era pré-industrial.

Embora as recomendações saídas das várias cimeiras realizadas e de vários cientistas e autores sejam claras, as grandes potências económicas e políticas, como a China, a Rússia, os EUA e a Índia, que são os principais países responsáveis pelas emissões de gases para a atmosfera, ignoram as advertências, não cumprem e pouco ou nada promovem para a implementação de energias renováveis.

Um interessante sincronismo entre eventos, aconteceu entre o 10º Seminário Projetar (de 29 de Outubro e 19 de Novembro), e a COP 26 - Conferência da Partes que decorria em Glasgow (de 1 a 12 de Novembro). A cimeira sobre as alterações climáticas já se previa na altura ser um falhanço, com a ausência anunciada da China e da Rússia, a retracção da Índia e a presença discreta dos EUA. Não saiu desta conferência nenhum plano realista para cortar as emissões de gases e mitigar o efeito de estufa, cujo objectivo seria reduzir em 1,5 grau o aquecimento do planeta até 2050. Entretanto, a Guerra na Ucrânia arredou para segundo plano a questão das alterações climáticas.

São as novas gerações encabeçadas pela jovem activista Greta Thunberg que contestam as actitudes políticas irresponsáveis, apelando e reclamando medidas concretas de preservação do ambiente, para além do blá blá e da inércia do status quo político.

Para fazer frente à crise climática, a União Europeia criou o Pacto Ecológico Europeu, em 2019, almejando o horizonte de 2050 para eliminar as emissões de gases com efeito de estufa, prevendo que o crescimento económico não dependerá da utilização desses recursos. Neste contexto, foi criada a New European Bauhaus, para incentivar a imaginação arquitectónica sustentável em harmonia com a natureza, enriquecida pela cultura e pelas artes, voltada para a inclusividade futura. Porém, a invasão da Ucrânia, veio pôr em evidência o grau de dependência real que os países da Europa, (sobretudo os da Europa Central), têm relativamente aos combustíveis fósseis, e em vez de aproveitarem o momento para se voltarem definitivamente para as energias verdes continuam a insistir no status quo energético.

Sabemos que no computo geral das emissões de CO<sub>2</sub> e de outros gases com efeito de estufa, o sector da construção é responsável por cerca de 40% das emissões globais anuais, correspondendo 28% a operações de construção e 11% a materiais de construção e construção (carbono incorporado). Só três dos principais materiais de construção - betão, aço e alumínio – são responsáveis por 23% das emissões globais totais. Os restantes 60% das emissões de gases responsáveis pelo efeito de estufa, devem-se a outros sectores da indústria, aos transportes e a outros factores. <https://architecture2030.org/why-the-building-sector/>

Como alternativas à proliferação dos principais materiais de construção – betão, aço e alumínio - na arquitectura moderna e contemporânea, o recurso a materiais ecológicos (os geomateriais pétreos e térreos; e os materiais de biobase vegetal) e a novos materiais sustentáveis apoiados pelas novas tecnologias, além da reciclagem de materiais de demolição e reuso, procurarão mitigar o impacto ambiental. Igualmente, o conceito de “reuso” é estendido à escala da reabilitação e renovação urba-

no-arquitectónica, que comprovam ser económica e ambientalmente mais amigáveis do que a construção ex-novo.

Prevê-se que aproximadamente 2/3 da área global construída que existe hoje, existirá ainda em 2040. Estes edifícios seguirão emitindo CO<sub>2</sub> e não contribuirão para atingir as metas do Acordo de Paris, de 1,5 grau de redução do aquecimento global. Em 2007, Bill Gates alertava, no livro “Como evitar um desastre climático“, que seria necessário reduzir para zero as emissões de carbono e utilizar 100% de energias renováveis para se atingirem as metas.

Para acomodar o crescimento da população mundial prevista para 2060 será necessário o dobro da área actual construída. Igualmente, o aumento populacional até ao final do século XXI, afectará grandemente os recursos hídricos potáveis, que tendem a ser cada vez mais escassos e sujeitos às políticas de privatização e à crescente contaminação, produzida pelos sectores da agricultura, da indústria e do saneamento básico. Prevê-se, que devido ao aumento da população mundial, aos elevados padrões de consumo, à agricultura intensiva e à aceleração do desenvolvimento industrial, até 2050, 1/3 da população mundial terá sérias restrições de consumo de água.

Como é sabido, a água é o elemento e o recurso vital mais precioso. A denominada “Crise da Água” está intimamente ligada à crise do ambiente, da cidade e da arquitectura. Por isso, cabe-nos igualmente refletir e recuperar as soluções arquitectónicas ancestrais de aproveitamento do “ciclo da água”, com o auxílio do conhecimento acumulado e de soluções inovadoras, como demonstram os projectos bioclimáticos exemplares das arquitecturas de Hassan Fathy, e das Seawater Greenhouses de Charlie Paton localizadas em zonas costeiras desérticas.

No âmbito das catástrofes naturais, há umas que ciclicamente nos afectam que são os as cheias, as secas e os terremotos, embora infelizmente a memória seja curta. Lisboa foi atingida por vários terremotos ao longo da sua história. O último, em 1755, destruiu a parte Baixa da cidade, dando origem ao Plano Pombalino e à sua reconstrução urbana e arquitectónica, que integra a inovação de um sistema construtivo antissísmico de madeira, denominado de “gaiola”. Infelizmente, auguro que num próximo terremoto, grande parte da cidade seja destruída pelas negligências políticas, face à despreocupação de soluções estruturais deficientes legitimadas. Além da reflexão sobre estas questões arquitectónico-estruturais, o tema das arquitecturas de emergência, face a catástrofes e refugiados, cabe também no contexto deste seminário.

O conceito do “Desenvolvimento Sustentável”, positivamente cunhado, tornou-se um chavão que serve todos os desígnios políticos e económicos, igualmente extensível aos sectores do ambiente, da construção da arquitectura e do urbanismo. Entre vários exemplos, sabemos que o recurso aos painéis fotovoltaicos, produtores de energia verde, e a digitalização implicam o uso de silício, de lítio, de cobre de metais raros, cujas extracções mineiras, criam danos ambientais irreparáveis noutras partes do planeta (China, Chile, África) e que inevitavelmente nos irão afectar. Além do mais, o impacto ambiental causado com a ocupação de extensos campos com painéis fotovoltaicos que poderiam ser reflorestados, é uma má solução, propondo-se em alternativa a sua devida integração na própria arquitectura e na cidade,



onde a energia é directamente consumida.

Para além da nossa responsabilidade como habitantes do planeta e de consumidores responsáveis pela contaminação e devastação da Natureza, qual deverá ser o nosso papel como Sapiens e cidadãos eticamente conscientes para reduzir a nossa pegada ecológica? E como deveremos actuar desde os nossos campos formativos, científicos, disciplinares e profissionais, nos domínios da Arquitectura, do Urbanismo e do Design, de uma forma verdadeiramente sustentável? Quais são as “Ideias para adiar o fim do Mundo”? como nos propõe um dos nossos keynote speaker, o Professor Ailton Krenak.

Pela parte que nos toca, enquanto formadores, investigadores arquitectos ligados ao sector da construção, temos a nossa quota de maior responsabilidade. Por isso, o tema “Arquitectura, Cidade e Território – Projectar em Contextos de Crise”, levanta novos desafios para o Ensino, a Investigação e a Prática da Arquitectura.

Para além da crise deixada pela pandemia, outras se avizinham com as alterações climáticas, as guerras dos refugiados e a consequente questão dos refugiados, há ainda outras imponderabilidades, como os terremotos e outras crises, são desafios em que a área do projecto deverá contribuir para mitigar e encontrar soluções criativas e inovadoras, que deverão ser equacionadas desde o próprio ensino, formação e investigação académica e postas em prática no exercício da profissão liberal.

A começar pela inclusão de conteúdos bioclimáticos mais adequados nas revisões dos planos de estudos, no sentido prevermos e anteciparmos o porvir. É esse o verdadeiro sentido da própria palavra e acção de “Projectar”, de antever as crises e de arremessar desde o presente, as ideias e as soluções para futuro em que se realizarão.

Por isso, o actual pensamento urbano-arquitectónico deverá ser holístico, onde as formas não se reduzam ao gesto plástico, mas sim que derivem de soluções integradas, em termos programáticos, bioclimáticos e culturais locais e globais, das opções materiais sustentáveis e da reconciliação entre os aspectos tecnológicos, ecológicos, estéticos e espirituais. Promover o “Elogio do Vazio”, nos seus sentidos positivos de despojamento, de requalificação e preservação dos espaços urbanos e paisagísticos naturais, ou de não-construção, constitui também uma forma estética, ética e espiritual, de respeito pelos valores ambientais e culturais.

Pelo exposto, o 10º Seminário Internacional Projectar veio permitir um debate atlântico, nas diversas formas de participação e intercâmbio de ideias, ideais, de experiências, projectos e realizações, de que esta publicação é testemunho.

## **AGRADECIMENTOS**

Para finalizar, em nome da Faculdade de Arquitectura de Lisboa e em meu nome pessoal, resta-me agradecer aos keynote speakers, que gentilmente aceitaram o nosso convite: Arquiteta Dominique Gauzin-Müller, Filósofo e Ambientalista Ailton Krenak, Arquitecto Eduardo Souto Moura, Arquitectos Elisabetta Trezzani e Paolo Filippo Pelanda do Renzo Piano Building Workshop. Agradeço também a todos os participantes e a todos os docentes que contribuíram na revisão dos artigos aqui publicados, e reitero a minha gratidão às Professoras Máisa Veloso e Gleice Elali. Por último, estendo o meu agradecimento ao Professor Hugo Farias, co-coordenador deste seminário, ao Professor Jorge Boueri, à Professora Eduarda Lobato Faria e à

Professora Ljiljana Čavić, que estiveram na comissão de organização, e às equipas da FAUL: Gabinete de Comunicação, Designer Filipa Nogueira, Arq. Alexandra Luis e equipa técnica: Miguel Miranda e Miguel Rafael.

Lisboa, Março de 2022

*O Coordenador do Seminário*  
Jorge Cruz Pinto  
Professor Catedrático da FAUL







APRESENTAÇÃO .....	V
INTRODUÇÃO.....	VII
COMITÉ ORGANIZADOR .....	XXXII
APOIO .....	XXXII
COMITÉ CIENTÍFICO .....	XXXIII

### ARQUITETURA, CIDADE E PAISAGEM | PROJETAR EM CONTEXTO DE CRISE

#### ARTIGOS DA COMISSÃO CIENTÍFICA

COMBATENDO A HABITAÇÃO TRADICIONAL: UMA HISTÓRIA ANTIGA Rubenilson Brazão Teixeira .....	7
É POSSÍVEL ENSINAR A ENSINAR? Edson da Cunha Mahfuz .....	18
POTENCIALIDADES E LIMITES DO ENSINO REMOTO DE PROJETO DE ARQUITETURA: A EXPERIÊNCIA DE UMA OFICINA VIRTUAL EM CONTEXTO DE PANDEMIA Renato Medeiros .....	27
Maísa Veloso.....	27
AMBIÊNCIAS CRIATIVAS NO ENSINO REMOTO DE PROJETO DE ARQUITETURA NA PERCEPÇÃO DE PROFESSORES BRASILEIROS Gleice Azambuja Elali .....	38
PROCESSOS DIGITAIS DE PROJETO: CONTRIBUIÇÕES PARA O DEBATE SOBRE O ENSINO PÓS-PANDEMIA Marcelo Tramontano .....	51
“O PROJECTO PARA O AMBIENTE: A ARQUITECTURA DOS 7 ELEMENTOS” Jorge Cruz Pinto .....	61
INTERAÇÃO DIALÓGICA COMO PRÁTICA NA CONSTRUÇÃO DO PENSAMENTO CRÍTICO PROJETUAL Amélia de Farias Panet Barros .....	70
<b>PENSAR - VOLUME 1</b>	
CONSIDERAÇÕES SOBRE A PAISAGEM URBANA DE SÃO PAULO A PARTIR DE TRÊS PERSPECTIVAS Altimar Cypriano .....	83
Vera Santana Luz .....	83
PESQUISA EM PROJETO: CRUZAMENTOS EPISTEMOLÓGICOS Ana Klaudia de Almeida Viana Perdigão.....	93

TEMPOS PANDÊMICOS: REFLEXÕES SOBRE O ENSINO EM ARQUITETURA A PARTIR DE UMA EXPERIÊNCIA PEDAGÓGICA.	
Ana Rosa Soares Negreiros Feitosa .....	106
Thuany Guedes Medeiros .....	106
Ana Tagliari .....	116
Wilson Florio .....	116
EXPERIÊNCIAS DE ENSINO EM TEMPOS DE PANDEMIA: UM ESTUDO SOBRE AS DISCIPLINAS DE PROJETO URBANO-PAISAGÍSTICO DA UNIVERSIDADE POTIGUAR, EM NATAL/RN.	
Andressa Mello .....	128
Renato Gomes .....	128
Aline D'Amore.....	128
A CONSTRUÇÃO DO PERTENCIMENTO E OS ESPAÇOS PÚBLICOS NA CIDADE: UM ESTUDO PARA JACAREÍ/SP - BRASIL	
Anna Paula Cunha .....	140
Mahayana Nava de Paiva Gaudencio .....	140
Aline Vilarinho Brandão Lira .....	140
SOBRE CAMINHOS E ALGUM SENTIDO: EXPERIÊNCIA EM ATO-AÇÃO	
Antônio Fabiano .....	154
A PARADOXAL CIDADE IDENTITÁRIA FEITA DE MUTANTES: A CONSCIÊNCIA DO HÍBRIDO COMO PROCESSO OPERATIVO DE REABILITAÇÃO.	
Antônio Santos Leite .....	162
A [NÃO] VISITA AO LOCAL DO PROJETO E O PASSAR DO TEMPO	
ORTEGA, Artur Renato Ortega .....	173
Andréa Berriel Mercadante Stinghen .....	173
PERCURSO E SISTEMA DE CIRCULAÇÃO EM MUSEUS VERTICAIS	
Beatriz Leão Maia.....	185
Ana Tagliari .....	185
EBAM: A EPOPEIA BRASILEIRA DA ARQUITETURA MODERNA	
Carlos Augusto Mattei Faggin .....	201
INTERAÇÃO ENTRE PROJETISTAS E CONSULTORES DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NA FASE DE ANTEPROJETO: CARACTERÍSTICAS, POTENCIALIDADES E LIMITES	
Clara Ovídio de Medeiros Rodrigues .....	214
Maísa Veloso.....	214
Aldomar Pedrini.....	214
PENSAR PROBLEMA: MÉTODO E PRÁTICA DE ENSINO DE PROJETO DE ARQUITETURA	
Claudia Puzzuoli dos Santos Costa.....	228

PROJETO TOCA, CENTRO DE COMÉRCIO E CONVIVÊNCIA: VALORIZAÇÃO DA RELAÇÃO PAISAGEM E CONFORTO DO USUÁRIO	
Clodoaldo Dino de Castro.....	240
Paulo Lisboa Nobre .....	240
Lizianne Torres Oliveira .....	240
REPRESENTAÇÃO ARQUITETÔNICA COMO CAMPO DE EXPERIMENTAÇÃO	
Dalton Bertini Ruas .....	251
Arthur Hunold Lara .....	251
Carlos Eduardo de Souza Silva .....	251
DESIGN THINKING NA ELABORAÇÃO DE ARRANJOS ESPACIAIS EM APARTAMENTOS	
Dayse Vital Santos.....	261
Eunadia Silva Cavalcante .....	261
INCLUSIVIDADE NAS ESCOLAS BRASILEIRAS: PODER, LEGISLAÇÃO E ARQUITETURA.	
Denise Gaudiot.....	272
João Pernão .....	272
Laura Martins .....	272
CARTOGRAFIA DA DERIVA: HISTÓRIA, LEGADO E APLICAÇÕES DA TEORIA SITUACIONISTA EM TEMPOS DE CRISE	
Eduardo A. Medeiros .....	282
Juliana C. Trujillo.....	282
ARCHITECTURAL LEARNING THROUGH NATURAL OBJECTS: A PEDAGOGICAL INQUIRY-BASED LEARNING TECHNIQUE INCORPORATED IN UNDERSTANDING BASIC DESIGN AND ARCHITECTURE THROUGH NATURAL OBJECTS.	
Esther Kiruba Jebakumar Clifford .....	293
TECENDO IDEIAS E CONSTRUINDO POSSIBILIDADES: CONCURSO FÁBRICA MASCARENHAS NOS TEMPOS DA COVID-19	
Eunádia Silva Cavalcante .....	301
Mônica Rosário Alves .....	301
Raissa Mafaldo Oliveira.....	301
O CONCEITO DE CIRCULAÇÃO REPRESENTADO GRAFICAMENTE EM FORMA DE JOGO PARA A RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS NO PROCESSO DE PROJETO	
Evandra R. Victorio.....	313
Doris C. C. K. Kowaltowski .....	313
O DESABRIGO EMERGENCIAL TEMPORÁRIO: DO DESAFIO GLOBAL AO CASO DE BOA VISTA	
Fábio Abreu de Queiroz.....	325
Luís Guilherme Rodrigues de Oliveira Hovadick .....	325
O MANIFESTO E O DESENHO REFLEXÕES SOBRE DOIS PROJETOS PARA RIOS URBANOS	
Francisco Spadoni .....	340
Camila Omiya .....	340



PROGRAMAÇÃO URBANÍSTICA POR MEIO DE INDICADORES DE FORMA URBANA EM DIFERENTES CENTRALIDADES: UM ESTUDO DO BAIRRO TORRE DA CIDADE DE JOÃO PESSOA – PB, BRASIL.	
Gabriela Fernandes.....	351
Larissa Silva.....	351
Carlos Nome.....	351
Geovany Silva.....	351
COSTURA SOBRE PROJETO PARA AUTISMOS: PESQUISAS RECENTES E TEORIAS	
Gabriela Vargas Rodrigues.....	363
Carlos Alejandro Nome.....	363
BARROCO COMO PERSPECTIVA À CRISE. UMA ARQUITETURA POR MEIO DA DOBRA DELEUZIANA.	
Gihad Abdalla Khouri.....	372
EDUCAÇÃO PATRIMONIAL E ATIVIDADES LÚDICAS: ENSINOS POSSÍVEIS DO PATRIMÔNIO HISTÓRICO NA SALA DE AULA	
Giovanna Garcêz Freire.....	380
ESPAÇO URBANO E A POPULAÇÃO EM SITUAÇÃO DE RUA: POSSÍVEIS RESPOSTAS EM DIREÇÃO À AUTONOMIA	
Giuliana Oliveira.....	390
Vera Luz.....	390
ÁLVARO SIZA NO BRASIL E PAULO MENDES DA ROCHA EM PORTUGAL: A ABORDAGEM DO LUGAR EM DUAS OBRAS DE ARQUITETOS LUSÓFONOS	
Henrique S. M. Ramos.....	404
NOVO FADO DOS ESTUDANTES: O PODER DE PEDAGOGIAS RADICAIS NA REVOLUÇÃO E NA CONCRETIZAÇÃO DA UTOPIA	
Inês Nascimento.....	416
PARTICIPAÇÃO, SAÚDE E TRADIÇÃO: PROMOVENDO ESPAÇOS SUSTENTÁVEIS	
Ingrid Gomes Braga.....	425
Izabel Cristina M. O. Nascimento.....	425
TECTÓNICA E SUSTENTABILIDADE:UM MESMO OBJECTIVO DE PROJECTO	
João Carrola Gomes.....	435
Pedro Martins Mendes.....	435
Paulo Pereira Almeida.....	435
ANÁLISE FORMAL DE PROJETOS: UM ESTUDO DE CASO NA OBRA DE ÁLVARO SIZA	
Joatan Jonas dos Santos Silva.....	445
Bruna Pacini Vieira.....	445
ARQUITETURA E PROCESSO DE PROJETO DE UMA PERSPECTIVA AMPLA	
José Aureliano de Souza Filho.....	457

PENSAR A ARQUITETURA E A CIDADE A PARTIR DA ESCOLA: SOBRE LUGARES, IMAGINÁRIOS E INCLUSÃO DE EXPERIÊNCIAS	
Josicler Orbem Alberton .....	467
Nébora Lazzarotto Modler .....	467
Thaís Weber Port .....	467
A PROMENADE ARCHITECTURALE NA ARQUITETURA DE LE CORBUSIER EM DOIS PROJETOS DE ESCOLA. CARPENTER CENTER E ESCOLA DE CHANDIGARH	
Julia Abreu Hendler .....	478
Ana Tagliari .....	478
PATRIMÔNIO ARQUITETÔNICO E MEMÓRIAS DOLOROSAS: CASA DE ANNE FRANK	
Kátia Fernanda Marchetto.....	489
APLICABILIDADE DO BIM NA COORDENAÇÃO DE PROJETOS E O “NOVO” PAPEL DO PROFISSIONAL DA ARQUITETURA	
Leo Azevedo .....	498
Daniel Oliveira .....	498
Josyanne Giesta .....	498
PARA ALÉM DO EDIFÍCIO: A INTEGRAÇÃO DA AGRICULTURA VERTICAL NAS FACHADAS COMO ESTRATÉGIA REGENERATIVA	
Lídia Pereira Silva.....	507
Paulo Manuel dos Santos Pereira de Almeida .....	507
Pedro Gomes Januário .....	507
CARTOGRAFIAS DO COMUM: AS COMUNIDADES FUNDO DE PASTO BRUTEIRO E TRAÍRA	
Lis Pamplona.....	517
CONCURSOS DE PROJETOS DE HABITAÇÃO SOCIAL: PARA QUEM?	
Luciana Guimarães Teixeira Santos.....	527
UM OUTRO ENTENDIMENTO DA PRÁXIS URBANA CONTEMPORÂNEA A PARTIR DE IGNASI SOLÀ-MORALES E DE FRANCESCO CARERI	
Luiza de Farias Melo.....	539
CIDADES CADA VEZ MAIS INTELIGENTES E PERCEPÇÕES AMBIENTAIS CADA VEZ MAIS...	
Maria Luisa Consalter Diniz .....	549
Ana Luiza Favarão Leão.....	549
Milena Kanashiro .....	549
Rovenir Bertola Duarte.....	549
SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA (SBN); UMA ESTRATÉGIA PARA (RE) PENSAR OS RIOS URBANOS NO CONTEXTO PÓS-PANDEMIA	
Mariana C. Sala Oliveira Reis.....	561

ESPAIALIZAÇÃO DOS DESERTOS ALIMENTARES NA METRÓPOLE DE CURITIBA - PR, BRASIL	
Marina Sutile de Lima .....	573
URBANIZAÇÃO PLANETÁRIA NO CAMPO: PRESSÁGIO DE CRISE URBANA?	
Marina Sutile de Lima .....	586
INTERLOCUÇÃO ENTRE A CIDADE MUTÁVEL E A CIDADE PARTIDA: OCUPAÇÃO TERRITORIAL E CONFIGURAÇÃO DAS CIDADES PORTUGUESAS E A REQUALIFICAÇÃO DE ASSENTAMENTOS IRREGULARES NO BRASIL	
Mário Márcio Santos Queiroz .....	597
Maria de Lourdes Pinto Machado Costa .....	597
GAMIFICATION IN URBAN DESIGN FOR UPGRADING THE INFORMAL SETTLEMENTS (OPEN PUBLIC SPACE) IN AFRICAN NEIGHBORHOODS	
Mina Ghorbanbakhsh .....	608
Alexandra Paio .....	608
SERIADO TELEVISIVO COMO BASE PARA O PROJETO: UMA EXPERIÊNCIA DE ESTÍMULO À CRIATIVIDADE NO ENSINO REMOTO	
Nathalia Bocayuva Carvalho.....	619
Cintia Alves da Silva .....	619
Gleice Azambuja Elali.....	619
O CASO SAAL- DIÁLOGO SOCIAL COM O TERRITÓRIO	
Paula Cristina Barros.....	634
Ana Patrícia Duarte .....	634
Margarida Perestrelo .....	634
O QUE É PROJECTAR? EM ARQUITECTURA, URBANISMO E DESIGN. ANÁLISE FENOMENOLÓGICA TENDO POR FIM A APROPRIADA INSERÇÃO DOS CONTRIBUTOS DA TEORIA NO PROJECTO	
Pedro Abreu.....	646
UMA EXPERIÊNCIA EM AMBIENTE REMOTO: TESTE COM A FERRAMENTA DIGITAL DE PROJETO TRÊS.	
Renato Fonseca Livramento da Silva.....	687
Angelina Dias Leão Costa .....	687
Guillaume Thomann.....	687
PLANEJAMENTO, PROJETAÇÃO, CONTEXTO E OUTROS PERCURSOS E MÉTODOS	
Samira Alves dos Santos.....	700
Pedro da Luz Moreira .....	700
Emmanuel Paiva de Andrade.....	700
A INSERÇÃO DE TECNOLOGIAS COMPUTACIONAIS NO ENSINO DE PROJETO DE ARQUITETURA E URBANISMO NAS DISCIPLINAS DE ATELIÊ: UMA BREVE REVISÃO TEÓRICA NO CONTEXTO BRASILEIRO	
Ulysses Santos Silva .....	710
Giovanna Teixeira Damis Vital .....	710

MIES E OS EDIFÍCIOS PARA FINS UNIVERSAIS	
Valério Marcos Nogueira Pietraroia .....	721
Francisco Spadoni .....	721
CIDADES ATIVAS, CIDADES RESILIENTES. A MOBILIDADE ATIVA NA PERSPECTIVA DA CRISE DO COVID-19 NAS CIDADES DE BOGOTÁ, BUENOS AIRES E SÃO PAULO	
Wanessa Spiess .....	732
Eunice Helena Sguizzardil Abascal.....	732
MEIO DE INDICADORES DE FORMA URBANA EM DIFERENTES CENTRALIDADES: UM ESTUDO DO BAIRRO DE TAMBAÚ EM JOÃO PESSOA - PB	
Yan Azevedo .....	743
Lincoln Almeida .....	743
Carlos Nome .....	743
Geovany Silva .....	743
O DESIGN THINKING COMO ESTRATÉGIA ATIVA DE ENSINO E APRENDIZAGEM EM ARQUITETURA E URBANISMO: ESTUDO DE CASO	
Isis Meireles Rodrigues Sampaio .....	754
Igo Lima Fonseca Yossi.....	754
Aracelly Moreira Magalhães .....	754
DESIGN BIOFÍLICO APLICADO À ARQUITETURA E AO URBANISMO: PARÂMETRO DA PESQUISA BIBLIOMÉTRICA NA BASE SCOPUS DE 1960 A 2021	
Josiane Alves Rocha.....	764
Sergio Rafael Cortes de Oliveira .....	764
Aline Couto da Costa .....	764
POR UMA ARQUITETURA NÃO FIGURATIVA: PETER EISENMAN E A CRISE DA REPRESENTAÇÃO	
Carolina Carvalho.....	780
ARCHITECTURE IN THE ANTHROPOCENE – BEYOND SUSTAINABILITY TOWARDS REGENERATIVE AND POSITIVE IMPACT ARCHITECTURE	
Paulo Pereira Almeida .....	789
MAPA-TERRITÓRIO: A BUSCA DA REPRESENTAÇÃO ABSOLUTA	
Alexandre Palma.....	798
Tales Lobosco .....	798
ESTUDO DA MOBILIDADE E QUALIDADE DO ESPAÇO PÚBLICO INCORPORADO AO PROCESSO PROJETUAL: AS DEMANDAS DOS MORADORES DE ARRAIAL DO CABO – RJ	
Sulamita dos Santos Silva.....	808
Siva Alves Bianchi .....	808

## CONSTRUIR - VOLUME 2

### RETOMANDO PARADIGMAS MODERNOS: INVESTIGAR E ENSINAR ARQUITETURA NA CONTEMPORANEIDADE

Alcilia Afonso ..... 831

### BAMBU COMO SOLUÇÃO ECOLÓGICA E SUSTENTÁVEL PARA RORAIMA-RR, BRASIL

Angélica Pereira Triani ..... 843

Graciete Guerra da Costa ..... 843

Ohana Pereira da Silva ..... 843

### O ENSINO DE PRÁTICAS PROJETUAIS EM ESTRUTURAS DE BAMBU

Angélica Triani ..... 854

Frederico Rosalino ..... 854

Ygor Silva ..... 854

### CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL E PROCESSO DE PROJETO: REFLEXÕES SOBRE APLICAÇÃO EM ESTABELECIMENTOS ASSISTENCIAIS DE SAÚDE

Bruna Vieira ..... 864

Luciana de Medeiros ..... 864

### PROJETO VERSUS FABRICAÇÃO: CONSIDERAÇÕES ACERCA DA PRODUÇÃO FRAGMENTADA NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Carolina Rosa ..... 874

### SISTEMAS CONSTRUTIVOS DE PEÇAS LEVES: ARQUITETURA EM TEMPOS DE CRISE

Carolina Freitas Scherer ..... 884

### A TRANSFORMAÇÃO DO ESPAÇO URBANO APÓS REQUALIFICAÇÃO: UMA ANÁLISE DE SATISFAÇÃO NA “RUA DA ESPERANÇA” EM FORTALEZA (CEARÁ) - BRASIL.

Clarissa Freitas de Andrade ..... 895

Larissa Ramos Lima ..... 895

### TEMAS ANALÍTICOS DE INVESTIGAÇÃO DA ARQUITETURA DO COTIDIANO EM EDIFÍCIOS MISTOS

Haziel Pereira Lôbo ..... 907

Heitor de Andrade Silva ..... 907

### A VIVÊNCIA ESPACIAL NA MORADIA TRADICIONAL: UM PROCESSO DE PROJETO

Izabel Cristina M. O. Nascimento ..... 918

Ana Kláudia A. V. Perdigão ..... 918

### CONCEPÇÃO DO PROJETO URBANO COM USO DOS SISTEMAS BIM E GIS: ESTUDO DE INTEROPERABILIDADE NO AUTODESK INFRAWORKS

Jaqueline dos Santos Rocha ..... 929

Bruno Massara Rocha ..... 929

### PARA ALÉM DA SUSTENTABILIDADE – A MADEIRA MACIÇA ENQUANTO ELEMENTO DE ARQUITECTURA REGENERATIVA

João Gago ..... 941

Paulo Pereira Almeida ..... 941

NEUROSCIÊNCIA ASSOCIADA À ARQUITETURA E DESIGN BIOFÍLICO PARA A HUMANIZAÇÃO DE ALAS PSQUIÁTRICAS NO AMBIENTE HOSPITALAR Kamila Tansin.....	953
AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE FACILITY: CONTRIBUIÇÕES DO PROCESSO AVALIATIVO SISTÊMICO E CONTÍNUO APLICADO À EDIFÍCIOS Marcus Vinicius Rosário da Silva ..... Sheila Walbe Ornstein.....	965 965
AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO ESPAÇO URBANO DO PEDESTRE NAS CIDADES AMAZÔNICAS: A APLICAÇÃO DE INDICADORES DE CAMINHABILIDADE NO CENTRO DA CIDADE DE MACAPÁ, BRASIL. Marcelle V. Silva ..... Paulo P. Almeida.....	978 978
ARQUITETURA ESCOLAR E APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA: UMA EXPERIÊNCIA DE PROJETO PARA UMA EDIFICAÇÃO NA CIDADE DE NATAL Petterson M. Dantas ..... Henrique S. M. Ramos .....	990 990
REQUALIFICAÇÃO DA ANTIGA USINA PILOTO “FERNANDO COSTA” NA ESALQ/USP, PIRACICABA: UM EXEMPLO DE ARQUITETURA SUSTENTÁVEL PARA A AGRICULTURA ORGÂNICA Rafaella Dibbern..... Marcelo Cachioni..... J. Jorge Boueri.....	1002 1002 1002
NOVOS PARADIGMAS NO ENSINO DA ARQUITETURA: OS DISPOSITIVOS E A COLAGEM APLICADOS NO PROCESSO DE PROJETO Raony Rodrigues Bernardo..... Jesiely Ferreira Melo.....	1014 1014
IMPACTS OF CONSTRUCTION QUALITY DEFECTS IN JORDAN ON HUMAN THERMAL COMFORT Sanad Nahar ..... Paulo Pereira Almeida..... Pedro Martins Mendes.....	1025 1025 1025
THE MATERIAL DIMENSION IN PARAMETRIC DESIGN PROCESSES: AN ANALYSIS IN THREE BUILDING SCALES Verner Monteiro ..... Maísa Veloso..... Pedro Gomes Januário .....	1037 1037 1037
O SILO COMO OPORTUNIDADE: A EXPERIÊNCIA DA ARGENTINA NA VALORIZAÇÃO DA ARQUITETURA INDUSTRIAL Ana Gabriela Wanderley Soriano ..... Naia Alban Suares ..... Juliana Cardoso Nery.....	1049 1049 1049
ARQUITETURA VERTICALIZADA EM MADEIRA: PROPOSTA PARA UM POLO AMBIENTAL EM RECIFE-PE Lucas Melo ..... Edna Pinto.....	1059 1059
EQUILÍBRIO, CAMINHO DAS FORÇAS E CONSTRUÇÃO DA FORMA: UMA EXPERIÊNCIA PEDAGÓGICA NO ENSINO REMOTO DE ESTRUTURAS. Monica Aguiar ..... Marcos Favero ..... Luciano Alvares.....	1071 1071 1071



### HABITAR - VOLUME 3

DEPOIS DA 'CIDADE VAZIA' PROSPECTIVAS SOBRE O 'NOVO NORMAL' DA FUTURA CIDADE DE LISBOA António Santos Leite .....	1084
VARANDAS URBANAS: UMA ANALOGIA ENTRE O MIRADOURO DA ERMIDA DO ALTO DE SANTO AMARO, EM LISBOA, E O MIRANTE DA IGREJA DA IRMANDADE IMPERIAL DE NOSSA SENHORA DA GLÓRIA DO OUTEIRO, NO RIO DE JANEIRO, POR MEIO DO GOOGLE MAPS Mario Saleiro Filho .....	1094
Noemia Figueiredo .....	1094
A CONSERVAÇÃO DO CASARIO DO SÍTIO HISTÓRICO DE OLINDA E OS DESAFIOS DO SÉCULO XXI Juliana Cunha Barreto .....	1104
Virgínia Pitta Pontual .....	1104
José Aguiar .....	1104
ESPAÇO PÚBLICO: DOAÇÃO DE ÁREA PARA AMPLIAÇÃO DE CALÇADAS EM SÃO PAULO Luciana Monzillo de Oliveira.....	1115
Maria Pronin .....	1115
LIVING LABS FOR SOCIAL HOUSING UPGRADING Doris Catharine Cornelia Knatz Kowaltowski.....	1126
Marcelle Engler Bridi .....	1126
Carolina Asensio Oliva .....	1126
REGULAÇÃO AMBIENTAL NO ESPAÇO URBANO: O CASO DE BELO HORIZONTE Mariana Ventura.....	1139
O DIREITO À NOITE: UM NOVO OLHAR PARA A ILUMINAÇÃO ARTIFICIAL DA CIDADE, COM FOCO NA QUALIDADE DE VIDA DO SER HUMANO Mariana Nogueira .....	1151
João Nuno Pernão.....	1151
DOMESTICITY AND ARTIFICIAL INTELLIGENCE: TOWARD NEW DESIGN APPROACHES Alex Nogueira .....	1163
Luís Romão.....	1163
ENTRE BLOCOS – ASSISTÊNCIA TÉCNICA PARA HABITAÇÃO NA PRODUÇÃO DE CIDADES Jesiely Ferreira Melo.....	1173
André Araújo Almeida .....	1173
A IMPORTÂNCIA DE UM SISTEMA DE ÁREAS VERDES PARA A QUALIDADE DA PAISAGEM URBANA Vivian Dall'Igna Ecker .....	1186
PARA A ARQUITETURA: A SALUBRIDADE E AS HABITAÇÕES LONDRINAS DO SÉCULO XIX. Raquel Vianna Duarte Cardoso.....	1196
Eduarda Lobato Faria .....	1196
Jorge Boueri.....	1196
RECAPACITAR PARA HABITAR A RECAPITAÇÃO DE EDIFÍCIOS OCIOSOS NO CENTRO DE SÃO PAULO PARA HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL Nancy Laranjeira Tavares de Camargo .....	1206

ARQUITETURA DO MEDO: OS REFLEXOS SOCIOESPACIAIS DA VIOLÊNCIA URBANA EM FRAÇÕES DOS BAIROS DE PONTA NEGRA E CAPIM MACIO – NATAL, RIO GRANDE DO NORTE, BRASIL.	
Luiza Leite Fernandes Dantas .....	1222
Miss Lene Pereira da Silva .....	1222
PARTICULARIDADES DO TIPO PALAFITA AMAZÔNICO NA ARQUITETURA VERNACULAR DA REGIÃO NORTE DO BRASIL	
Tainá Marçal dos Santos Menezes .....	1234
Ana Klaudia de Almeida Viana Perdigão.....	1234
PERCEPÇÕES SOBRE IDENTIDADE DE LUGAR E AMBIÊNCIA CRIATIVA EM CURSOS DE ARQUITETURA E URBANISMO DO NORDESTE BRASILEIRO	
Natalya Cristina de Lima Souza.....	1247
Cíntia Alves da Silva.....	1247
O ENSINO DE PROJETO ARQUITETÔNICO POR MEIO DA COLLAGE: RECORTES E ENCONTROS	
Anelis Rolão Flôres .....	1261
Adriano da Silva Falcão .....	1261
Clarissa de Oliveira Pereira .....	1261
INDICADORES DE URBANIDADE EM FRENTES DE ÁGUA: UMA PROPOSTA OPERATIVA PARA APLICAÇÃO NA ILHA DE SANTA LUZIA NO MUNICÍPIO DE MOSSORÓ/RN	
Karisa Lorena Carmo Barbosa Pinheiro.....	1271
Verônica Maria Fernandes de Lima.....	1271
LUGARES DE ENCONTRO NA PERIFERIA:O CONJUNTO HABITACIONAL “ENCOSTA NORTE” EM SÃO PAULO	
Jessica Helena Braga Nemeti .....	1287
Andréa de Oliveira Tourinho .....	1287
Fernando G. Vázquez Ramos .....	1287
O PROBLEMA E A CONCEPÇÃO DE PROJETO: UM PERCURSO METODOLÓGICO EM HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL	
Alessio Perticarati Dionisi .....	1298
Heitor de Andrade Silva.....	1298
REQUALIFICAÇÃO DA ANTIGA USINA MONTE ALEGRE EM PIRACICABA/SP: SUSTENTABILIDADE ALIADA AOS NOVOS USOS DE PATRIMÔNIOS INDUSTRIAIS	
Chirley da Silva Araujo .....	1309
Marcelo Cachioni.....	1309
José Jorge Boueri Filho .....	1309
UM NOVO OLHAR PARA OS MEIOS DE HOSPEDAGEM EM ÉPOCAS DE PANDEMIA: UM ESTUDO DE CASO NA CIDADE DE LAGUNA/SC	
Raiane Burato Cardoso .....	1319
Leandro Silva Leite.....	1319
HABITAÇÃO SOCIAL EM PARIS – UM ENSAIO SOBRE OS PROJETOS PROPOSTOS PELO CONCURSO REINVENTER PARIS	
Luciana Guimarães Teixeira Santos.....	1332

CO-DESIGN IN PUBLIC SPACES FOR CHILDREN: THE DESIGN PROCESS OF A POCKET PARK	
Luísa Fernanda Nercolino Deon .....	1343
Priscila Castioni Isele .....	1343
Andréa Quadrado Mussi .....	1343
ESPAÇO PÚBLICO EM LOTEAMENTO COM CERTIFICAÇÃO AQUA: JARDIM DAS PERDIZES, SÃO PAULO	
Luciana Monzillo de Oliveira.....	1354
Denise Antonucci .....	1354
Willian Gonçalves Santiago.....	1354
IMPACTOS DA PANDEMIA DA COVID-19 NA SAÚDE E HABITAÇÃO: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA DA LITERATURA	
Michele Baruffaldi .....	1367
Mauro Cesar de Oliveira Santos .....	1367
Ivani Bursztyn .....	1367
REFLEXÕES ACERCA DA LOCALIZAÇÃO DOS CONJUNTOS HABITACIONAIS DE HABITAÇÃO SOCIAL: RECIFE DE 1964 A 2018	
Tânia Amorim.....	1377
Filipa Serpa .....	1377
DUAS CASAS DE JOÃO WALTER TOSCANO	
Cristina Ecker .....	1388
Rafael Perrone .....	1388
Aline Regino .....	1388
O DESEMPAREAMENTO DAS ESCOLAS E A PANDEMIA: OS CASOS DE ESCOLAS DA REDE PÚBLICA DO BRASIL QUE ADOTARAM AULAS AO AR LIVRE	
Juliana Christiny Mello da Silva .....	1399
Giselle Arteiro Nielsen Azevedo.....	1399
Sylvia Meimaridou Rola.....	1399
PRESENTIFICAÇÃO NO CENÁRIO PANDÊMICO-TECNOLÓGICO: CONSIDERAÇÕES SOBRE CIDADES E CORPOS NA PANDEMIA DO COVID-19.....	
Luiza de Farias Melo.....	1414
Ethel Pinheiro .....	1414
ENTRE MEMÓRIAS E BAIRROS: A PERCEÇÃO DO IDOSO NA CIDADE COM BASE NOS AFETOS	
Mateus Romualdo Teles .....	1424
Adriana Araújo Portella .....	1424
PENSAR E REINVENTAR O HABITAR PELA NARRATIVA GRÁFICA: EXERCÍCIO SÍNTESE DE 'DESENHO DE OBSERVAÇÃO 1' / UFRJ EM FORMATO ONLINE	
Ethel Pinheiro .....	1435
Rodrigo Kamimura .....	1435
Tiago Tardin .....	1435
AS GALERIAS COMERCIAIS DE CURITIBA E A PANDEMIA DA COVID-19	
Mariana Steiner Gusmão .....	1447
Juliana Harumi Suzuki.....	1447

REFLEXOES SOBRE O CONJUNTO RESIDENCIAL SALVADOR, A PARTIR DAS HABITAÇÕES MÍNIMAS PRODUZIDAS PELO IAPI Joaquim Nunes Junior .....	1464
OS LIMITES DA GESTÃO LOCAL NA ESTRUTURAÇÃO DO TERRITÓRIO DA CIDADE: REFLEXÕES SOBRE VALORIZAÇÃO IMOBILIÁRIA Anna Paula Cunha .....	1477
TEMPOS PANDÊMICOS: REFLEXÕES SOBRE O ENSINO EM ARQUITETURA A PARTIR DE UMA EXPERÊNCIA PEDAGÓGICA. Ana Rosa Soares Negreiros Feitosa..... Thuany Guedes Medeiros .....	1488 1488
EPIDEMIAS E ARQUITETURA: TORRE SÃO PAULO, UM PROJETO HABITACIONAL NÃO CONSTRUÍDO DE 1990 COMO PROPOSTA PARA A PERSONALIZAÇÃO DE NOVAS MORADIAS PÓS PANDEMIA DE COVID-19 Arthur Justiniano de Macedo..... Mahayana Nava de Paiva Gaudencio..... Hugo Lopes Farias .....	1498 1498 1498
A CENA URBANA DO PORTO DO CAPIM: REFLEXÕES SOBRE SUA DIMENSÃO ESPECULATIVA Lizia Agra Villarim..... Mauro Normando Macêdo Barros Filho.....	1511 1511
AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FUNCIONAL DE PROJETO DE HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL: ESTUDO DE CASO DO RESIDENCIAL JOSEMIR MENDES, BAYEUX, PARAÍBA Raissa Silva Rodrigues..... Heitor de Andrade Silva.....	1523 1523
DENSIDADE E FORMA URBANA EM HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL: PARÂMETROS DE QUALIDADE ESPACIAL NO CONTEXTO URBANO DE JOÃO PESSOA, PB, BRASIL Marco Antonio Suassuna Lima..... Mauro Normando Macêdo Barros Filho.....	1537 1537
O MÍNIMO ÚTIL E O MÍNIMO CONSTRUTIVO: FATORES DA POÉTICA DA ECONOMIA COMO ESTRATÉGIA DE DESENHO PARA A MORADIA POPULAR Ricardo Ferreira Araújo .....	1550
ESPAÇOS LIVRES COMO CATALISADORES DA QUALIFICAÇÃO DA RELAÇÃO PORTO E CIDADE EM SANTOS-SP. Diego Costa Rozo Guimarães .....	1560 1560
O QUE HÁ NUM SHOPPING CENTER? CONFIGURAÇÃO ESPACIAL E RELAÇÕES INTERIOR EXTERIOR EM TRÊS SHOPPING CENTERS EM NATAL/RN Ítalo Maia .....	1576
A RELAÇÃO ENTRE OS PROGRAMAS DA CDHU E A OCUPAÇÃO FAVELA TIJUCO PRETO NA ZONA LESTE, EM SÃO PAULO Gabriely Christiny Lima Andrade .....	1588

A CRISE DO QUARTO DE EMPREGADA	
Fernando Morais .....	1600
Edja Trigueiro.....	1600
MODELAGEM PARAMÉTRICA E GRAMÁTICA DA FORMA NO PROJETO DE INTERESSE SOCIAL: EXPERIMENTAÇÕES A PARTIR DA LÓGICA GENERATIVA	
Vítor Domicio Meneses.....	1611
Laysa Cibelle Alves Monteiro .....	1611
Karoline Lima do Nascimento .....	1611
NOVAS FORMAS DE MORAR EM NATAL/RN: PROPOSTA DE UM EDIFÍCIO DE USO MISTO, À LUZ DAS QUESTÕES URBANAS CONTEMPORÂNEAS	
Glauce Lilian Alves de Albuquerque .....	1621
Marcela Lemos Gomes Aguiar Serrano .....	1621
QUALIDADE HABITACIONAL EM HABITAÇÕES MÍNIMAS	
Yanka Oliveira .....	1632
Renato de Medeiros.....	1632
HABITAR EM SUPERQUADRAS: NOVOS PARADIGMAS PARA O ENSINO DE PROJETO EM TEMPOS DE CRISE	
Andrea Soler Machado.....	1643
Mariana Silveira Gonçalves .....	1643
Gabriela Rodrigues das Virgens.....	1643
A LITTLE OF OUTSIDE WHILE BEING INSIDE: REDISCOVERING THE BALCONIES IN PANDEMIC STRUCK CITIES.	
Barsha Amarendra.....	1655









## COMITÉ ORGANIZADOR

Faculdade de Arquitetura da Universidade de Lisboa  
Centro de Investigação em Arquitetura, Urbanismo  
e Design (CIAUD)  
Lisboa | Portugal

JORGE CRUZ PINTO  
Presidente

HUGO L. FARIAS  
Coordenador Geral

JORGE BOUERI  
Coordenador Executivo

JOÃO SOUSA MORAIS  
Coordenador Institucional

EDUARDA LOBATO DE FARIA  
Coordenadora Conteúdos e Comunicação

LJILJANA CAVIC  
Coordenadora Comissão Científica

LUÍS MIGUEL GINJA  
Organização

PAULO ALMEIDA  
Organização

PEDRO GOMES JANUÁRIO  
Organização

PEDRO JANEIRO  
Organização

JOANA B. MALHEIRO  
Organização

PEDRO MENDES  
Organização

Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
(UFRN - Centro de Tecnologia  
Programa de Pós-graduação  
em Arquitetura e Urbanismo)  
Natal | Rio Grande do Norte

GLEICE AZAMBUJA ELALI  
Organização

MAÍSA VELOSO  
Organização

## APOIO

Faculdade de Arquitetura da Universidade de Lisboa  
Centro de Investigação em Arquitetura, Urbanismo  
e Design (CIAUD)  
Lisboa | Portugal

Alunos de Doutorado:

FILIPE CARMO

JOÃO GAGO

JULIANE FREIRE

MARIANA NOGUERA

RAQUEL CARDOSO

VIVIANE CRUZ E SILVA

GUILHERME MAIA

Alunos de Mestrado:

SARA SANTOS

RODRIGO MARQUES

GONÇALO SANTOS

Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
(UFRN - Centro de Tecnologia  
Programa de Pós-graduação  
em Arquitetura e Urbanismo)  
Natal | Rio Grande do Norte

VERNER MONTEIRO

## COMITÉ CIENTÍFICO

### PORTUGAL

Alessia Allegri  
Alexandra Paio  
Amílcar Pires  
Ana Feliciano  
Ana Vasconcelos  
António Santos Leite  
Conceição Trigueiros  
Eduarda Lobato Faria  
Filipa Serpa  
Hugo Farias  
João Cabral  
João Pedro  
João Pedro Costa  
João Rafael Santos  
João Silva Leite  
Joana Bastos Malheiro  
José Aguiar  
José Jorge Boueri  
José Luís Crespo  
Ljiljana Cavic  
Luis Miguel Ginja  
M. Graça Moreira  
Maria Manuela da Fonte  
Nuno Montenegro  
Paulo Almeida  
Pedro Fidalgo  
Pedro Gaspar  
Pedro Miguel Gomes Januário  
Pedro Rodrigues  
Sérgio Fernandes  
Sérgio Proença  
Soheyl Sazedj

### BRASIL

Aires Fernandes  
Alexandre Kenchian  
Aldomar pedrini  
Amelia Panet Barros  
Andréa Berriel Mercadante  
Angelica Benatti Alvim  
Antonio Oliveira  
Armando Traini Ferreira  
Artur Renato Ortega  
Carlos Augusto Faggin  
Daniel de Carvalho Moreira  
Douglas Gallo  
Edson da Cunha Mahfuz  
Edja Trigueiro  
Eunice Helena Sguizzardi Abascal

Flavio Carsalade  
Francisco Barros  
Frederico Holanda  
George Dantas  
Giselle Arteiro Azevedo  
Giselly Barros Rodrigues  
Gleice Elali  
Graciete da Costa  
Grete Pflueger  
Heitor Silva  
Juliana Cardoso Nery  
Juliana Suzuki  
Juliano Pita  
Lenora Barbo  
Luiz Amorim  
Maisa Veloso  
Marcelo Cachioni  
Marcelo Tramontano  
Márcia de Camargo  
Marcia Cristina Ribeiro Gonçalves Nunes  
Marcio Fabricio  
Maria Cecilia Lucchese  
Marluce Wall  
Naia Alban Suarez  
Nivaldo Vieira de Andrade Junior  
Paulo A. Rheingantz  
Renato Medeiros  
Rodrigo Baeta  
Rodrigo Queiroz  
Rosaria Ono  
Rubenilson Teixeira  
Sheila Ornstein  
Thais Cristina Souza  
Verner Monteiro  
Virginia Araújo

### EUA

Elif Ensari  
Fernando Lara

### ARGENTINA

Javier Fernandez Castro  
Lucas Peries







A photograph of a modern building at dusk. The building features a large, overhanging roof supported by a grid of white structural beams and columns. The interior of the building is visible through a glass facade, showing a warm, lit interior. The sky is a deep blue, and the foreground is a grassy field. The word "CONSTRUIR" is overlaid in white, bold, uppercase letters across the center of the image.

# CONSTRUIR





# RETOMANDO PARADIGMAS MODERNOS: INVESTIGAR E ENSINAR ARQUITETURA NA CONTEMPORANEIDADE.

**AFONSO, Alcia**

UFCG, Brasil ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-6344-9329>

e-mail: [kakiafonso@hotmail.com](mailto:kakiafonso@hotmail.com)

## RESUMO

O artigo se propõe a apresentar uma discussão que trata sobre o ensino de projeto arquitetônico na contemporaneidade em curso de graduação de uma universidade pública federal do nordeste brasileiro, e que adota como metodologia do processo projetual, a retomada de paradigmas da modernidade, que vêm sendo trabalhado por professores brasileiros e internacionais, baseados, principalmente- em reflexões teóricas e práticas de mestres europeus. Pretende apresentar os critérios, princípios ou valores que são adotados na formação acadêmica baseada em tal metodologia, exemplificando com um estudo de caso, para que o resultado possa ser observado, constatando que a adoção de tal caminho pode ser muito proveitoso na formação profissional e em tempos de crise, pelo qual o mundo passa. O diálogo com o lugar; a atenção à tectônica; a qualidade espacial caracterizada por transparências, ambientes amplos, integrados e abertos- ventilados e bem iluminados; a atenção à funcionalidade e racionalidade e a adoção de formas limpas, puras, são recursos que após as devidas adaptações e reformulações críticas devem e podem ser reutilizados na concepção projetual. Espera-se que as contribuições apresentadas possam contribuir para “a construção de uma arquitetura e cidade mais sustentáveis, ecológicas, humanizadas e resilientes, mais adaptadas ao contexto natural, geográfico, cultural, humano, que garantam menores consumos energéticos e de recursos, procurando restabelecer o equilíbrio entre o Ser Humano e o Meio Ambiente”, conforme propõe o eixo temático CONSTRUIR desse evento.

## PALAVRAS-CHAVE

Metodologia de projeto; Projeto arquitetônico; tectônica; Modernidade; Sustentabilidade.

## INTRODUÇÃO

O artigo se propõe a apresentar uma discussão que trata sobre o ensino de projeto arquitetônico na contemporaneidade em curso de graduação de uma universidade pública federal do nordeste brasileiro, e que adota como metodologia do processo projetual, a retomada de paradigmas da modernidade, que vem sendo trabalhado por professores brasileiros e internacionais, baseados, principalmente- em reflexões teóricas e práticas de mestres europeus.

Pretende apresentar os critérios, princípios ou valores que são adotados na formação acadêmica baseada em tal metodologia, exemplificando com um estudo de caso, produzido na disciplina de projeto arquitetônico 6, da grade curricular do curso de arquitetura e urbanismo, do qual a autora é vinculada, para que o resultado possa ser observado, constatando que a adoção de tal caminho pode ser muito proveitoso na formação profissional e em tempos de crise, pelo qual o mundo passa, e o Brasil, especificamente.

O diálogo com o lugar; a atenção à tectônica; a qualidade espacial caracterizada por transparências, ambientes amplos, integrados e abertos- ventilados e bem iluminados; a atenção à funcionalidade e racionalidade e a adoção de formas limpas, puras, são recursos que após as devidas adaptações à realidade local, e reformulações críticas devem e podem ser reutilizados na concepção projetual.

Espera-se que as contribuições aqui apresentadas possam contribuir para “a construção de uma arquitetura e cidade mais sustentáveis, ecológicas, humanizadas e resilientes, mais adaptadas ao contexto natural, geográfico, cultural, humano, que garantam menores consumos energéticos e de recursos, procurando restabelecer o equilíbrio entre o Ser Humano e o Meio Ambiente”, conforme propõe o eixo temático CONSTRUIR desse evento.

## APORTE TEÓRICO

As cidades sempre enfrentaram crises sanitárias ao longo da história, e pode-se aqui, tomar como ponto de partida dessa discussão sobre a necessidade de se projetar espaços saudáveis e adequados ao atual momento mundial de pandemia causados pela COVID, o recorte dos anos precursores da modernidade arquitetônica das primeiras décadas do século XX.

Em 1933, A Carta de Atenas, resultante da assembleia do CIAM, Congresso Internacional de Arquitetura Moderna, em sua segunda parte, ao tratar da questão habitacional, fazia referência a um diagnóstico da situação naqueles anos pós-primeira guerra mundial, colocando sobre a alta densidade de centros históricos e um diagnóstico pontual das habitações naquela época, alertando para um cenário caracterizado pela:

a) insuficiência de superfície habitável por pessoa; b) mediocridade das aberturas para o exterior; c) ausência de sol (orientação para o norte ou consequência da sombra projetada na rua ou no pátio); vetustez e presença de germes mórbidos (tuberculose); e) ausência ou insuficiência de instalações sanitárias; f) promiscuidade proveniente das disposições internas e má orientação do imóvel, da presença de vizinhanças desagradáveis. (CARTA DE ATENAS. 1933, p.6)

A Carta ainda fazia referência nos setores urbanos, à falta de superfícies verdes e de conservação das edificações; uma população com padrão de vida muito baixo, sendo incapaz de adotar, por si mesma, medidas defensivas, com a mortalidade alcançando um percentual de 20%; a deficiência de higiene de subúrbios; a necessidade de normatizar áreas ensolaradas nas edificações, criando-se recuos entre estas, eram alguns dos vários pontos presentes neste documento.

Ao ler textos escritos nas primeiras décadas do século XX por europeus como Le Corbusier, Walter Gropius, observa-se em seus discursos, reflexões sobre as “cidades



doentes”, necessitando de intervenções, de medidas de “medicina e cirúrgicas” - termos empregados por Le Corbusier (2009, p.239)- que procurassem sanar as patologias existentes no espaço urbano, e nas edificações, e que, conseqüentemente, estavam trazendo problemas sanitários aos cidadãos.

Gropius (1943) elencou doze sugestões práticas para a “reconstrução urbana” (1972, p.180-181), dialogando de certa forma com Le Corbusier e com demais colegas dos CIAM, ao apontar soluções para a necessidade de saneamento, cinturões verdes, o desafogamento das áreas centrais, a criação de unidades de vizinhança com suas normativas: um sistema de construções como “uma base sadia para uma forma de habitação urbana ajustada ao século XX, do ponto de vista social econômico e cultural”. (GROPIUS, 1943,p.182).

Trazendo essa discussão para o século XXI, observa-se que pouco se evoluiu urbanisticamente, socialmente, se analisarmos as condições de vida pela qual estão sujeitas grande parte da população brasileira.

Do ponto de vista arquitetônico, que é o enfoque desse artigo- Le Corbusier em suas experiências arquitetônicas na década de vinte, projetou casas racionais como a Maison Cook (1925), a Villa Meyer (1927) e a Villa Savoye (1929) que procuravam expressar a sintaxe dos cinco pontos propostos por ele e publicados em 1926, e que buscavam alternativas projetuais e construtivas para esse cenário europeu, conforme sintetizou Frampton:

1) Os pilotis, que elevavam a massa acima do solo; 2) a planta livre, obtida mediante a separação entre as colunas estruturais e as paredes que dividiam o espaço; 3) a fachada livre, o corolário da planta livre no plano vertical, 4) a longa janela corredeira horizontal ou fenêtré en langue e, finalmente, 5) o jardim de cobertura que supostamente recriava o terreno coberto pela construção da casa. (FRAMPTON,1997, p.188)

Importante frisar que, conforme esclareceu Montaner (2002, p.88), Le Corbusier desenvolveu “dois protótipos básicos em suas obras residenciais: a casa Dominó (baseada na planta livre na estrutura horizontal de lajes e a casa Citroen (formada por uma estrutura mais tradicional de paredes de carga que liberam espaços duplos, terraços e pátios, criando um sentido vertical)”.

Tais obras e estudos tiveram um papel fundamental para a implantação e produção de uma arquitetura moderna, que colaborou diretamente para as soluções projetuais de obras funcionais, com espaços integrados, transparentes, iluminados, mais saudáveis para seus usuários, e que estão presentes não apenas em tipologias habitacionais, mas em distintos edifícios com seus respectivos usos. Era de certa forma, investigações arquitetônicas na busca por solucionar tanto em nível de projeto, como de construção, obras arquitetônicas que pudessem possuir estratégias de sustentabilidade, como se conceitua atualmente, em unir direcionamentos voltados às questões sociais, ambientais, e econômicas, almejando uma melhor qualidade de vida.

O exemplo da unidade habitacional de Marseille, é um clássico que reúne a “expressão máxima de todas as ideias que Corbusier desenvolvera no pré-guerra sobre a questão da moradia e da cidade, combinadas em um edifício”(p.21), possuiu baixo custo construtivo e econômico para os moradores, além de proporcionar “silêncio, tranquilidade, luz solar, espaço e área verde, um lugar perfeito para acolher a família”, conforme colocou Le Corbusier (DARLING, 2000, p.22).

Como a proposta desse artigo, é discutir a retomada de critérios projetuais modernos na contemporaneidade, procurando observar os pontos positivos dessa linguagem em prol de edificações mais saudáveis para os cidadãos e para a melhoria de nossas cidades, irá ser visto a seguir, quais são os valores, critérios ou princípios da modernidade arquitetônica.

## **A RETOMADA DA METODOLOGIA DA FORMA MODERNA NA CONTEMPORANEIDADE**

O que deve ser retomado como princípios norteadores da forma moderna para se projetar nos dias atuais, apoiando-se em uma metodologia para a concepção projetual na academia? Para responder a tal questionamento, se faz necessário, lembrar que além das contribuições de Le Corbusier vistas anteriormente, a produção de arquitetos modernos como Mies van der Rohe, Walter Gropius, Marcel Breuer, Richard Neutra, entre tantos outros mestres, gerou pontos que caracterizam tal linguagem, e tornaram-se recursos ou princípios adotados.

Montaner (2002) elencou alguns desses princípios de modernidade que podem aqui serem listados: 1) a arquitetura como volume e jogo dinâmico de planos; 2) a tendência à abstração e à simplificação; 3) a utilização de tramas geométricas que colaboram na estrutura do projeto e na racionalidade; 4) a busca de formas dinâmicas e espaços transparentes, com o predomínio da regularidade, substituindo a simetria axial acadêmica; 5) a ausência de decoração que surge da perfeição técnica.

Pode-se ainda complementar tais recursos entendendo, conforme colocou Le Corbusier, “a existência de mais quatro lembretes” (LE CORBUSIER, 1943, p.9): a planta, os traçados reguladores, o volume, a superfície.

Segundo Rowe (1978, p. 48), foi na obra da Bauhaus, de 1926, que Gropius conseguiu introduzir por primeira vez o conceito de abstração espacial, citando a análise de Giedion em seu livro Espaço, tempo e arquitetura sobre o edifício da escola alemã.

Critérios como visualidade, universalidade, autenticidade aparecem sempre vinculados à compreensão desta proposta metodológica.

A obra do Pavilhão de Barcelona, um dos clássicos da modernidade, projetado por Mies van der Rohe exemplifica bem tais princípios. A abstração e o racionalismo aparecem como critérios desta arquitetura, partindo ambos dos mesmos métodos redutivos da ciência clássica, ou seja, a decomposição de um sistema em seus elementos básicos, a caracterização de unidades elementares simples e a construção da complexidade a partir do simples (Montaner, 2002, p. 82).

A importância da tectônica é outro critério fundamental para a adoção dessa metodologia. Para Kate Nesbitt (1996), a tectônica apareceu na crítica da arquitetura do final do período moderno, e constitui um dos principais temas do debate contemporâneo, ao lado da semiótica, da fenomenologia, do desconstrutivismo, do regionalismo crítico. A autora afirma que a tectônica é também utilizada na crítica da arquitetura historicista pós-moderna, particularmente na contribuição de Kenneth Frampton. Entretanto, frisa a importância dos textos e colocações que antecederam a Frampton (1999), tais como os artigos citados por Nesbitt (1996) de Peter Collins (1960) e Eduard Sekler (1965). As reflexões desenvolvidas pelo arquiteto e professor catalão Helio Piñon são contemporâneas, escritas e publicadas em livros,

artigos que relacionam o diálogo de tectônica com os critérios de modernidade em projetos arquitetônicos contemporâneos, como será visto a continuação.

No livro “Teoria do Projeto” (Piñón, 2006), formulou uma teoria, fruto de suas reflexões suscitadas pelo ensino de arquitetura e pela prática projetual, na qual ele coloca que o processo do projeto consiste, na realidade, em uma série de fases sucessivas em que o câmbio de uma a seguinte, se apoia em um juízo estético subjetivo realizado sobre a primeira, de modo que o itinerário depende da estratégia a que os sucessivos juízos dão lugar.

Piñón desenvolveu a teoria do projeto arquitetônico, onde ressalta a importância de uma consciência construtiva na ação projetual como condição da arquitetura e a tectonicidade como um valor inequívoco de seus produtos.

Piñón recorre ao termo “a- tectónica” para denunciar as obras sem o mínimo de fundamentação estrutural e com uso abusivo e sem sentido das tecnologias contemporâneas disponíveis. Pode-se constatar em seu discurso teórico, uma prática projetual na qual o mestre catalão desenvolve e está divulgada em sua página na web (<https://helio-pinon.org>) - que é um meio de socializar sua teoria projetual e projetos arquitetônicos.

O professor coloca ainda em seu texto que o arquiteto/ autor do projeto deve observar tanto a realidade física do meio/ local, como as distintas fases pelas quais atravessa o processo projetual, a partir de categorias formais que tratam de incorporar suas respectivas sugestões.

No texto de Piñón observa-se ainda a presença constante da palavra “concepção” em substituição à palavra “ideia”. A palavra “conceber” entendida como representar, imaginar, entender, figurar, compor, criar.

Em outro texto que trata sobre concepção projetual, Piñón explica o que significa para ele conceber um objeto arquitetônico: “Conceber um objeto é uma ação sintética que deve contemplar os requisitos socio técnicos que o afetam, mas que de nenhum modo determinam sua forma”. (Piñón.1998, p. 102).

A concepção entendida, então, como um momento formativo no qual a ideia e a forma se unem em uma só entidade dotada de consistência estética com critérios de razão visual, conforme concluiu Piñón.

## **RESULTADO: ESTUDO DE CASO EMPREGANDO A METODOLOGIA.**

Como estudo de caso que adota essa teoria de projeto baseado na forma moderna, e que busca utilizar na contemporaneidade os recursos expostos anteriormente, será visto aqui, uma amostragem de um processo projetual que foi concebido para a obra de um hotel de negócios utilizando a metodologia da forma moderna.

Os estudos a serem apresentados são produtos da avaliação final da disciplina de projetos arquitetônicos 6, do curso de graduação em arquitetura e urbanismo da UFCG/ Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba- que possui como objetivo desenvolver metodologias projetuais para a elaboração de propostas arquitetônicas de edifícios de grande porte, abrangendo funções que impliquem intenso fluxo de público, relacionando a obra com o contexto urbano, além de realizar o detalhamento, especificações, gerenciamento e coordenação de projetos complementares como etapas do processo projetual em arquitetura.

Como objetivo geral, se propõe a utilização de metodologias projetuais para a concepção do programa de necessidades; organogramas, pré-dimensionamentos, normas gerais de funcionalidade; possuindo a estrutura como suporte de exequibilidade do projeto; e a adoção de critérios para uso adequado de materiais construtivos.

Objetiva especificamente, a Integração entre o objeto arquitetônico e o contexto urbano onde está inserido, tendo sido realizado na fase de estudos preliminares, a introdução aos estudos de impactos de vizinhança e ambientais; estratégias de sustentabilidade ambiental para edificação de alta tecnologia, conforto ambiental e eficiência energética; Influência das variáveis econômicas e tecnológicas.

Como metodologia adotada, a linha é da Forma moderna (Piñón, 2006) e para o bom andamento do processo projetual, foi dividida em duas etapas: 1) Parte 1\_ composta por leitura do aporte teórico metodológico; estudos de três casos correlatos, visitas ao local, análise ambiental do lugar; 2) Parte 2\_ desenvolvimento do projeto arquitetônico composto por três etapas: estudos preliminares, anteprojeto e projeto básico.

Foram realizadas três avaliações em cada etapa do processo: Avaliação 1\_ estudos preliminares; Avaliação 2\_ anteprojeto em escala gráfica; Avaliação 3\_ projeto básico completo composto de detalhamento de dois ambientes (lobby do hotel e apartamento de luxo), memorial descritivo ilustrado, e elaboração de imagens tridimensionais da volumetria (maquetes eletrônicas), dos espaços internos. A proposta final desenvolvida foi em nível de projeto básico, seguindo as normas da NBR 13532/1995.

O trabalho selecionado entre os oito produzidos para a disciplina foi o do grupo formado pelos alunos Ivanilson Pereira, Lucas Jales e Matheus Simões (Pereira et ali, 2021)- Hotel Solarium (figura 1), a ser implantado na cidade de Mossoró, Rio Grande do Norte, nordeste brasileiro.



**FIGURA 1**

Estudos volumétricos do projeto do Hotel Solarium. Fonte: Proposta desenvolvida pelos alunos Ivanilson Pereira, Lucas Jales e Matheus Simões, com orientação da autora.2021.

## O LUGAR

A atenção ao lugar no qual seria implantada a obra, desde o início do processo projetual, foi um dos condicionantes mais importantes, pois os aspectos geográficos e climáticos, tais como insolação, ventilação, amplitude térmica, pluviometria; topografia, vegetação, sistema de drenagem- foram pontos cruciais na tomada de decisões para conceber o projeto. Mossoró é uma próspera cidade do estado do Rio Grande do Norte, distando 290 km de Natal, possui um clima semiárido, com temperaturas variando entre Máxima de 35 °C (setembro a janeiro), e mínimas: 25 °C (maio a agosto); predominância de ventos Leste e Nordeste.

Mahfuz (2004,s/p) escreveu sobre a importância do lugar a arquitetura, colocando que “se, por um lado, a arquitetura é sempre construída em um lugar, por outro lado, ela constrói esse lugar, isto é, modifica a situação existente em maior ou menor grau”.

O cumprimento às exigências normativas do código de postura da cidade de Mossoró, referentes aos recuos, taxas de ocupação, área verde, entre outros- também foram consideradas e seguidas, para o diálogo do exercício prático acadêmico com a realidade local.

## A SOLUÇÃO ESPACIAL E FUNCIONAL DA OBRA.

A proposta desenvolvida atendeu às exigências do Ministério do Turismo do Governo Brasileiro (2011), para a tipologia de hotéis de negócios, bem como a um programa de necessidades exigido pela disciplina, extenso, mas setorizado em zonas: social; administrativa; habitacional (com 40 unidades divididas em tipologias distintas de apartamentos); de convenções para negócios; de lazer e de serviços.

Antes de se partir para a trama estruturante do projeto relacionando arquitetura/estrutura, foi elaborado o programa de necessidades, por setores, e pré-dimensionados, a partir de um módulo gerador, que atendendo às exigências legais, dimensionou a metragem construída da obra.

O módulo adotado possui a dimensão de 6m x 8m, resultante de estudos dos espaços das unidades habitacionais de apartamentos que iriam se repetir nos distintos pavimentos, atrelado às vagas de automóveis dos estacionamentos nos subsolos. Esse módulo gerou a trama ordenadora (figura 2), que teve sua escolha e suas modalidades de expressão compondo a concepção arquitetônica, introduzindo a ordem no projeto, partindo do princípio que “um módulo mede e unifica; um traçado regulador constrói e satisfaz” (Le Corbusier, 1943, p.39).





**FIGURA 2**  
 Trama ordenadora, modulação  
 e configuração das plantas.  
 Fonte: Fotomontagem da autora  
 baseada em imagens de Pereira  
 et al. 2021.

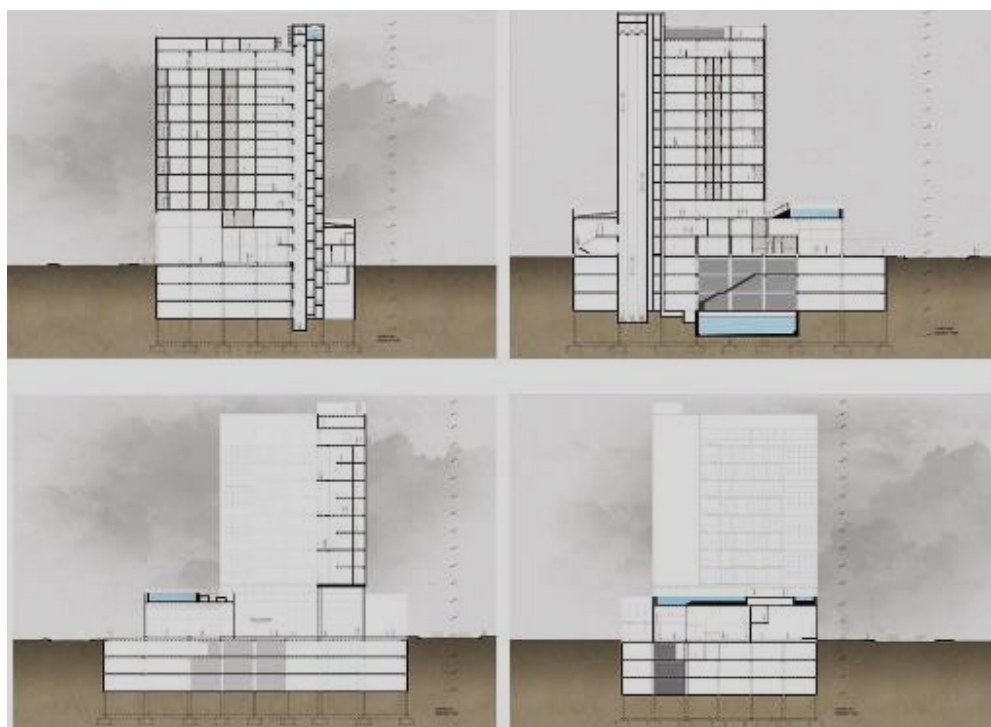
Sua escolha fixou a geometria básica da obra, determinando uma das impressões fundamentais e sendo um dos momentos cruciais da criação do projeto. A partir dela, a planta foi gerada e organizada em zonas, com as áreas e seus ambientes específicos, distribuídas em nove pavimentos.

A configuração da planta baixa nessa metodologia é um dos mais importantes elementos geradores do projeto, pois corroborando com Le Corbusier (1943, p. 27), “a planta está na base. Sem planta, não há grandeza de intenção e de expressão, nem ritmo, nem volume, nem coerência...é a determinação do todo; é o momento decisivo.”

Adotando formas neoplásticas, sendo criadas baseadas no traçado ordenador, e propondo planos funcionais, o projeto vai sendo concebido e trazendo uma clareza formal e funcional à sua leitura e apreensão, alcançados através da solução de plantas baixas limpas, claras, moduladas e funcionais.

A fim de distribuir o programa adequadamente e atendendo às normas, foram criados três pavimentos no subsolo destinados a estacionamentos; um pavimento com mezanino para a área social que enriqueceu espacialmente o lobby e a recepção do hotel, possuindo grandes aberturas para a iluminação natural; oito pavimentos tipo para alojar as tipologias de apartamentos, e um pavimento mecânico.

Todos os pavimentos seguem a mesma modulação em suas alturas, criando soluções projetuais de esquadrais, forros falsos, seções construtivas que se repetem, racionalmente- a fim de otimizar a execução dos projetos de arquitetura e de engenharia, facilitando também a construção da obra, conforme pode ser constatado nas seções construtivas da figura 3.



.....  
**FIGURA 3**  
 Estudos das seções construtivas  
 da edificação.  
 Fonte: Pereira et ali.2021.

Os aspectos climáticos que geram conforto ambiental foram priorizados na busca de adoção de soluções sustentáveis, em todas as etapas do processo construtivo. Na solução do programa em planta baixa, a setorização do programa de necessidades em busca da racionalidade espacial e funcional - com áreas muito bem definidas, foi sem dúvida, um critério fundamental projetual. O resultado espacial dessa funcionalidade gerou ambientes limpos, abstratos, integrados e transparentes, que criam relações entre exterior e interior, e entre diferentes níveis de alturas do interior, conforme as maquetes eletrônicas geradas do lobby e recepção (figura 4).



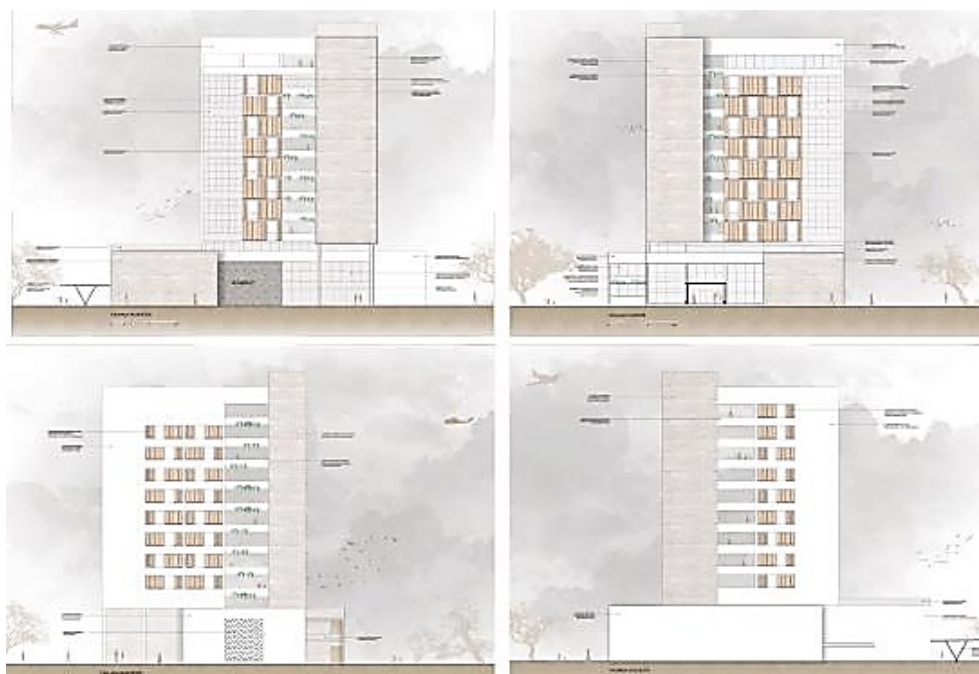
.....  
**FIGURA 4**  
 Maquetes eletrônicas do interior.  
 Fonte: Pereira et ali.2021.

A área social possui um papel preponderante na solução da planta do térreo, funcionando como ponto de maior interesse, em relação aos tratamentos espaciais, possuindo pés-direitos duplos, fechamentos ou peles diferenciadas dos demais,

adotando ambientes amplos, devidamente iluminados, atrelados às influências modernas de integração as artes, com uso de painéis artísticos, escadas helicoidais esculturais, a adoção de móveis com design moderno, e com o uso de poucos, mas significativos materiais, adotando o mote de que “menos é mais”, colaborando na manutenção e limpeza dessas áreas, durante seus usos na pós-ocupação.

A solução espacial e funcional dos apartamentos, no qual uma das tipologias adota o partido de duplex, baseado nas influências da Unidade habitacional de Marseille, vista anteriormente- obteve um excelente resultado. O apartamento possui dois níveis, sendo a suíte/área íntima no mezanino, e a área social no térreo, com uma altura dupla, que não confina o espaço, contribuindo também para a iluminação natural com a adoção de uma grande esquadria envidraçada, com revestimentos claros e cerâmicos de fácil manutenção e antibacterianos.

### A SOLUÇÃO TECTÔNICA E FORMAL DA OBRA.



**FIGURA 5**

Maquetes eletrônicas da volumetria: a forma pertinente.

Fonte: Pereira et ali.2021.

Aqui, partiu-se do princípio de “quem cria a forma, cria a estrutura: a forma e a estrutura nascem juntas” (REBELLO, 2000, p.26), considerando-se por isso, um olhar atento às soluções estruturais; com as peles ou fechamentos externos funcionando como invólucros; as soluções sustentáveis para a cobertura; os detalhes construtivos e a materialidade com suas texturas, cores- que juntos compõem a dimensão tectônica da obra, acarretando a sua composição volumétrica formal.

As peles, que são um dos elementos fundamentais da dimensão tectônica, foram amplamente exploradas no projeto e estão presentes de maneira criativa no jogo neoplástico de planos de esquadrias ou brises, dependendo da orientação solar da fachada, conforme se constata na figura 5. Cada fachada foi cuidadosamente projetada, procurando a melhor orientação para os cômodos a ela direcionados, recebendo tratamentos específicos para o controle do ar e da luz solar.

Como solução sustentável foi adotada na cobertura, o uso de parte de sua área



para a instalação de placas fotovoltaicas gerando energia limpa, e promovendo um baixo consumo de energia elétrica. Além disso, foi projetado um sistema para captação das águas pluviais, via calhas de drenagem, direcionadas à cisterna para armazenamento e reuso.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

De maneira muito sucinta, procurou-se exemplificar nesse artigo a possibilidade de um olhar atento aos recursos empregados na arquitetura moderna e através de ajustes críticos, reutilizá-los na concepção projetual contemporânea, pois existem pontos convergentes na busca de soluções arquitetônicas entre aquele momento histórico da primeira metade do século XX, entre as duas primeiras guerras mundiais- e o momento no qual vivemos, de pandemia, nessa segunda década do século XXI.

Na contemporaneidade, os países latino-americanos passam por uma série crise econômica, social, política, e é fundamental que nós, arquitetos, professores e pesquisadores, tentemos produzir arquiteturas mais relacionadas com nosso lugar e condicionantes, com os materiais existentes, mas usando critérios racionais, funcionais, tecnologias econômicas que possibilitem um maior número de obras, ágeis, e que sirvam diretamente à população em suas necessidades prioritárias, como escolas, hospitais, creches, espaços sociais, além das demais tipologias, como a aqui exposta.

O Brasil nesse cenário mundial pandêmico, possui uma situação ainda mais grave, causado pelo pandemônio político de uma administração governamental federal caótica que não vem priorizando a saúde, a qualidade de vida dos cidadãos, a melhoria de espaços públicos, além da crise financeira causada pelos desmandos dessa agenda política. Cabe à academia, desenvolver pesquisas científicas, na área do projeto arquitetônico e suas metodologias- investigando maneiras racionais, funcionais, econômicas, sustentáveis, do ponto de vista ambiental, social e econômico- procurando projetar uma arquitetura de qualidade espacial, funcional, formal, tectônica com baixo custo, com soluções sistematizadas e viáveis para a nossa realidade.

Buscar no passado recente, as boas propostas podem contribuir bastante no desenvolvimento de projetos por parte de estudantes de graduação, que em breve vivenciarão em suas práticas profissionais tal realidade.

Desde 2007 adoto essa metodologia no ensino de projetos arquitetônicos, após a realização de doutorado na área concluído em 2006, com orientação de Helio Piñón e Teresa Rovira, professores da Escola Técnica Superior de Arquitetura de Barcelona/ETSAB. Minha experiência docente vem comprovando o êxito nos resultados dos trabalhos gerados anualmente pela disciplina, que geraram vários artigos publicados que expõem estudos de caso (Afonso, 2009).

Não se trata de impor um caminho metodológico único (Afonso, 2013), mas uma opção, entre tantas existentes- em se apoiar em um referencial teórico comprovado com obras construídas de mestres internacionais e brasileiros da modernidade arquitetônica. Observa-se ainda que tal linha está muito presente no cenário brasileiro, em obras contemporâneas que adotam os recursos da modernidade, comprovadas em propostas de arquitetos paulistas como Ângelo Bucci, da SPBR Arquitetos; Studio MK27 | Marcio Kogan; Jacobsen Arquitetura; Artur Casas e tantos outros profissionais e escritórios que atuam no país, conforme colocou Afonso (2019) em um

de seus mais recentes artigos publicados sobre esse tema.

Vamos nos voltar ao passado e aprender com os mestres a forma de projetar nos dias atuais, realizando as devidas críticas e ajustes em busca de uma arquitetura sustentável e mais humana.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Afonso, A. A retomada da metodologia projetual moderna na contemporaneidade: projetar com critérios: a busca pela identidade. En: PROJETAR, IV, São Paulo, 2009. Anais... São Paulo, Mackenzie, p. 1-17. 2009.
- Afonso, A. A adoção de uma metodologia de ensino para projetos arquitetônicos. En: Arquitetura Revista. Vol. 9, n. 2, p. 125-134, jul./dez 2013 – Unisinos. <https://doi.org/10.4013/arq.2013.92.05>.
- Afonso, A. El diálogo entre tectónica y la retomada de la modernidad como enfoque teórico en la arquitectura contemporánea. Em rede: <https://rua.uv.mx/index.php/rua/article/view/70/55>. Xalapa: Revista Rua. Facultad de Arquitectura y urbanismo da Universidade Veracruzana. Año 11, número 22, Julio - diciembre 2019.
- Collins, P. Tectonics. Canadian Architecture. Primavera.1960.
- Darling, E. Le Corbusier .São Paulo : Cosac & Naify Edições, 2000.
- Frampton, K. Estudios sobre la cultura tectónica. Madrid: Akal Arquitectura, 1999.
- Frampton, K. História crítica de arquitetura moderna. São Paulo: Martins Fontes.1997.
- Gropius, W. Bauhaus: novarquitectura. Texto original de 1943. São Paulo: Editora Perspectiva.1972.
- Iphan. Carta de Atenas. 1933. Em rede: <http://portal.iphan.gov.br/uploads/ckfinder/arquivos/Carta%20de%20Atenas%201933.pdf>
- Le Corbusier. Por uma arquitetura. Texto original de 1943. São Paulo : Editora WMF Martins Fontes, 2000. 6ª. Ed.
- Le Corbusier. Urbanismo. São Paulo : Editora WMF Martins Fontes, 2009.
- Mahfuz, E. Reflexões sobre a construção da forma pertinente. ArquiteXtos, São Paulo, ano 04, n. 045.02, Vitruvius, fev. 2004 <<https://vitruvius.com.br/revistas/read/arquiteXtos/04.045/606>>.
- Montaner, J. As formas do século XX. Barcelona, Gustavo Gili, 2002.
- Montaner, J. Depois do movimento moderno: arquitetura da segunda metade do século XX. Barcelona, Gustavo Gili, 2007.
- NBR 13532/1995. Elaboração de projetos de edificações -Arquitetura. Brasil.1995.
- Nesbitt, Kate. Theorizing a new agenda for architecture: An anthology of architectural theory 1965-1995. Nova York: Princeton Architectural Press.1996.
- Pereira, Ivanilson; Jales, Lucas e Simões, Matheus. Caderno de projeto básico de hotel de negócios em Mossoró/RN. Hotel Solarium. Campina Grande: PA6. CAU. UFCG.2021.
- Piñón, H. Teoria do projeto. Porto Alegre, Livraria do Arquiteto, 2006.
- Piñón, H. Curso básico de proyectos. Barcelona, Ediciones UPC.1998
- Rebello, Y. A Concepção Estrutural e a Arquitetura. Editora Zigurate, São Paulo, 2000.
- Rowe, C. Manierismo y arquitectura moderna y otros ensayos. Barcelona, Gustavo Gili, 218p.1978.
- Sekler, E. Structure, construction, tectonics. In: KEPES, Gyorgy (Org.). Structure in art and in science. Nova York: George Braziller, p. 89-95. 1965

# BAMBU COMO SOLUÇÃO ECOLÓGICA E SUSTENTÁVEL PARA RORAIMA-RR, Brasil.

**TRIANI, Angélica Pereira**

**COSTA, Graciete Guerra da**

**SILVA, Ohana Pereira da**

## RESUMO

A indústria da construção civil é um dos principais agentes de impacto ambiental no planeta. Em compensação, a utilização de materiais renováveis, a exemplo do bambu, se destaca como ferramenta construtiva pelo seu alto crescimento vegetativo, biodiversidade, resistência e versatilidade. Seu emprego em edificações demonstra potencial para a realização de uma Arquitetura Sustentável e conectada à natureza. Os objetivos desse trabalho é elaborar um Projeto Arquitetônico de um Centro de Referência em Construção com Bambu, a disseminação de conhecimento sobre essa planta e a promoção de cursos que capacitem profissionais a elaborar e a executar edifícios mais sustentáveis. Para tanto, foram realizadas: pesquisas bibliográficas; levantamentos topográficos via satélite; participação no workshop de Bioconstrução com bambu e no curso online de Projetos em Estruturas de Bambu; submissão de projeto no Concurso Internacional de Construção com Bambu na China em 2019, promovido pela International Network for Bamboo and Rattan; e investigação por projetos-modelo, como a Green School em Bali, Indonésia, o Contemplation Bamboo Pavilion, em Arles, França, e o Centro de Referência em Educação Ambiental do Sindicato dos Professores do Distrito Federal, Brasil. A partir desses estudos obteve-se o projeto do Centro de Referência em Construção com Bambu de Roraima, implantado no Sítio Bamboa, na capital Boa Vista-RR, que conta com cozinha, refeitório, biblioteca, salão principal e bambuzeria. O espaço é voltado para a realização de cursos práticos e teóricos que apresentem o bambu como ferramenta arquitetônica capaz de proporcionar um modo de vida sustentável e uma relação entre Homem e Natureza.

## PALAVRAS-CHAVE

Brasil; Bioarquitetura; Bambu; *Guadua angustifolia*; Roraima-RR.

## INTRODUÇÃO

A preocupação em utilizar insumos sustentáveis na construção civil é cada vez mais presente diante do vasto emprego de materiais que mobilizam amplos recursos financeiros, alto consumo de energia e intensa atividade exploratória. Esse panorama intensifica o estudo em busca por matérias-primas de baixo custo energético e maior rapidez de renovação, que apresenta cada vez mais resultado na obtenção de materiais sustentáveis. Todavia, um importante e milenar insumo para a huma-

nidade, capaz de atender aos requisitos de uma obra ecofriendly e de ser aplicado em diversos setores, não é tão valorizado pela indústria exploratória. Trata-se do bambu, planta capaz de sequestrar elevadas taxas de carbono, possuir crescimento acelerado, atuar na recuperação de áreas degradadas e, entre muitos outros, ser matéria-prima com vasto potencial para a construção civil.

Há milênios ele é empregado no Oriente como fonte de alimento e na execução de residências, mobiliários, irrigações, drenos, embarcações, pontes, contenção de encostas e outros. Estima-se que 1 bilhão e meio de pessoas no mundo morem em casas de bambu, especialmente nos países em que é considerado um material cultural. Contudo, ele é equivocadamente visto como símbolo da pobreza, principalmente em razão da sua utilização por famílias de baixa renda e pela falta da disseminação do conhecimento a respeito da versatilidade de usos dessa planta.

Por apresentar extensa diversidade de espécies, o bambu é nativo em todos os continentes com exceção da Europa. O Brasil é o país que apresenta a maior diversidade das Américas, e apesar de dispor de espécies inseridas na economia nacional, as atividades realizadas com o mesmo ainda não exploram todo o seu potencial socioeconômico-ambiental.

Diante dessa conjuntura, a Arquitetura com bambu se insere como alternativa no desenvolvimento de construções sustentáveis e de baixo custo, bem como instrumento para a geração de empregos e renda. Com o intuito de demonstrar as qualidades e a viabilidade desse material nas edificações, este trabalho visa inserir o bambu no contexto da construção civil no Estado de Roraima, a fim de evidenciar a possibilidade de projetar espaços eficientes e genuinamente integrados à natureza.

Por meio da participação de workshops, realização de pesquisas e levantamentos obteve-se o objeto deste trabalho, intitulado por Centro de Referência em Construção com Bambu de Roraima, situado no Sítio Bamboa. O centro conta com cozinha, refeitório, biblioteca, salão principal e bambuzeria, bem como espaços de apoio, com sistema estrutural em peças de Bambu *Guadua angustifolia* e vedações em tipologia bahareque, com finalidade de gerar um espaço que manifesta sustentabilidade e autenticidade com a natureza.

## PROJETOS DE REFERÊNCIA

Os projetos de referência foram pesquisados e estudados com o intuito de analisar o emprego do bambu em outras obras nacionais e internacionais, que representam os benefícios da utilização dessa planta na construção civil. O subtítulo aborda sobre dois projetos internacionais e um nacional que foram referência para o desenvolvimento do Centro de Referência em Construção com Bambu de Roraima. Dividido em três partes principais, a primeira explana sobre a Green School, em Bali, que foi essencial para a observação de um exemplo real de um campus que gira em torno da disseminação do uso do bambu na Arquitetura, bem como demonstra um sistema educacional voltado para a sustentabilidade e cuidados com a natureza.

O segundo subtítulo apresenta o Contemplation Pavilion, na França, que apresenta o bambu como principal material de um edifício voltado para a exposição fotográfica de Matthieu Ricard, que instiga o visitante a uma profunda reflexão sobre a vida e a espiritualidade. Por fim, o capítulo evidencia o projeto nacional do

Centro de Referência Educacional do Sindicato dos Professores do Distrito Federal (SINPRO – DF), localizado em Brazlândia, que consiste em um projeto com o bambu e outros materiais naturais para a construção de um espaço para a difusão de ideias e eventos relacionados à sustentabilidade.

### **GREEN SCHOOL**

A Green School é uma escola localizada ao longo do rio Ayung, em Sibang Kaja, Bali, Indonésia, construída pelos escritórios PT Bambu e IBUKU. Ambos consistem em um grupo formado por arquitetos, engenheiros, designers e artesãos que exploram formas inovadoras para o emprego do bambu na construção civil. O objetivo desse time consiste em criar espaços que proporcionam uma relação autêntica entre o homem e a natureza, além de demonstrar como a Arquitetura Sustentável pode redefinir o conceito de opulência e evitar o esgotamento de recursos naturais.

A principal construção é o edifício administrativo, chamado pelo grupo de “Coração da Escola”. Sua cobertura é composta por três estruturas em formato espiral, que lembram as conchas dos náutilos, sustentadas por três torres gigantes de bambu. O prédio conta com três pavimentos e possui uma área de 2.740 m<sup>2</sup>, no qual foram empregados 37.000 m de bambu. A construção durou o período de doze meses e foi inaugurada em maio de 2009. O espaço é utilizado pela equipe administrativa e pelos alunos do ensino médio (IBUKU, 2009).

### **CONTEMPLATION PAVILION**

O Contemplation Pavilion foi projetado pelo arquiteto colombiano Simón Vélez e construído em Arles, França, no ano de 2018. Simón é referência em edificações com bambu e apresenta linguagem arquitetônica inspirada nos povos indígenas e em tradições vernaculares. Para ele, insumos como o concreto, o aço e o vidro podem ser reduzidos na construção civil por meio do emprego de materiais orgânicos de menor impacto ambiental, a fim de garantir edificações mais balanceadas com os elementos naturais (CONTEMPLATION, 2018).

A exemplo disso apresenta-se o pavilhão de bambu desenhado por Simón, que projeta um espaço central para exposição de fotografias e uma passagem externa para contemplação da estrutura. A construção é composta por bambu *Guadua* e aço, que se intercalam em alturas variáveis e juntos formam uma estrutura rígida e resistente. O pavilhão conta com 68 m de comprimento, 16 m de largura, 9 m de altura e um total de 954 m<sup>2</sup>, que pode ser desmontado, transportado e remontado em qualquer lugar (CONSTRUCTION ET ENVIRONNEMENT, 2018).

O partido arquitetônico foi inspirado nas grandes malocas dos povos indígenas da Colômbia, caracterizadas por largas construções que proporcionam um espaço central único. Essas habitações representam a existência coletiva desses povos e o elo dos mesmos com a natureza (CONTEMPLATION, 2018). Baseado nisso, Simón projetou um espaço que simbolizasse espiritualidade para canonizar a exposição fotográfica de Matthieu Ricard, monge budista e PhD em genética molecular que se dedica a registrar imagens convidativas a reflexão espiritual.

## CENTRO DE REFERÊNCIA EM EDUCAÇÃO AMBIENTAL DO SINPRO-DF

O Centro de Referência em Educação Ambiental do Sindicato dos Professores do Distrito Federal, localizado em Brazlândia, foi projetado pelo Bioarquiteto e Permacultor Sergio Pamplona e construído pelas empresas Bioestrutura Engenharia e Barberatto Engenharia. O projeto, iniciado em 2012 e concluído em 2013, apresenta partido arquitetônico baseado na sustentabilidade e na Bioarquitetura, no qual foram empregadas diversas técnicas construtivas com a terra, o bambu e o eucalipto, a fim de construir um espaço ecologicamente amigável. O Centro conta com área construída de 1.600 m<sup>2</sup> e é composto por quatro edificações.

O edifício principal é designado para a realização de encontros, capacitações e eventos em geral, com um salão central e ambientes de apoio em seu entorno, como recepção, administração, sala de equipamentos, biblioteca, cozinha, refeitório e sanitários. As paredes do salão central foram erguidas por meio da técnica de Taipa de Pilão, que suporta uma extensa cobertura em estrutura de bambu e telhas de madeira (PAMPLONA; ROSALINO, 2016).

À esquerda do edifício principal encontra-se o Prédio Multiuso, de configuração semelhante ao anteriormente citado. Seu espaço central foi erguido com paredes estruturais de superadobe, que sustentam uma cobertura também estruturada por bambu da espécie *Dendrocalamus Asper* e telhas de madeira do tipo cavaco.

À direita do Prédio Central localizam-se os sanitários. Quanto à estrutura, também foram empregadas paredes de superadobe apoiadas e amarradas por cintas de concreto. A cobertura empregada foi de estrutura em *Dendrocalamus Asper* com telhas de madeira tipo cavaco, que cobrem uma área de 116 m<sup>2</sup> (PAMPLONA; ROSALINO, 2016).

Ao final do complexo encontra-se um pátio coberto chamado de “Oca”. Nele são realizados eventos e reuniões de diversos tipos, em um vão livre de 14 m em plena integração com a paisagem local. A estrutura é composta por pilares de eucalipto que recebem varas de bambu *Dendrocalamus Asper*, que sustentam a cobertura de telhas de madeira tipo cavaco e que protegem uma área de 260 m<sup>2</sup> (PAMPLONA; ROSALINO, 2016).



FIGURA 1

Projetos de referência.

Fonte: IBUKU (2009), BALUZE, C&E (2018) e PAMPLONA; ROSALINO (2016).

## PROJETO DO CENTRO DE REFERÊNCIA: IMPLANTAÇÃO E SUAS CARACTERÍSTICAS

O Estado de Roraima tem como capital Boa Vista, localizado na tríplice fronteira entre o Brasil, Venezuela e Guiana, no extremo Norte do País, única capital brasileira acima da Linha do Equador. Apesar de não se ter conhecimento de estudos a respeito das espécies de bambu que crescem na cidade, é possível notar a frequente presença de *Bambusa vulgaris*, conhecido como o “bambu brasileiro”, devido a sua



ocorrência natural em todas as regiões do Brasil. Em Boa Vista observa-se essa espécie principalmente no Horto Municipal do Parque Anauá, um dos maiores Parques Urbanos da Região Norte do Brasil.

Em 2018 foram encontradas varas semelhantes à espécie *Guadua angustifolia* a sudoeste de Boa Vista, no município de Mucajaí, nas coordenadas 2° 23' 29,1" N e 61° 03' 34,1" W. Devido a sua ocorrência no Estado de Roraima e ao *Guadua a.* ser considerado mundialmente uma das melhores espécies para a construção civil, ele foi escolhido como matéria prima para a execução desse projeto e para a plantação com manejo no local de estudo.

Em dezembro de 2018 foi realizado o primeiro Workshop de Bioconstrução com Bambu em Boa Vista, Roraima. O curso foi realizado no Sítio Bamboa, localizado no quilômetro quatro da vicinal Água Boa, com acesso pela BR 174 e saída pela capital Boa Vista. Com área aproximada de 272.546 m<sup>2</sup>, delimitada por meio de conversas com o proprietário do espaço e através de imagens do Google Earth, uma vez que não foi possível a disponibilização de plantas do terreno, o Sítio Bamboa foi escolhido como local de estudo para a realização deste trabalho.

A preferência desse espaço para servir de locação do projeto se deu pelo sítio possuir área suficiente para a construção do Centro de Referências e para a introdução de uma plantação de bambu *Guadua angustifolia*, que possa ser cultivado e manejado no terreno com os cuidados necessários para se obter canas de qualidade para a construção civil. Esse cultivo poderia ser realizado pela empresa que já administra o Sítio Bamboa.

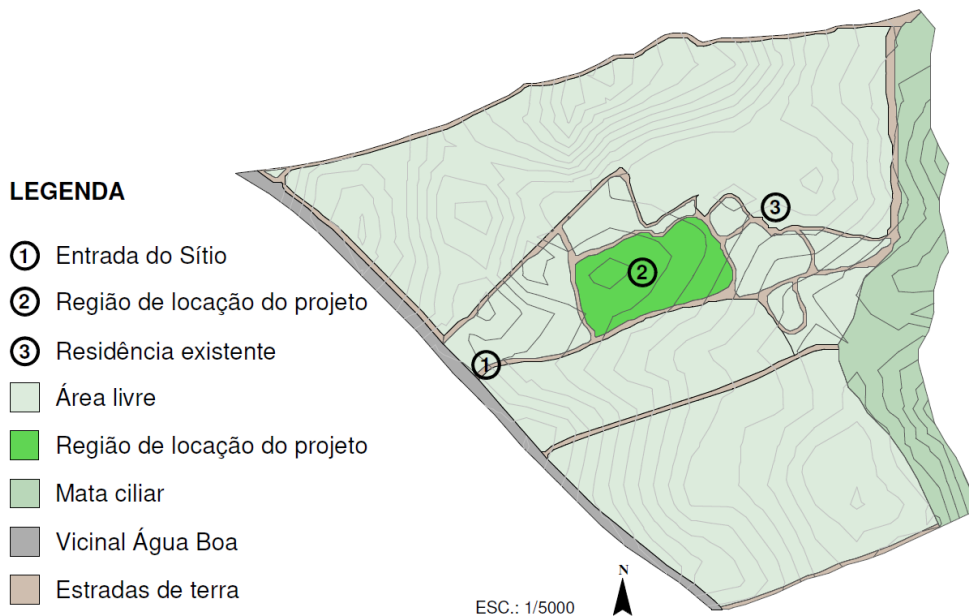
Por meio dessa proposta, o terreno pode se tornar um espaço de referência para construções com bambu, que forneça cursos profissionalizantes na área com uma estrutura condizente ao tema, bem como propagar o conhecimento a respeito do plantio e do tratamento dessa planta para o seu emprego comercial. Essa atividade reproduziria uma cadeia produtiva, na qual seriam geradas mão-de-obra especializada na área e o fornecimento de matéria prima para a disseminação da Bioconstrução com bambu no Estado.

## **PROJETO DO CENTRO DE REFERÊNCIA EM CONSTRUÇÃO COM BAMBU DE RORAIMA**

A construção civil é um dos setores que mais agride o meio ambiente e precisa ser prontamente repensada diante da extração desenfreada de recursos finitos. As possibilidades para alterar essa conjuntura são diversas, mas muitas vezes desconhecidas por parte dos profissionais. A exemplo disso é o emprego do Bambu na Arquitetura, uma vez que ele possui crescimento acelerado e elevada absorção de carbono, se alastra constantemente e não perece após ter seu colmo cortado, bem como apresenta alta resistência mecânica e durabilidade.

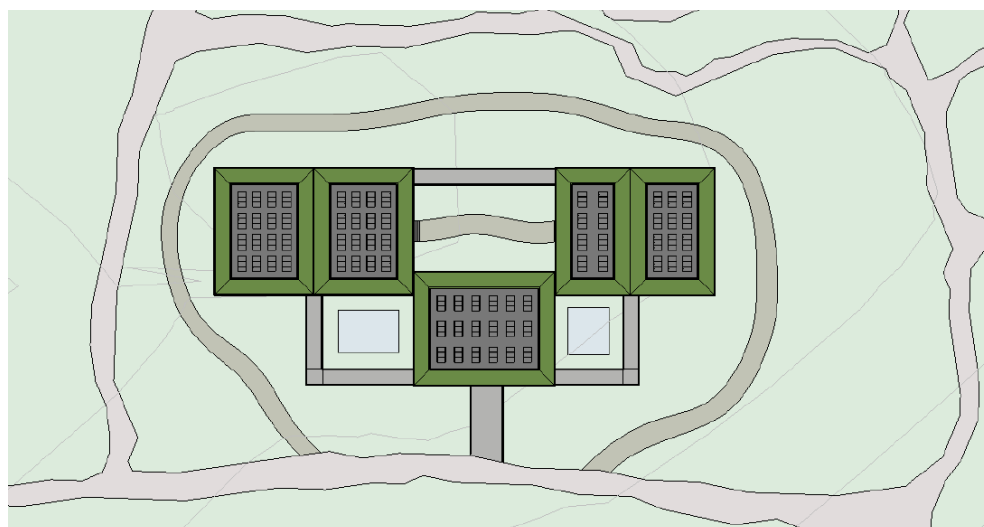
Por esse motivo, e em vista da descoberta da espécie *Guadua angustifolia* no Estado de Roraima, considerada uma das melhores do mundo, este trabalho apresenta o Projeto Arquitetônico de um Centro de Referência em Construção com Bambu, que tem como objetivo principal a disseminação de conhecimento sobre essa planta e a promoção de cursos que capacitem profissionais a elaborar e a executar edifícios mais sustentáveis.

Em decorrência do terreno escolhido apresentar extensa área e com o intuito de delimitar o escopo do projeto, a região para a implantação dos edifícios possui área de 12.189,70 m<sup>2</sup> e se localiza próxima ao acesso principal do Sítio (Figura 2). Ademais, devido à pandemia de Covid 19 no ano de 2020 e 2021, não foi possível realizar levantamento in loco para apontar outros pontos de interesse na região.



**FIGURA 2**  
Região para a localização do projeto.  
Fonte: Angélica Triani, (2020).

A proposta desse Centro se baseia na construção de um espaço em Boa Vista no qual o Bambu possa ser estudado e disseminado na sociedade como um material versátil e sustentável. Para isso, a escolha do programa de necessidades foi realizada em cima das atividades desenvolvidas no Workshop de Bioconstrução, bem como na busca por espaços de apoio para a execução de atividades além dos cursos práticos, capazes de receber visitantes de todos os lugares que se interessem em aprender e a compartilhar conhecimentos sobre essa planta milenar. Diante disso, o escopo do projeto deu origem a três amplos edifícios localizados no terreno como mostra a figura 3.



**FIGURA 3**  
Localização dos 3 blocos principais do projeto.  
Fonte: Angélica Triani, (2020).



Devido ao desnível do terreno, os edifícios foram dispostos em bases planas em relação ao solo, mas em diferentes níveis entre umas e outras. A calçada de proteção do prédio principal estabelece o nível zero do projeto, e o edifício à esquerda está a uma altura de apenas 8 cm abaixo do prédio central. Já a plataforma locada à direita encontra-se a 98 cm abaixo do nível zero de projeto.

O Edifício principal é destinado à realização de aulas teóricas sobre o bambu, composto por um salão de 235 m<sup>2</sup>, com layout flexível de mesas e cadeiras, no qual também podem ser efetuadas palestras, seminários, congressos e exposições de trabalhos artesanais e científicos com bambus de variadas espécies. Esse espaço é desprovido de paredes com exceção do fundo do palco, sob o objetivo de elaborar um espaço aberto e integrado com a paisagem ao redor, bem como facilitar a passagem da ventilação natural que provém da direção Nordeste.

Além do salão central, o edifício conta com um almoxarifado de 10 m<sup>2</sup> para armazenar os equipamentos utilizados nos eventos; banheiros acessíveis com 5 m<sup>2</sup> cada; uma copa de apoio de 10 m<sup>2</sup>; e uma sala administrativa de 10 m<sup>2</sup>. Ademais, ao redor do edifício apresenta-se uma circulação de 117 m<sup>2</sup> que permite ao visitante caminhar pela obra e contemplar a estrutura em Guadua a., elemento protagonista do projeto.

A Bambuzeria, a esquerda do edifício principal, seria uma espécie de marcenaria e é composta por dois blocos principais, com a função de abrigar workshops de técnicas construtivas com o bambu, bem como o emprego de cursos para a confecção de mobiliários, esteiras e artesanatos em geral. No centro desse edifício encontra-se um pequeno jardim que interliga os dois espaços e confere maior integração com o paisagismo local.

À direita observa-se um amplo ambiente de 351 m<sup>2</sup>, livre de mobiliário e de paredes, para que o local seja utilizado para armazenar as varas maiores de bambu, a fim de realizar cortes mais complexos, montagem de gabaritos, encaixes de peças maiores e outras atividades que requerem espaços mais amplos, com a participação em média de 20 pessoas divididas em grupos de 4.

À esquerda são dispostos mesas e bancos em uma área de 119 m<sup>2</sup>, para a execução de atividades de menor porte, mais detalhadas e delicadas, como a produção de artesanatos ou de maquetes estruturais de menor escala. Nesse setor, o espaço conta também com uma ampla sala de 50 m<sup>2</sup>, com diversas janelas que permitem a ventilação no local, que pode ser utilizada para estocar os colmos secos e tratados que serão utilizados nos cursos e/ou para armazenar as montagens realizadas pelos alunos do decorrer de um workshop, que durará em média de 3 a 5 dias.

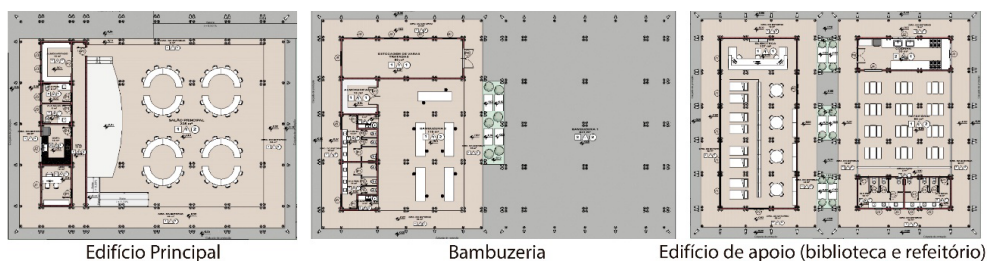
A Bambuzeria possui um almoxarifado de 13 m<sup>2</sup> para armazenar as ferramentas como serras, machados, formões, furadeiras, martelos, barras de aço, lixas, escovas e outros materiais empregados nos cursos; dois banheiros coletivos e acessíveis de 14 m<sup>2</sup> cada; e dois ambientes de 3 m<sup>2</sup> cada, com tanque e bancada para que os alunos possam remover as sujeiras mais pesadas. Assim como no edifício principal, este também apresenta uma circulação no entorno de 132 m<sup>2</sup>.

O terceiro edifício, a direita do prédio principal, é composto por dois espaços de grande importância: a Biblioteca e o Refeitório. A primeira dispõe de uma área de 137 m<sup>2</sup>, com mesas de estudo, estantes de livros, recepção para o empréstimo de

bibliografias e um espaço voltado para leituras apreciativas da paisagem, composta por grandes touceiras de *Guadua angustifolia* e vegetação local, permeada por um caminho que atravessa o terreno e interliga a Bambuzeria ao ambiente da biblioteca.

Ao lado direito encontra-se o refeitório com 98 m<sup>2</sup>, voltado para servir as principais refeições para os alunos participantes de workshops ou para aqueles que participarem de eventos em geral, com programação em média de 8h por dia, por 3 a 5 dias de evento. Devido ao Sítio não ser na Zona Urbana da cidade, o refeitório foi pensado para que os visitantes pudessem usufruir do espaço e do tempo sem pausas muito longas para buscarem por refeições na capital. Ele conta com uma cozinha semi-industrial de 30 m<sup>2</sup> e com dois banheiros coletivos e acessíveis de 15 m<sup>2</sup> cada. Nos demais edifícios, também apresenta circulação de entorno de 236 m<sup>2</sup>.

A Bambuzeria, a Biblioteca e o Refeitório são interligados por um jardim interno. Esse paisagismo é estrategicamente disposto abaixo da calha da cobertura, com o objetivo de proporcionar uma cortina d'água nos dias chuvosos por meio de pequenas perfurações presentes na calha.



**FIGURA 4**  
Layouts dos edifícios.  
Fonte: Angélica Triani, (2020).



**FIGURA 5**  
Imagens dos edifícios.  
Fonte: Angélica Triani, (2020).

## TECNOLOGIA CONSTRUTIVA E MATERIAIS

Os três edifícios apresentados possuem sistema estrutural composto por varas de bambu *Guadua angustifolia*, dispostas predominantemente em pórticos treliçados. Esses se apoiam sobre plataformas compostas por concreto reciclado, pensadas a partir da utilização de restos de obra reaproveitáveis como agregados, misturados ao concreto para formar a base de apoio dos edifícios. Essas plataformas se interligam por passarelas formadas pelo mesmo material, sustentadas por vigas e pilares de concreto que se conectam diretamente ao solo.

A tipologia construtiva adotada para as paredes é do tipo bahareque, formada por montantes de bambu e terra no centro e por ripas de bambu recobertas por argamassa nas faces interna e externa. Além de serem mais leves, também funcionam como bom isolante térmico e acústico devido ao preenchimento com barro. Na Colômbia, o bahareque é utilizado há séculos e apresenta elevada resistência contra terremotos. Quanto ao piso dos edifícios, optou-se pelo emprego de esteiras de bambu devido ao seu baixo custo e aproveitamento das partes apicais das canas colhidas para o projeto, com exceção do espaço direito da Bambuzeria, onde se manteve o piso de concreto reciclado com superfície em cimento queimado.

A cobertura dos edifícios é uma combinação de dois tipos, sendo a região central formada por varas de bambu de menor diâmetro, forradas por papelão e manta impermeabilizante, na qual se apoiam placas solares que abastecem parte do consumo energético do Centro de Referências. Nas bordas, onde são dispostos largos beirais que protegem a estrutura de boa parte da incidência solar e da chuva, a cobertura verde é constituída por varas de bambu de menor diâmetro, forradas, respectivamente, por uma camada de papelão, duas camadas de manta impermeável, espuma de polietileno ou argila expandida, manta geotêxtil, substrato e vegetação da espécie grama esmeralda, que possui raízes de pequeno porte e podem ser irrigadas por sistema de microaspersão.

Ademais, a cobertura é elevada das regiões onde os edifícios apresentam paredes, de maneira que a ventilação possa circular entre a edificação e o telhado e assim formar um colchão de ar, somado ao teto verde que auxilia no conforto térmico dos espaços.

O sistema de vigas treliçadas e pilares que sustentam a cobertura central são independentes dos pilares e vigas que sustentam os beirais, pois evitou-se transferir as cargas do telhado verde para a estrutura principal do edifício, que já apresenta grandes vãos. Além disso, o sistema empregado para a conexão das peças foi o de barras rosqueadas inoxidáveis, preenchidas por argamassa de concreto nas regiões suscetíveis ao esmagamento da peça.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Arquitetura Sustentável deve ser realizada com ponderação e precaução a respeito dos impactos que pode causar, uma vez que as construções estimulam a exploração desenfreada dos recursos finitos do planeta.

O emprego de materiais renováveis, reutilizáveis e de baixo impacto ambiental se faz imprescindível diante desse panorama. Diversos são os recursos e as técnicas disponíveis para se obter edifícios mais eficientes e sustentáveis. Todavia, pode-se

encontrar soluções que já eram empregadas pelo homem há milênios, como é o caso das construções com Bambu e que perderam sua força diante da introdução de materiais como o concreto e o aço.

Tal planta há muito foi utilizada para suprir diversas necessidades. Em razão da sua extensa versatilidade de usos, o Bambu pode ser empregado não só na construção civil, como também na alimentação, no artesanato, na produção de energia, na movelaria, na tecelagem, na recuperação de áreas degradadas e em muitas outras atividades, com expressivo potencial para gerar renda e emprego para as comunidades locais.

Quando se observa suas qualidades como o crescimento acelerado, sem comparação com outros recursos naturais em relação ao crescimento x aproveitamento por área, a biodiversidade e a propagação natural por todo o mundo, a elevada resistência e a eficiente captação de carbono, percebe-se que esse material merece maior destaque nas atividades humanas e em especial na construção civil.

No Brasil, embora o Bambu floresça em todas as regiões, seu uso e seus benefícios não são amplamente conhecidos pela população. Por esse motivo, este trabalho busca apresentar essa planta como protagonista na Arquitetura, na elaboração de uma edificação que não somente apresente em sua estrutura o emprego do Bambu, mas que também abrigue tarefas que disseminem as vantagens dessa planta para o desenvolvimento social, econômico e ambiental. Assim, a Arquitetura cumpre com a sua função de acolher o homem e seus trabalhos de maneira responsável e consciente, enquanto promove intrínseca relação do Homem com a Natureza.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Beraldo, A. L., & Aleixo, L. R. P. (2019). Bambu: características e aplicações na construção civil e em arquitetura. Canal6.
- Construction et environnement. (2018). Bamboo “contemplation” exhibition pavilion in Arles. Recuperado em 15 junho, 2020, de <http://www.ceingenierie.fr/en/projet/bamboo-contemplation-exhibition-pavilion-in-arles-13/>.
- Costa, G. G. da. (2018). “RORAIMA: a tríplice fronteira no extremo norte do brasil e a salvaguarda do patrimônio cultural”. In: CICOP, Cuiabá.
- Filgueiras, T. S., & Viana, P. L. (2017). Bambus brasileiros: morfologia, taxonomia, distribuição e conservação. In DRUMOND, P. M. & WIEDMAN, G. (Org.). Bambus no Brasil: da biologia à tecnologia (10-27), ICH.
- IBUKU. (2009). Heart of School at Green School. Recuperado em 01 junho, 2020, de <https://ibuku.com/heart-of-school/>.
- López, O. H. (2003). Bamboo: the gift of the gods. [s.n.].
- López, O. H. (1981). Manual de construcción com bambu, Colombia. Estudios Técnicos Colombianos Ltda.
- Minke, G. (2016). Building with Bamboo: Design and Technology of a Sustainable Architecture (2a ed., J. K. HENDERSON, Trad.). Birkhäuser.
- Pamplona, S., & Rosalino, F. (2016). Centro de Referência em Educação Ambiental do SINPRO-DF: uso da terra em múltiplas formas. Anais do Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil, Bauru, SP, 6.

- Pereira, M. A. R., & Beraldo, A. L. (2016). Bambu de corpo e alma. Canal6.
- Rosalino, F. (Coord.) n/a et al. (2011). Uso do Bambu em Construções Rurais. Bioestrutura Engenharia Ltda.
- Stamm, J. et al. (2014). Construction Manual with Bamboo. Addis Ababa.
- Ubidia, J. M. (2015). Construir con Bambú: (Caña de Guayaquil) Manual de construcción. 3. ed. Red Internacional de Bambú y Ratán.



# O ENSINO DE PRÁTICAS PROJETUAIS EM ESTRUTURAS DE BAMBU

**TRIANI, Angélica**

**ROSALINO, Frederico**

**SILVA, Ygor**

## RESUMO

A utilização de materiais convencionais, como o concreto e o aço, é amplamente disseminada no ensino da arquitetura e da engenharia. No entanto, o mercado de trabalho se renova a cada instante e acolhe inovações tecnológicas que amenizam os impactos ambientais causados pela indústria da construção civil. A grande revelação é que materiais utilizados pelo homem há milênios são redescobertos como alternativa sustentável e de baixo custo para a execução de bioarquitetura. A exemplo disso apresenta-se o bambu, uma planta de acelerado crescimento, resistente e versátil, que tem ocupado espaço e protagonismo como alternativa para o futuro da indústria da construção civil. Diante disso, faz-se imprescindível o ensino desse material nas universidades, a fim de formar profissionais capacitados para absorver essa demanda. É nesse contexto que se insere o Curso de Projeto e Pré-dimensionamento em Estruturas de Bambu, que objetiva ensinar pesquisadores brasileiros as técnicas projetuais e construtivas com o bambu. Por meio de aulas remotas e gravadas são ministrados quatro módulos de ensino, no qual o último é destinado para a elaboração de projetos arquitetônicos e detalhamentos de ligações, a fim dos alunos aplicarem os conhecimentos absorvidos durante o curso. Dessa forma, este trabalho visa explicar sobre a metodologia de ensino aplicada e o resultado obtido, e apresenta como estudo de caso o projeto desenvolvido por uma das alunas do curso, a fim de evidenciar os efeitos alcançados quando as técnicas construtivas com o bambu são ensinadas àqueles com interesse de projetar na área.

## PALAVRAS CHAVE

Bambu; Bioarquitetura; Arquitetura; Ensino; Sustentabilidade.

## INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil é um dos principais agentes agressores ao meio ambiente. De acordo com o Conselho Brasileiro de Construção Sustentável, as construções são responsáveis pela extração de um terço dos recursos naturais, consumo de 40% de energia e emissão de um terço dos gases de efeito estufa, além de gerar mais de 40% dos resíduos sólidos urbanos. Esse panorama demanda que novos materiais sejam empregados, a fim de promover edificações que utilizem matéria prima de baixo impacto ambiental. Diante dessa perspectiva se insere o bambu, uma planta de alta resistência e versátil que é utilizada pelo homem há milênios em diversos



setores, como a movelaria, o artesanato e a alimentação. Não obstante, seu emprego foi presente em diversas construções antigas e/ou rurais. Atualmente, com a utilização do bambu em pontes, residências, restaurantes, hotéis e diversos outros espaços, é demonstrado o potencial para a realização de uma Bioarquitetura capaz de gerar os mínimos impactos ao meio ambiente.

Isso porque o bambu é uma planta de acelerado crescimento, que pode atingir altura máxima em até seis meses e adquirir resistência mecânica em até quatro anos. Além disso, os colmos de uma touceira podem ser cortados mais de uma vez sem provocar a morte da planta, o que confere uma fonte de recurso quase que inesgotável.

Diante desse contexto, o bambu é cada vez mais empregado na construção civil, principalmente em países do continente asiático e em alguns países da América do Sul, como Colômbia, Equador e Peru. Apesar de ser nativo em todos os continentes, com exceção da Europa, é no Brasil que essa planta apresenta maior biodiversidade das Américas. No entanto, apesar da utilização do bambu no Brasil ainda não explorar todo o seu potencial social, econômico e ambiental, percebe-se uma gradual evolução do emprego dessa planta na construção civil, especialmente após a aprovação e publicação da norma brasileira 16828, que estabelece e regula o bambu como material construtivo.

Esse panorama provoca a necessidade de o mercado incorporar profissionais habilitados a projetar e a construir com o bambu. Diante disso, foi criado o curso de Projeto em Estruturas de Bambu – Lançamento e Pré-dimensionamento, ministrado por um Mestre e Engenheiro Civil que possui mais de quinze anos de estudo e aplicação do bambu em estruturas, a fim de estimular jovens pesquisadores brasileiros a trabalhar com essa planta tão versátil e sustentável.

Para isso foram montadas turmas remotas em diferentes períodos, cada uma com cerca de 10 alunos, voltadas para o ensino de quatro módulos que abordam as espécies, os princípios de projeto, as conexões entre as peças, cálculo estrutural para a seção das vigas, análise de obras e, por fim, a realização de projetos em softwares de arquitetura e engenharia, que promovem a absorção de todos os conteúdos estudados e a concepção de um anteprojeto exequível.

A fim de demonstrar o processo e os resultados dessa experiência, este trabalho visa dissertar sobre as etapas de estudo abordadas durante o curso e apresentar um dos projetos de destaque na turma, que exemplifica o entendimento dos princípios projetuais e demonstra as etapas construtivas do edifício.

### **METÓDO: O CURSO DE PROJETO EM ESTRUTURAS DE BAMBU**

O Curso de Projeto em Estruturas de Bambu – Lançamento e Pré-dimensionamento teve início em 2020 com a primeira turma aberta no mês de setembro. Até o presente momento deste artigo, o projeto de ensino se encontra em andamento com a terceira turma.

Realizado por meio de aulas remotas, o curso atende alunos de todo o Brasil, que emprega uma metodologia baseada na divisão do conteúdo em quatro etapas: módulo 1, que aborda as espécies disponíveis no Brasil, suas características e propriedades físicas; módulo 2, dividido em quatro partes que abrangem as ligações em

estruturas de bambu, as tipologias de sistemas estruturais, as interferências como vedações, coberturas, instalações e lajes, e o lançamento e pré-dimensionamento das estruturas em bambu; o módulo 3 apresenta estudos de caso; e por fim, o módulo 4, que se direciona para a execução do projeto pelos alunos, onde aplicam todos os conhecimentos absorvidos nas etapas anteriores.

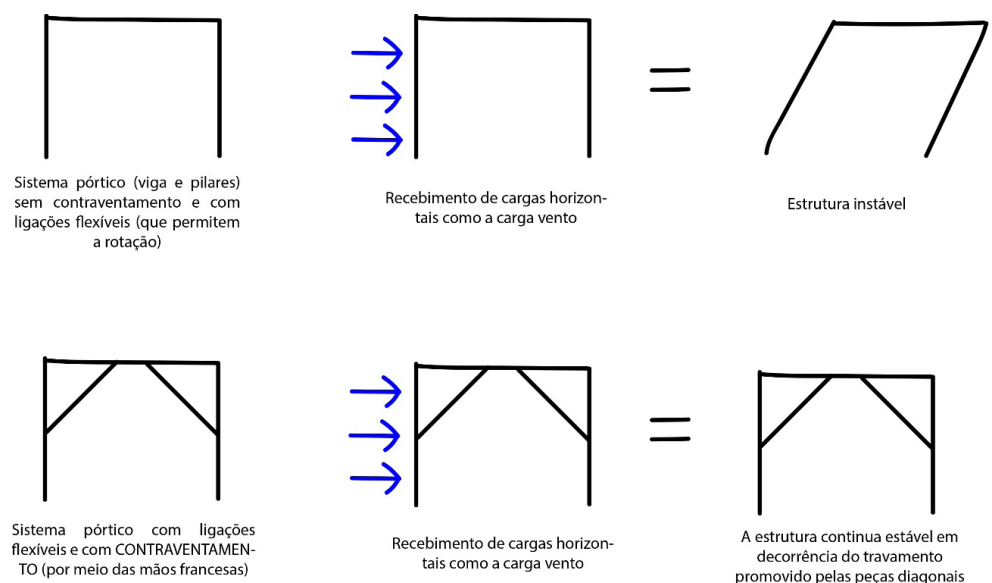
## A TÉCNICA CONSTRUTIVA

O primeiro entendimento necessário para se construir com o bambu é sobre a sua composição anatômica e as partes nas quais pode ser dividido: basal, central e topo. Devido a moderada conicidade, menos tortuosidade e paredes mais grossas, as partes basal e central são as ideais para a utilização da vara como peça estrutural. O topo é mais recomendado para a produção de ripas, em razão do fácil corte em virtude das paredes mais finas.

A partir dessa informação, é possível saber os subprodutos primários do bambu que podem ser fornecidos para o uso em construções, como varas inteiras, ripas, meias canas, almas e esteiras. No entanto, a cadeia produtiva do bambu no país ainda está em consolidação, de modo que alguns subprodutos ainda não são disponibilizados por todos os fornecedores.

O segundo passo é conhecer as espécies disponíveis no Brasil e suas principais características, como resistência, comprimento e diâmetro, que são informações indispensáveis para a construção. Assim, cada espécie será melhor para um uso específico, a exemplo do bambu *Guadua angustifolia*, que é ideal para a confecção de peças estruturais devido a sua alta resistência e entrenós mais curtos.

Em seguida é preciso entender sobre os tipos de ligações entre as peças estruturais e seus fundamentos gerais, em especial sobre a necessidade de as conexões serem flexíveis e permitirem a rotação. Por essas ligações serem flexíveis, a premissa do contraventamento é essencial nas estruturas de bambu (Figura 1). Essas junções podem ser realizadas de diversas formas, como a boca de peixe, o corte reto, chanfrado ou a ligação de sobrepor, e podem ser unidas por meio de diferentes elementos, como o pino do bambu, cordas, barras metálicas com porcas e arruelas ou chapas e tubos metálicos (Figura 2).



**FIGURA 1**  
Sistema de contraventamento para estruturas de bambu (2021).

.....  
**FIGURA 2**  
Ligações com barras roscadas (2021).



Com essas informações em mãos é possível começar a montar as tipologias estruturais em bambu, como o sistema viga-pilar, treliças planas, treliças espaciais, treliças aperticadas, arcos, cúpulas, geodésicas, hiperbólico parabolóide e estruturas mistas. Independente da tipologia escolhida, é sempre importante manter em mente o contraventamento da estrutura, seja por meio de peças na diagonal ou por meio da utilização de elementos terceirizados, como as vedações em alvenaria.

Nessa etapa, outras premissas são fundamentais para a construção. A primeira delas é que o bambu nunca deve ficar em contato direto com o solo. Para isso, deve ser feita uma boa fundação, em concreto ou qualquer outro material que o mantenha afastado do solo. A segunda é a proteção da estrutura contra a exposição ao sol e a chuva, que deve ser garantida por meio de largos beirais e uma boa cobertura.

Para um estudo mais aprofundado acerca dos princípios construtivos com o bambu, deve-se consultar a NBR 16828 – Estruturas de Bambu, publicada em 2020 e que é um marco para a construção civil com bambu no Brasil. Assim, uma vez entendido sobre o funcionamento da estrutura, pode-se partir para elementos como vedações, coberturas, pisos e instalações, que devem estar em conformidade com o que a construção pode suportar. Para isso, é essencial o estudo aprofundado acerca do pré-dimensionamento de vigas e pilares em estruturas com bambu.

### **A IMPORTÂNCIA DOS MÓDULOS DE ENSINO PARA A ELABORAÇÃO DO PROJETO**

Cada módulo aborda conteúdos relevantes para a obtenção do resultado que é o projeto. A divisão de conteúdo entre eles se dá de maneira gradual, na qual são abordados assuntos que evoluem à medida que são repassados. Esse progresso é fundamental para que o aluno comece do básico e desenvolva as percepções para temas mais aprofundados acerca do bambu, uma vez que a compreensão sobre o todo é imprescindível para a realização de um projeto exequível.

O módulo 1 ensina ao estudante do curso as espécies disponíveis no Brasil e suas principais características. O entendimento acerca dessas espécies é fundamental para que o aluno identifique em sua região qual planta ele tem disponível para trabalhar e quais benefícios ele pode aproveitar dela. Além disso, o módulo ensina sobre os subprodutos que podem ser gerados a partir das canas de bambu, o que permite ao estudante conferir quais são vendidos pelo fornecedor e quais ele mesmo pode produzir, a exemplo das esteiras para a cobertura que foram aplicadas no Espaço Bambuzen, que será apresentado a seguir.

A relação do módulo 2 com a elaboração do projeto se dá, inicialmente, na escolha

da tipologia construtiva a ser utilizada, onde o aluno aprende sobre diversas opções que podem ser mescladas e readaptadas conforme a sua necessidade. Para a elaboração do Espaço Bambuzen, essa compreensão do sistema estrutural foi empregada com o intuito de gerar sistemas espaciais triangulares conectados entre si por meio de peças na horizontal, que pudessem promover o travamento e maior rigidez para as ligações de segunda ordem.

A preocupação com o contraventamento é uma premissa fundamental repassada por esse módulo, que apresenta como as cargas se distribuem sobre a estrutura de bambu e como ele responde a esse sistema. O resultado disso sobre o projeto é que o aluno percebe que, desde a concepção inicial da ideia, ele precisa se preocupar com essa questão e solucioná-la da maneira mais eficiente possível.

Ademais, o módulo 2 ensina sobre os tipos de ligações que podem ser empregadas. A partir desse estudo, para a elaboração do projeto de acordo com o sistema estrutural adotado pelo aluno, ele avalia qual tipologia de conexão é mais ideal para o sistema construtivo adotado. No caso do Espaço Bambuzen, a forma mais eficiente de promover as junções entre as peças é por meio da utilização das barras roscadas com porcas e arruelas, que promovem boa fixação e ainda transferem, em alguns casos, os esforços diretamente para a barra.

Não obstante, o módulo 2 encerra com os pré-dimensionamentos de peças como vigas e pilares. Os cálculos básicos realizados pelos alunos permitem verificar, por exemplo, quantos colmos são necessários para uma viga de determinado vão. Para a elaboração do projeto esse processo é fundamental, pois permite que, desde a etapa de modelagem, sejam empregadas as quantidades corretas de peças de bambu, que influenciam diretamente na arquitetura do espaço.

Por último, o módulo 3 promove ao aluno o exercício da compreensão por meio da observação. A apresentação e explicação de diversas obras executadas pelo professor ou visitadas por ele repassa ao aluno uma biblioteca de ideias e informações que podem ser readaptadas e integradas na elaboração do projeto do curso. Para o Espaço Bambuzen foram observadas as obras com grandes arcos em pátios abertos, que geravam grandes vãos através de belas estruturas complexas. Todavia, a escolha por uma estrutura que não utilizasse arcos para o Bambuzen se baseou também na observação de outras tipologias construtivas, como as que utilizam o aço e a madeira, de maneira que resultou em pilares espaciais e em um sistema de pendural capaz de sustentar a estrutura da mesma forma que os arcos, mas com uma configuração diferente.

A compreensão promovida pelos estudos dos módulos permite ao aluno perceber que projetar com bambu não é como projetar com materiais convencionais como o concreto, por exemplo. Projetar com o bambu requer uma compreensão estrutural avançada para que o arquiteto possa, desde a etapa arquitetônica, elaborar construções exequíveis de acordo com as características da espécie adotada. Dessa forma, o curso apresenta-se como um impulsionador para a geração de profissionais capacitados não só a absorver as novas demandas do mercado, como também habilitados para promover uma Arquitetura mais ecológica e sustentável.

## RESULTADO: O ESPAÇO BAMBUZEN

O Espaço Bambuzen foi projetado para o Sítio Bamboa, localizado no Estado de Roraima, ao Norte do Brasil, na capital Boa Vista. Para a elaboração desse projeto, foram utilizadas todas as informações absorvidas nos módulos do curso, que tem por início a escolha das espécies disponíveis para trabalhar. Neste caso, empregou-se o bambu *Guadua angustifolia*, do tipo entouceirante, devido a sua ocorrência natural no município vizinho a sudoeste da capital, em Mucajaí.

A escolha da espécie é a primeira premissa fundamental para o projeto, pois é a partir do conhecimento a respeito da planta e da sua disponibilidade que serão definidas questões como o tamanho das varas, o diâmetro dos colmos e os subprodutos a serem utilizados. Devido a cidade de Boa Vista não possuir, ainda, produtores de bambu, as varas do *Guadua angustifolia* serão empregadas na estrutura de acordo com a sua forma natural, uma vez que não é possível comprar outros subprodutos. Todavia, para a cobertura serão utilizadas esteiras obtidas por meio do corte do topo das varas, que podem ser aproveitadas para esta finalidade, visto que o topo do colmo não é comumente empregado como pilares e vigas.

Além disso, com os ensinamentos repassados no módulo 1, observou-se que os colmos do *Guadua angustifolia* possuem diâmetros com valor médio de 12 cm, cuja informação foi empregada na modelagem do projeto. No entanto, é possível encontrar varas com maiores e menores diâmetros, que funcionam muito bem para outras peças do trabalho, como será apresentado a seguir.

Para a realização do espaço foi planejado um ambiente que pudesse abrigar, principalmente, atividades de meditação e contemplação da natureza, mas que também pudesse oferecer a oportunidade de realizar exercícios ao ar livre. Diante disso, o projeto é caracterizado por um pátio circular com raio de 6,30 m, que totaliza uma área útil de 124,69 m<sup>2</sup>, coberto por esteiras de bambu que conferem um formato estrelado de oito pontas. O desafio na elaboração dessa cobertura foi pensar em uma estrutura que a sustentasse de maneira eficiente e que não interferisse no espaço a ser utilizado.

A fim de solucionar essa questão, foram empregados os princípios estudados no módulo 2, de maneira que, para promover a estabilidade da estrutura, utilizaram-se peças dispostas na diagonal, que resultaram em conjuntos de pilares semelhantes a treliças espaciais. Essa disposição triangular das peças contribui no contraventamento e nos esforços gerados, que consistem em sua maioria em tração e compressão. Foi ensinado durante o curso que o bambu não resiste bem a forças de esmagamento e cisalhamento. Por esse motivo, foi fundamental a compreensão estrutural para gerar sistemas funcionais dentro das características do bambu.

Todas as ligações empregadas foram com barras roscadas, que variam as conexões entre bocas de peixe, cortes de 45° e conexões de sobrepor. Por todas se tratam de ligações flexíveis, visto que foi aprendido que uniões rígidas podem provocar fissuras na parede do bambu, o travamento e a disposição das peças em geometrias triangulares foram essenciais para que a estrutura resistisse a cargas horizontais.

Para melhor demonstrar os conhecimentos que foram aplicados, apresenta-se a seguir um passo a passo das etapas construtivas da estrutura desse trabalho, com base na figura 3.

Etapa 1: construção do piso de concreto com raio de 6,30 m.

Etapa 2: para balizar o início do projeto, é necessário colocar um pilar central de madeira ou de bambu, com diâmetro de 15 a 18 cm. Em seguida, deve-se adicionar um anel metálico com diâmetro de 1,21 cm, a uma altura de 4,02 m em relação ao piso, e com uma altura de 22 cm, que se prende ao pilar central por meio de barras roscadas com porcas e arruelas. O mesmo anel deve possuir 16 chapas metálicas, dobradas a um ângulo de 50°, para posterior adição das peças de bambu.

Posteriormente, deve-se adicionar um segundo anel metálico com diâmetro de 1,21 cm, a uma altura de 5,70 m em relação ao piso, e com uma altura de 25 cm, que se prende ao pilar central por meio de barras roscadas com porcas e arruelas. Este anel deve possuir 16 chapas metálicas, dobradas e intercaladas em ângulos de 110° e 115°, para posterior adição das peças de bambu.

Ambos devem ser escorados enquanto não recebem as demais peças do projeto. Ademais, esse sistema foi escolhido para formar um pendural central, a fim de promover uma espécie de apoio para as vigas que diminuísse o vão livre e não interferisse no espaço de utilização do ambiente.

Etapa 3: para a inserção das vigas, pode-se dispô-las no piso de maneira que se alinhem com as chapas metálicas do anel e formem entre si um ângulo de 45°, cada uma com uma vara de comprimento igual a 7,85 m. Após a realização desse gabarito, os eixos permanecem marcados no piso e realiza-se a execução dos blocos de concreto que servirão de base para os pilares. Estes são postos junto com as vigas, que devem ser inclinadas a um ângulo de 26,57°, unidas ao segundo anel metálico nas chapas de abertura igual a 110°. Neste caso, os pilares apoiam as vigas de maneira que elas fiquem com um vão livre de 70 cm até o final da peça.

As vigas devem ser presas ao anel por meio de ligação de sobrepor, com barras roscadas, porcas e arruelas. Os pilares devem ser unidos aos blocos de concreto por meio da fixação de uma barra metálica que passa pelo interior das varas de bambu, para posterior preenchimento com argamassa e transpasse de barras roscadas com porcas e arruelas. Enfim, os pilares e as vigas devem ser conectados por meio de ligações do tipo boca de peixe.

Etapa 4: adicionam-se os pilares secundários para suporte intermediário das vigas principais da cobertura. Eles devem se conectar às vigas e aos blocos de concreto da mesma maneira que os pilares na etapa 03 se conectaram.

Etapa 5: apesar da disposição triangular dos pilares colaborar para a estabilidade da estrutura em decorrência das ligações flexíveis, nesta etapa acrescentam-se peças na horizontal que conectam os pilares entre si, a fim de promover maior travamento da estrutura.

Etapa 6: semelhante ao passo 3, nesta etapa adicionam-se as vigas secundárias que formam as pontas internas da cobertura. Com varas de 6,18 m de comprimento, elas são dispostas entre si a um ângulo de 45° e a 22,50° entre as vigas principais. Além disso, se conectam às chapas metálicas com abertura de 115° e aos pilares que são acrescentados nos blocos de concreto.

Etapa 7: para promover o travamento entre os pilares, deve-se adicionar varas na horizontal junto ao acréscimo de outra peça inclinada no pilar, com 1,50 m de comprimento, a fim de diminuir o vão livre das vigas secundárias.



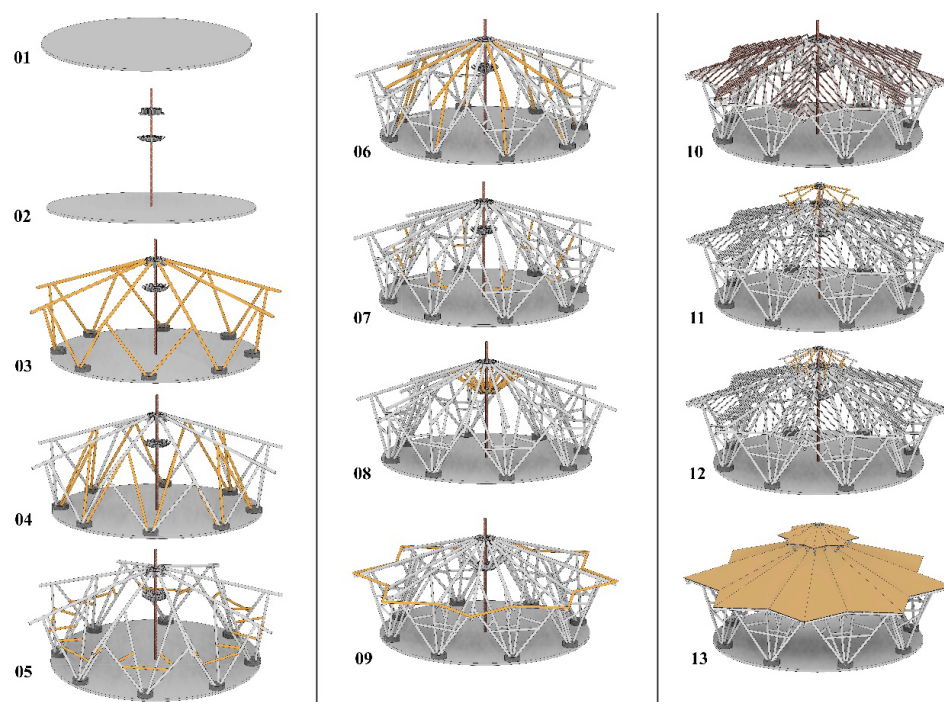
Etapa 8: são inseridas varas de bambu no primeiro anel metálico do pendural, a fim de suportar e diminuir o vão livre das vigas da cobertura. Estas peças devem ser unidas às chapas por meio de ligação de sobrepor e conectadas às vigas por meio de corte chanfrado.

Etapa 9: adicionam-se as vigas de amarração para a cobertura, que conferem o formato estrelado e a união entre as vigas principais e secundárias. Estas varas devem ser sobrepostas às vigas principais e secundárias, conectadas por ligações de sobrepor com barras roscadas, porcas e arruelas.

Etapa 10: acrescentam-se as ripas de madeira, com afastamento de 50 cm, para posterior suporte da cobertura com esteiras de bambu.

Etapa 11 e 12: semelhante as etapas 2 e 3, é adicionado mais um anel metálico de 20 cm de altura, a uma distância de 6,97 m do piso. Acima deste anel deve ser fixada uma claraboia de vidro para adentrar luz natural pelo centro da edificação. Da mesma forma que nos passos 3 e 6, acrescentam-se vigas para formar a cobertura da “chaminé” da edificação, com a posterior adição das ripas.

Etapa 13: é disposta uma camada de esteira de bambu acima das ripas, seguida por uma manta impermeabilizante e outra camada de esteira de bambu, que finalizam a cobertura da construção. Por fim, corta-se o pilar central para formar o sistema de pendural.



.....  
**FIGURA 3**  
Passo a passo construtivo do Espaço  
BambuZen (2021).



.....  
**FIGURA 4**  
 Espaço Bambuzen (2021).



.....  
**FIGURA 5**  
 Espaço Bambuzen (2021).

O resultado pode ser observado nas figuras 4 e 5, que apresenta o espaço com sua estética conclusiva. A cobertura com esteiras de bambu confere leveza e harmonia com a estrutura. Já o anel central possui em seu miolo a disposição de chapas metálicas que formam o desenho de uma mandala. O efeito visual produzido no piso da edificação é possível em decorrência da claraboia disposta no topo da cobertura e da iluminação que adentra pelas laterais da chaminé. Essa característica foi pensada propositalmente para conferir ao ambiente um efeito transcendental e por estar conectada aos elementos representativos da yoga.

Para todas as escolhas feitas neste projeto, foi essencial cada ensinamento repassado pelo curso. O entendimento dos modelos arquitetônicos e estruturais, quando se trata de construções com bambu, é feito previamente por um estudo dos conceitos estruturais, com foco no comportamento físico do material, compreensão do caminho das cargas, análise do contraventamento e das ligações empregadas.

#### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observa-se que quando se trata de construções com bambu, a Arquitetura é a Engenharia e a Engenharia é a Arquitetura. Assim, não é possível desassociar ambas as disciplinas durante a execução do projeto, o que torna imprescindível a com-

preensão estrutural do projetista, seja ele arquiteto ou engenheiro. Diante dessa imposição, o Curso de Projeto em Estruturas de Bambu vem para somar aos profissionais o conhecimento necessário para a elaboração de projetos que resgatem tecnologias milenares utilizadas pelo homem.

A proposta do Espaço Bambuzen é só um exemplo do que pode ser realizado com o bambu e como é possível resgatar, por meio dessa Bioarquitetura, uma relação intrínseca entre o homem e a natureza. Todos os assuntos estudados, desde as espécies, conexões, sistemas estruturais e exemplos construtivos, foram fundamentais para a compreensão de como realizar esta obra da maneira eficiente que o bambu pode proporcionar.

Por se tratar de uma planta que chega a fase adulta em poucos meses, que possui extensa biodiversidade, que protege o solo, que sequestra altas quantidades de gás carbono, que se renova rapidamente após o corte e que possui alta resistência, o bambu apresenta expressivo potencial para ser uma matéria-prima de excelente qualidade e de ampla variedade de usos. Diante disso, por que não utilizá-lo na construção de habitações e espaços mais resilientes e conectados ao meio ambiente?

As soluções para elaborar uma Arquitetura mais sustentável se encontram na própria natureza, onde os recursos disponíveis mostram os caminhos para processos e sistemas mais eficientes. Para isso, é essencial a pesquisa e o estudo a respeito destes meios, para que sejam empregados da melhor maneira, a fim de promover cidades mais ecológicas e humanizadas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Beraldo, A. L., & Aleixo, L. R. P. (2019). Bambu: características e aplicações na construção civil e em arquitetura. Canal6.
- FILGUEIRAS, T. S., & VIANA, P. L. (2017). Bambus brasileiros: morfologia, taxonomia, distribuição e conservação. In DRUMOND, P. M. & WIEDMAN, G. (Org.). Bambus no Brasil: da biologia à tecnologia (10-27), ICH.
- LÓPEZ, O. H. (2003). Bamboo: the gift of the gods. [s.n.].
- LÓPEZ, O. H. (1981). Manual de construcción com bambu, Colombia. Estudos Técnicos Colombianos Ltda.
- MINKE, G. (2016). Building with Bamboo: Design and Technology of a Sustainable Architecture (2a ed., J. K. HENDERSON, Trad.). Birkhäuser.
- PEREIRA, M. A. R., & BERALDO, A. L. (2016). Bambu de corpo e alma. Canal6.
- ROSALINO, F. (Coord.) n/a et al. (2011). Uso do Bambu em Construções Rurais. Bioestrutura Engenharia Ltda.
- SANTOS, I. R. (2015). Medidas para a Redução dos Impactos Ambientais gerados pela Construção Civil. (Trabalho de Conclusão de Curso). Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- STAMM, J. et al. (2014). Construction Manual with Bamboo. Addis Ababa.
- UBIDIA, J. M. (2015). Construir con Bambú: (Caña de Guayaquil) Manual de construcción. 3. ed. Red Internacional de Bambú y Ratán.

# CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL E PROCESSO DE PROJETO: REFLEXÕES SOBRE APLICAÇÃO EM ESTABELECIMENTOS ASSISTENCIAIS DE SAÚDE

**VIEIRA, Bruna**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil, <https://orcid.org/0000-0001-5818-308X>  
b-pacini@hotmail.com

**MEDEIROS, Luciana de**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil, <https://orcid.org/0000-0003-1464-4096>  
luciana.medeiros.1@ufrn.br

## RESUMO

As discussões acerca das mudanças climáticas e do aparecimento de diretrizes, políticas públicas e certificações visando atitudes ambientais mais conscientes, têm sido recorrentes nos últimos anos, sobretudo nas áreas de arquitetura e construção civil. Apesar do aumento do número de edificações consideradas sustentáveis no Brasil, os estabelecimentos assistenciais de saúde crescem em menor escala devido à complexidade que lhe é característica. No entanto, estudos recentes apontam que há um vínculo entre a alta qualidade ambiental desses edifícios e a saúde dos seus usuários, exigindo cada vez mais o desenvolvimento de projetos arquitetônicos ancorados nesses pressupostos. Propõe-se, neste trabalho, uma reflexão sobre os desafios da inserção da certificação LEED nas etapas iniciais de concepção projetual de um hospital-dia onco-pediátrico, considerando os alcances e limitações dessa aplicação. Evidencia-se aqui os créditos utilizados no processo de projeto e sua influência nas soluções que proporcionam baixo impacto ambiental, melhoria nos âmbitos social e econômico do local e promoção de um espaço favorável à humanização e ao restabelecimento do paciente.

## PALAVRAS CHAVE

Arquitetura Hospitalar; Certificação Ambiental; Hospital Dia

## INTRODUÇÃO

Nos últimos 30 anos, os efeitos das intervenções humanas sobre o meio ambiente e a conseqüente necessidade de posturas mais sustentáveis para a vida no planeta, têm impulsionado o surgimento de movimentos, políticas e diretrizes em torno do conceito de sustentabilidade dentro das esferas sociais, econômicas e ambientais.

Numa aproximação com a arquitetura, direciona-se o foco para a construção e manutenção de edifícios segundo critérios voltados para redução de impacto no entorno, bem como para o conforto, satisfação e saúde dos usuários. Por conseguinte, observa-se um amplo debate em torno da importância dos “selos verdes” ou “certificações” para atribuir diferentes níveis de qualidade ambiental a empreendimentos e serviços avaliados positivamente nesta perspectiva.

Tratando-se de projetos arquitetônicos complexos, como os de estabelecimentos assistenciais de saúde (EAS), vale acrescentar um fator desafiador no trabalho



para obtenção de certificação ambiental: a quantidade e diversidade de variáveis presentes no processo projetual e posteriormente no cotidiano dos procedimentos médicos realizados nesses locais, além dos recursos econômicos e tecnológicos utilizados na construção e manutenção dessas edificações.

Diante desse contexto, este artigo tem como objetivo discutir a aplicação da certificação LEED nas etapas iniciais do processo de projeto de um hospital-dia onco-pediátrico para a cidade de Natal/RN/Brasil, enfatizando alguns dos aspectos envolvidos nessa relação. O material aqui exposto faz parte de uma pesquisa mais ampla sobre certificação ambiental e processo de projeto de EAS, e apresenta alguns dos desdobramentos de um trabalho final de graduação<sup>1</sup> na área de Arquitetura e Urbanismo sobre a temática. Assim, para as páginas que seguem, a discussão proposta encontra-se estruturada em seções com breve contextualização sobre o assunto; aplicação de critérios da certificação LEED em um exercício de projeto; e considerações finais acerca dos tópicos abordados.

## **AS QUESTÕES AMBIENTAIS E OS ESTABELECIMENTOS ASSISTENCIAIS DE SAÚDE**

A temática ambiental dos estabelecimentos assistenciais de saúde deve ser vista como fator intrínseco ao planejamento e gestão desses edifícios, já que se tratam de grandes consumidores de energia e outros recursos, conforme destacado por Bitencourt (2006). Quanto mais complexos, maior a probabilidade de funcionarem durante 24h, contarem com alto número de pessoas circulantes, setores de trabalho com diferentes demandas energéticas, magnitude das instalações e necessidade de dispor de equipamentos para fornecimento de energia.

No setor hospitalar brasileiro, projetos e atitudes ambientalmente responsáveis tiveram início a partir da implantação de sistemas de gestão ambiental para eliminação de desperdícios, redução de Insumos e uso de materiais alternativos. Em pesquisa realizada por Esteves et. al. (2007) com a finalidade de avaliar as percepções dos gestores acerca dos impactos ambientais e econômicos em estabelecimentos certificados e não certificados, foi possível verificar que existiam inúmeras dificuldades na incorporação de um sistema de gestão ambiental, seja pela desinformação sobre seus benefícios ou pela necessidade de planejamento e investimento em todas as suas etapas.

Sendo assim, alguns componentes projetuais podem interferir na qualidade da edificação possibilitando economia de recursos e melhorando a promoção da saúde dos usuários. Dentre os itens capazes de contribuir para a concepção de EAS sustentáveis ou chamados hospitais verdes, destacam-se: a flexibilidade dos espaços; condições naturais de iluminação e ventilação; acesso a fontes de energia renováveis; redução dos impactos da construção na saúde humana e no meio ambiente, através de melhor localização, acesso ao sistema de transporte e inserção de espaços verdes (BITENCOURT, 2006; ANJOS, 2015; DHILLON, 2015).

Numa reflexão sobre as tipologias hospitalares e sua conexão com a natureza e

---

<sup>1</sup> VIEIRA, Bruna. Hospital-dia para crianças com câncer visando a certificação LEED. Trabalho Final de Graduação. Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2019.

eficiência energética da edificação, Carvalho (2016) chama a atenção para os aspectos positivos do modelo pavilhonar e edificações de pequeno e médio porte. O enfoque na diminuição do número de pacientes por bloco, a ventilação cruzada, iluminação natural e inserção de jardins, atuam para qualidade ambiental e humanização dos espaços.

Segundo Roberto e La cava (2015) e Gonçalves (2019), a adoção de estratégias projetuais para melhoria da saúde humana deve incluir tanto as que são trabalhadas para reduzir os impactos da construção no entorno, como as que são pensadas para diminuir os efeitos negativos das edificações no bem-estar físico e mental dos seus usuários. Nessa linha de raciocínio, Gonçalves (2019) pontua a importância dos critérios de certificação ambiental no desenvolvimento de projetos e construção de edifícios, assim como o envolvimento de diferentes grupos participantes na obtenção dos selos verdes, desde arquitetos, engenheiros, consultores e paisagistas, até os gerenciadores, instaladores, administradores, equipe de qualidade, equipe de infraestrutura, equipe de gestão e o cliente.

As certificações ambientais ou selos verdes, sejam nacionais ou internacionais, servem para legitimar – mas também orientar – planejamento, construção, manutenção e reformas de edificações com foco no desempenho ambiental e no ciclo de vida dos materiais. De acordo com os trabalhos de Salgado et. al (2012) e Passos e Bruna (2019), as diferentes metodologias de avaliação da qualidade ambiental de projetos propostas a partir dos anos de 1990, possuem requisitos que exigem nova postura na gestão do processo de projeto.

A certificação LEED - Leadership in Energy and Environmental Design - é direcionada às edificações sustentáveis, idealizada pela USGBC - United States Green Building Council - e bastante utilizada no Brasil, por meio do controle da Green Building Council Brasil. Sua aplicação possui inúmeros benefícios sociais, econômicos e ambientais, incluindo desde o aumento da satisfação e bem estar dos usuários e melhora na segurança e priorização da saúde dos trabalhadores e ocupantes, até a valorização do imóvel para revenda ou arrendamento, uso racional de recursos naturais, mitigação dos efeitos das mudanças climáticas e uso de materiais e tecnologias de baixo impacto ambiental.

Para as novas construções, o LEED abarca 8 tipologias, quais sejam: Localização e Transporte; Espaço Sustentável; Eficiência do uso da água, Energia e Atmosfera; Materiais e Recursos; Qualidade Ambiental Interna; Inovação e Processos; e Créditos de Prioridade Regional. Cada tipologia, por sua vez, possui pré-requisitos - obrigatórios, devendo ser atendidos integralmente para a obtenção da certificação - e créditos com atribuição de pontos que dependem do nível de certificação a ser dado ao empreendimento.

As certificações podem ser utilizadas também como uma ferramenta de auxílio ao projeto. Conforme trabalho de Marques e Salgado (2007), a compatibilização entre os requisitos de projeto estabelecidos pela metodologia LEED e as principais etapas do desenvolvimento do projeto arquitetônico - estudo preliminar, projeto legal, anteprojeto, projeto executivo - é bastante viável para a realidade brasileira. No entanto, os créditos estabelecidos pelo LEED não envolvem somente as decisões arquitetônicas, já que alguns encontram-se mais associados aos aspectos gerenciais



da edificação, incluindo sua manutenção posterior.

Segundo dados da Green Building Council Brasil, existem mais de 500 projetos certificados no Brasil com o selo LEED nos mais variados setores, sendo 40 da área hospitalar. Destes, 12 são certificados e 29 em processo de certificação, representando uma parcela de 8% em relação ao total (GONÇALVES, 2019). Sob esta perspectiva, observa-se oportunidade de ampliação dos estudos sobre o assunto e estímulo ao trabalho do arquiteto nessa direção.

A relação entre certificação LEED e o exercício propositivo para um EAS, fundamentaram-se em pesquisa e coleta de informações que antecederam o período de elaboração do projeto, fato já mencionado anteriormente. Envolveu também a obtenção dos documentos disponibilizados na plataforma online da U.S. Green Building Council e da versão LEED mais recente, v4.1 - o sistema de classificação e a planilha com todos os créditos e pré-requisitos. Em posse desse material, foram classificados os critérios para a área de arquitetura e urbanismo e as fases iniciais de projeto. A partir dessas considerações e da reunião de dados acerca das necessidades regionais por determinados serviços de saúde, foi possível desenvolver um estudo preliminar de um hospital-dia seguindo a introdução desses princípios, conforme apresentado a seguir.

#### **A INCORPORAÇÃO DA CERTIFICAÇÃO NO PROCESSO PROJETUAL DE UM HOSPITAL-DIA ONCO-PEDIÁTRICO**

A aplicação da certificação LEED nas primeiras etapas de projeto de um hospital-dia onco-pediátrico para a cidade de Natal/RN, tomou como base algumas decisões que delimitaram sua realização. Ainda que alguns desses aspectos extrapolem os limites deste artigo, há que se destacar pontos relevantes para a reflexão aqui apresentada, centrada na escolha pelo tipo de EAS, escolha do terreno e definição do partido arquitetônico e de aspectos que permitem a interlocução com a certificação. Além disso, a determinação do estudo preliminar para o nível da referida proposta arquitetônica justificou-se pela complexidade da atividade dentro do tempo disponível para sua concretização.

A escolha do perfil de EAS trabalhado, assim como porte da edificação e seu público alvo, se basearam em demandas reais da cidade. Considerou também a existência de apenas dois hospitais especializados no tratamento de câncer infanto-juvenil pela rede pública e a necessidade de ampliação de atendimento, já que esses hospitais também recebem crianças de outros municípios, inclusive do interior do estado do Rio Grande do Norte.

De acordo com o Instituto Nacional do Câncer (INCA, 2019), o tratamento para o câncer infantil inclui centros especializados e equipe multidisciplinar, podendo ser compreendido em três modalidades: quimioterapia, cirurgia e radioterapia, aplicadas para cada tumor de acordo com sua tipologia e extensão. Com tecnologias mais avançadas e terapêuticas, as chances de sobrevivência ao câncer aumentaram, aliadas à adoção de estratégias de identificação precoce das neoplasias. A maior parte das crianças são tratadas com quimioterapia, devido a origem embrionária da doença e cerca de 80% delas são curadas, sendo, portanto, a modalidade de tratamento adotada na proposta projetual.

Dito isto, a ideia de um projeto para um hospital-dia onco-pediátrico se encaixou satisfatoriamente aos pré-requisitos de demanda e tratamento apresentados, pois, segundo a Portaria nº 44 (BRASIL, 2001), o hospital-dia presta assistência intermediária, entre a internação e o atendimento ambulatorial. Engloba realização de procedimentos clínicos, cirúrgicos, diagnósticos e terapêuticos, que requeiram a permanência do paciente na unidade por um período máximo de 12 horas.

Diante dos dados provenientes da portaria citada e da escolha do público a ser atendido, estipulou-se um programa de necessidades elaborado a partir da RDC nº 50 (BRASIL, 2002) e estudos de referências projetuais, resultando num serviço composto principalmente por serviços ambulatoriais, de quimioterapia e áreas recreativas, com suporte técnico, administrativo e logístico direcionados às atividades prestadas ao paciente. A área construída prevista, nesta fase de programação arquitetônica, foi de aproximadamente 1.090m<sup>2</sup>, indicando a exigência de um terreno com capacidade de incluir o dimensionamento estipulado e espaços abertos com potencial paisagístico.

O Hospital-dia deveria localizar-se em uma região próxima aos dois hospitais infantis existentes que atendem oncologia na rede pública, pois possuem o setor de urgência e internação para o caso de necessidade de transferência do paciente. Ambos estão situados em uma região central da cidade, com características de transporte e usos favoráveis para a obtenção de créditos LEED, sugerindo essa área como a localização ideal para a implantação do equipamento.

O terreno a ser escolhido deveria atender a critérios básicos da certificação LEED de caracterização do entorno, zoneamento e detalhes projetuais para o nível de estudo preliminar, compatíveis com o desenvolvimento do trabalho do arquiteto nesta fase de projeto. Assim, para a tipologia LT - Localization and Transportation (Localização e Transporte), alguns aspectos nortearam a procura pelo lote para implantação do hospital-dia, especialmente os que dizem respeito aos créditos para uso de áreas já consolidadas e aos cuidados com áreas sensíveis.

Neste sentido, a poligonal da zona história da cidade atenderia ao requisito de localização do EAS, mas não apresenta lotes com dimensões suficientes para comportar a área construída prevista e agregar espaços livres aos ambientes edificados. Diante disto, foi escolhido um terreno com uma área de aproximadamente 3.200m<sup>2</sup>, em uma região limítrofe à zona histórica da cidade (ver hachura em amarelo na figura 1) de características semelhantes, atendendo, ainda assim, aos demais critérios da certificação ambiental descritos a seguir.



**FIGURA 1**

Localização do terreno escolhido na cidade de Natal/RN. Fonte: Elaborado pelas autoras com base em Google Maps e Wikipedia, 2021.

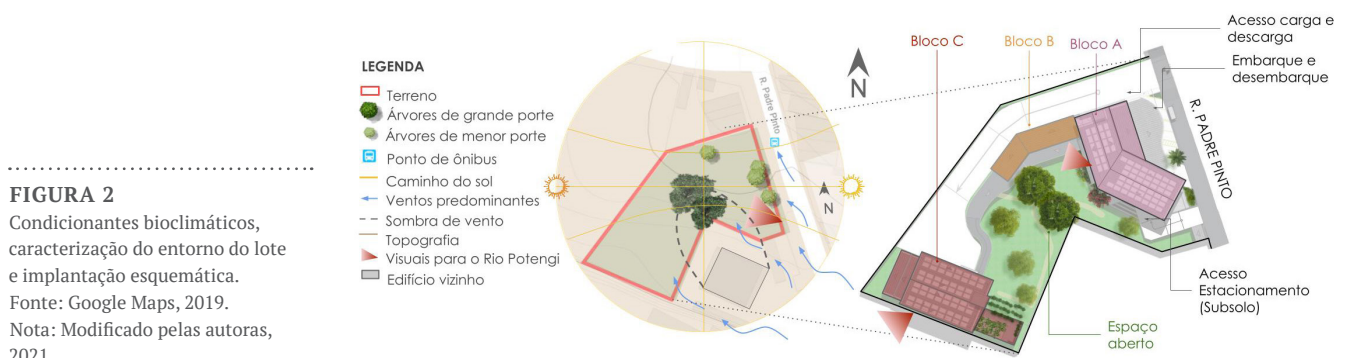
Como um dos créditos com pontuação alta, a LT Credit - Surrounding Density and Diverse Uses (Densidade do entorno e Usos Diversos) estimula a ocupação em áreas já consolidadas e a presença do pedestre, com locais para caminhar, e de proximidade ao trabalho e moradia. De modo a atender esse tópico, o lote escolhido insere-se no bairro Cidade Alta, considerado central e histórico, com padrão de ocupação com alta densidade e diversidade de uso em um raio de 800m. Foram encontrados vários usos, como farmácias, padarias, restaurantes, espaços para cultos religiosos e equipamentos educacionais, atendendo à quantidade mínima de estabelecimentos por uso e categoria.

A certificação não estimula o uso do carro e considera a acessibilidade ao empreendimento por meio do LT Credit - Access to Quality Transit (Acesso a transporte de qualidade), abordando a quantidade de linhas de ônibus e demais meios de transporte coletivo que devem estar próximos ao local. De modo a considerar esse crédito, o terreno escolhido está localizado numa região de grande integração axial, próximo à estação de trens urbanos e de uma praça, com alto fluxo de linhas de ônibus. Em frente ao terreno, está localizado um ponto de ônibus e a existência de 19 linhas, com frequência de transporte que atende ao solicitado pelo tópico de no mínimo 72 viagens em dias de semana.

Da mesma forma, o crédito LT Credit - Bicycle Facilities (Equipamentos de bicicleta) procura estimular estilos de vida saudáveis e redução de veículos automotivos, sugerindo implantação do edifício próximo a ciclovias que dão acesso a estações de outros modais. O terreno está localizado a 250m de caminhada da ciclovia da Av. Contorno que, por sua vez, se conecta à estação de trem do bairro da Ribeira após percorrer 1,1km, atendendo ao crédito.

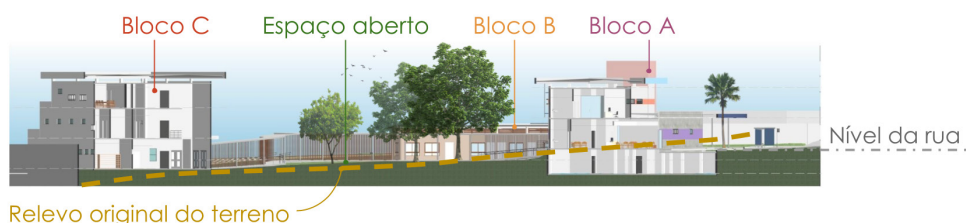
Em se tratando da tipologia SS – Sustainable Sites (Espaços sustentáveis), é importante apontar que foi possível identificar no terreno algumas das características ambientais exigidas pelo tópico, tais como: a necessidade de aproveitar a topografia natural e vegetação existente, incorporação dos ventos dominantes, cuidado com o impacto do ruído proveniente do entorno e atenção a sombra de vento provocada pela edificação do lote vizinho (representados esquematicamente na figura 2).

Essas condições climáticas e demais condicionantes relacionadas ao zoneamento, deram subsídio à conformação dos blocos contendo os espaços segundo programa de necessidades e aproveitamento dos elementos naturais acima comentados. Como fator determinante para a organização espacial da edificação, foi estabelecido a área central como um pátio interno arborizado, de modo a manter as árvores existentes identificadas em visita ao local (ver figura 2).



Visando facilitar o acesso dos pacientes ao edifício, o setor de atendimento ambulatorial foi situado na parte frontal do terreno. Seguindo o fluxo de acordo com o caminho a ser realizado pelo paciente, o próximo setor é o de tratamento com quimioterapia (QT-Dia), localizado no andar superior, ambos voltados para a ventilação predominante em Natal (sudeste) e dispostos no Bloco A. Por sua vez, se conecta com o setor de serviços (Bloco C) contendo as unidades: Apoio Administrativo, Apoio Logístico e Apoio técnico. Devido ao comprimento do terreno e apenas uma testada do lote com acesso externo, foi necessário a criação de uma via interna para carga e descarga de materiais e acesso aos dos setores de apoio.

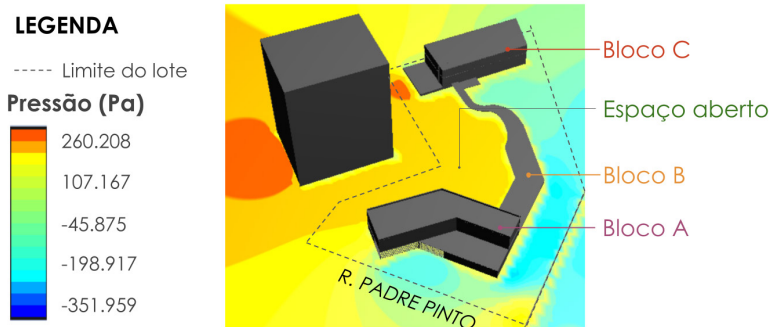
O zoneamento também foi pensado de acordo com a topografia do terreno e a chance de trabalhar com diferentes patamares de altura, modificando minimamente os desníveis originais do terreno, resultando em: Bloco A (setor ambulatorial e setor de tratamento por quimioterapia) ao nível da rua, considerando o ponto médio da testada do lote; Bloco B (recreação e refeitório) pouco abaixo do nível do Bloco A; e da mesma forma o Bloco C (serviços) em um nível mais abaixo do Bloco B, mostrado na figura 3 abaixo, sempre respeitando as inclinações dispostas na NBR 9050/2020.



**FIGURA 3**  
Corte esquemático.  
Fonte: Elaborado pelas autoras, 2021.

Com a intenção de alcançar o crédito SS: Open Space (Espaço Aberto), cujo objetivo é promover a interação com o meio ambiente, interação social, recreação e atividades físicas, foi necessário destinar 30% da área total do terreno para esta finalidade. Parte deste espaço deve ter dois ou mais tipos de vegetação ou cobertura aérea com vegetação. A criação de um pátio interno para atender esse crédito definiu inicialmente a disposição dos blocos, a partir do aproveitamento das árvores e localização da sombra de vento provocada pela edificação do lote ao lado.

A ventilação dos blocos foi estudada no programa Flow Design, da Autodesk, a fim de procurar a melhor solução para direcionar os ventos para o pátio e proporcionar uma diferença de pressão que favoreça o conforto dos pacientes e colaboradores, quesitos essenciais para o clima quente e úmido. Em paralelo, essas medidas permitem obtenção de créditos do LEED nas demais etapas de desenvolvimento do projeto, chegando ao posicionamento ideal dos blocos conforme demonstrado na figura 4.



**FIGURA 4**  
Simulação de índices de pressão de ventilação.  
Fonte: Autodesk Flow Design, modificado pelas autoras, 2021.

Dessa forma, os setores foram organizados para aumentar os espaços livres e possibilidade de receber ventilação natural, ocasionando pequena verticalização do bloco destinado aos serviços de apoio - embora atividades com maior necessidade de carga e descarga tenham sido localizadas no andar inferior - e a inserção do estacionamento no subsolo do bloco frontal.

A volumetria final, conforme mostra a figura 5, expõe os principais setores do hospital-dia e os créditos adquiridos com o processo relatado, distribuídos num conjunto edificado por três blocos que são resultantes dos diversos aspectos supracitados. Ademais, torna-se válido mencionar outras estratégias que associam os critérios da certificação ao conforto e satisfação do usuário com o espaço edificado, como por exemplo: o escalonamento do bloco C de serviços, possibilitando saída de ar natural para outros setores; a criação de uma área de descanso para os funcionários em um solário; a disposição dos espaços de maior permanência dos pacientes e funcionários para áreas verdes ou vistas contemplativas, como é o caso da vista para o Rio Potengi. Neste caso, esse tipo de decisão facilita a obtenção do crédito de Vistas de Qualidade em etapas posteriores do projeto.



**FIGURA 5**  
Volumetria do Hospital-dia e créditos adquiridos. Fonte: Elaborado pelas autoras, 2021.

## CONCLUSÕES

Propomos refletir sobre a inserção de critérios de certificação ambiental nas etapas iniciais de um projeto de hospital-dia onco-pediátrico, considerando alcances e limitações desse tipo de relação. Quanto à possibilidade de incorporação dos critérios de certificação no início da concepção projetual, observa-se importantes ganhos, seja pela obtenção de pontos/créditos oriundos dessa fase, seja pelas consequências positivas dessas decisões no desenvolvimento das etapas subsequentes do projeto. No tocante à relação específica com o projeto do hospital-dia exemplificado, acredita-se que o estudo pode oferecer benefícios ao entorno imediato, pela ocupação em áreas centrais/históricas, dotadas de infra-estrutura urbana compatível com o uso e com os critérios para certificação.

O uso da metodologia LEED no processo de projeto também destacou a importância do caráter interdisciplinar desta prática, sobretudo para edificações complexas, como os EAS. Embora o exercício tenha sido direcionado às etapas iniciais de concepção e aos créditos LEED relacionados ao trabalho do arquiteto nesta fase, outros aspectos podem requerer participação dos demais envolvidos na obtenção de certificação ambiental. Já nas fases posteriores ao estudo preliminar, a quantidade de detalhes, documentos e decisões a serem tomadas no projeto, exigirão, de fato,



uma equipe multidisciplinar para encaminhar questões que abarcam vários tipos de competências.

Ao incorporar elementos de certificação visando a melhoria da qualidade ambiental da edificação, o Hospital-Dia para crianças com câncer apresenta desde as suas primeiras concepções espaços acolhedores, abertos e integrados visualmente, com as salas recreativas e pátio externo e arborizado. O desafio de associar quesitos de certificação ao processo projetual na área hospitalar contribuiu para a compreensão e inserção de determinadas premissas de uma arquitetura com qualidade ambiental, direcionando aspectos do conforto bioclimático para as fases posteriores do projeto. Neste sentido, também se associa aos cuidados atuais com a pandemia causada pela covid-19 por meio da inserção de espaços abertos e de integração interior-exterior da edificação, facilitando a ventilação de ambientes.

A inclusão dessas variáveis também possibilitou o entendimento da integração entre todos os condicionantes envolvidos no projeto, especialmente quando associados ao estudo de fluxos, normas do setor de atenção à saúde e parâmetros de humanização desses espaços. Dessa forma, esses pressupostos funcionaram como espécies de “balizadores” que, junto com a quantidade e diversidade de quesitos a serem considerados nos projetos complexos, auxiliam o arquiteto na busca pelo compromisso com a saúde do ambiente e a saúde dos usuários.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anjos, A. (2015). Boas práticas: seis dicas para ser um hospital sustentável a partir do zero. *Revista Diagnóstico*, 29(março/abril), 66-67.
- Brasil. Agência Nacional De Vigilância Sanitária (2002). Resolução de Diretoria Colegiada – RDC nº 50, de 21 de fevereiro de 2002.
- Brasil. Ministério Da Saúde (2001). Portaria nº 44, de 10 de janeiro de 2001. [http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2001/prt0044\\_10\\_01\\_2001.html](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2001/prt0044_10_01_2001.html)
- Bitencourt, F. (2006). A sustentabilidade em ambientes de serviços de saúde: um componente de utopia ou de sobrevivência. In: CARVALHO, Antônio. *Quem tem medo da Arquitetura Hospitalar?* Salvador, BA, Brazil: FAUFBA, 13-48.
- Carvalho, A. P. A. (2016). Meio Ambiente E Estabelecimentos Assistenciais De Saúde: da segregação à humanização. Porto Alegre, RS, Brazil: Iv Enanparq, p.53-57.
- Dhillon, V. S. (2015). Green Hospital and Climate Change: Their Interrelationship and the Way Forward. *Journal Of Clinical And Diagnostic Research*, 9 (December), 15. <http://dx.doi.org/10.7860/jcdr/2015/13693.6942>.
- Esteves, V. A.; Sautter, K. D.; Azevedo, J. A. M. (2007). Percepção do impacto de sistemas de gestão ambiental em hospitais. Curitiba, PR, Brazil: IX ENGEMA- Encontro Nacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente.
- Gonçalves, C. (2019). Saudáveis e sustentáveis. *Revista Hospitais Brasil*, 95, (January/February), p. 12-34, São Paulo, SP, Brazil: Publimed Editora.
- INCA (2021). Câncer Infantojuvenil. Retrieved from <https://www.inca.gov.br/tipos-de-cancer/cancer-infantojuvenil>
- Marques, F., Salgado, M. (2007). Padrões de sustentabilidade aplicados ao processo de projeto. VII WORKSHOP BRASILEIRO DE GESTÃO DE PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS. Curitiba, PR, Brazil.



- Passos, L.; Bruna, G. (2019). Certificação ambiental LEED: mapeamento em São Paulo. *MIX Sustentável*, v. 5 (august), n. 3, 41-54.
- Roberto, H.; La Cava, A. (2015) Hospital sustentável ambientalmente: reflexões para a gestão do projeto. *Revista ACRED - ISSN 2237-5643*, v. 5, n. 9, 114-132.
- Salgado, M.; Chatelet, A.; FERNANDEZ, P. (2012). Produção de edificações sustentáveis: desafios e alternativas. *Ambiente construído*, v. 12 (December), n. 4, p. 81-99, Porto Alegre, RS, Brazil.
- USGBC. LEED v4.1 BD+C. Retrieved from <https://new.usgbc.org/leed-v41>

# PROJETO VERSUS FABRICAÇÃO:

## Considerações acerca da produção fragmentada na Construção Civil

**ROSA, Carolina**

Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil, 0000-0002-9668-7067  
carolinarosa.arq@gmail.com

### RESUMO

A fragmentação entre projeto e fabricação é uma característica marcante no setor da Construção Civil e acarreta uma relação conflitante entre a concepção do produto e a concepção do processo produtivo, com consequências deletérias tanto para a produção material, marcada pela ineficiência e pelo desperdício, quanto para o produto: as edificações em si mesmas, que muitas vezes acabam por não atingir um patamar de qualidade almejado pelos seus idealizadores e usuários. Este trabalho tecerá uma descrição dos principais condicionantes econômicos e organizacionais indutores desse estado de fragmentação e de suas relações com a atividade projetual, seguida de uma análise crítica que possibilite uma compreensão mais abrangente e pragmática de certos aspectos relacionados à produção de edificações e à prática arquitetônica.

### PALAVRAS CHAVE

Arquitetura; Construção; Projeto; Produção

### INTRODUÇÃO

A utilização da palavra versus para a titulação deste artigo não é uma casualidade. Na realidade produtiva da Construção, são escassos os casos em que a projeção se encontra em uma relação amistosa com a fabricação: trata-se de um setor em que as etapas de concepção e produção material são altamente fragmentadas, e no qual profissionais e processos de trabalho envolvidos em uma etapa e outra se encontram pouco integrados e familiarizados. Quem projeta não costuma estar no canteiro de obras, e o mesmo vale para o contrário. Tal circunstância é deletéria tanto para o processo produtivo, marcado pela ineficiência e pelo desperdício, quanto para o produto: as edificações em si mesmas, que muitas vezes acabam por não atingir um patamar de qualidade almejado pelos seus idealizadores e usuários.

A percepção deste estado de fragmentação tem origem na recorrente confrontação com outros setores produtivos, os quais são tomados como paradigmas de desenvolvimento e em que se constituem outros tipos de relação entre projeto e fabricação. A habitual comparação com a indústria automobilística e outras voltadas para a produção de bens de consumo duráveis, cujo processo de trabalho é fundamentado no modelo fordista, alimenta debates iniciados antes mesmo do movimento da arquitetura moderna, quando pensadores do campo começaram a questionar e propor solu-

ções para o que seria uma produção industrializada. Entretanto, ainda que muito se discuta sobre o que é dito ser uma Indústria da Construção Civil, há abordagens teóricas que chegam a questionar se esta constitui de fato uma atividade industrial (GROÁK apud Vrijhoef & Koskela, 2005).

Este trabalho tenta estruturar um quadro analítico que permita compreender as condições que tornam a Construção Civil um setor produtivo único sob os pontos de vista econômico e organizacional, para tecer uma crítica das relações e consequências desse cenário com e para a atividade projetual.

## **DAS PECULIARIDADES DA CONSTRUÇÃO CIVIL**

### **PECULIARIDADES MACROECONÔMICAS**

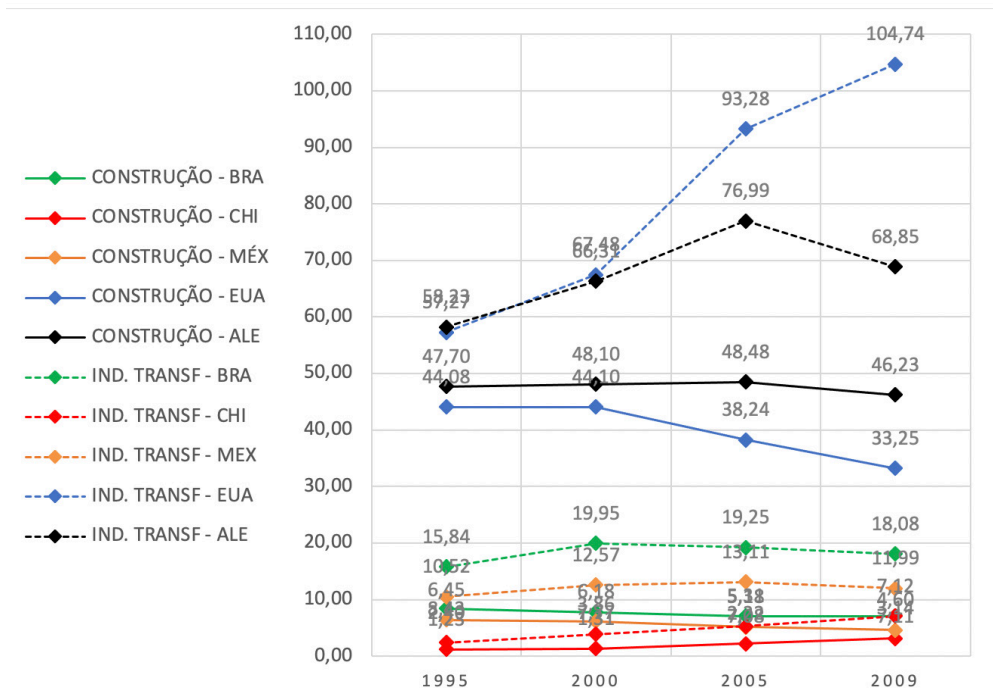
A Indústria da Construção Civil é marcada por especificidades que periodicamente a trazem para o centro de discussões e projetos econômicos ao redor do mundo. Quase dois séculos após a emergência de uma produção voltada para os mercados, o setor parece contrariar a tendência aparentemente inexorável de constante revolução das forças produtivas, conservando a exploração intensiva do trabalho humano. Embora não se possam negar melhorias incrementais, este ainda é um setor de base manufatureira frequentemente acusado de baixa produtividade, uma vez que seus indicadores costumam apresentar resultados bastante inferiores à média de produtividade na Indústria de Transformação (figura 1). O problema parece não ser apenas tecnológico ou organizacional, e encontra ressonância em países com conjunturas produtivas diversas.

A análise derivada da Sociologia Urbana francesa (Ribeiro, 1996) defende que algumas condições específicas de produção relacionadas à instituição pré-capitalista da Propriedade Privada da Terra sustentam a estagnação da Construção Civil, uma vez que esta se coloca como um obstáculo para a entrada e livre concorrência de capitais no setor. Não reprodutível, e submetida à certa condição de monopólio, esse “insumo”, indispensável à produção de edificações, possui características peculiares para além de sua relativa escassez: a necessidade de remuneração ao proprietário pela sua utilização, que obriga o capital produtor a renunciar a uma parcela do valor gerado no processo produtivo para pagamento de renda fundiária; condições políticas e sociais, tais como legislações capazes de interferir na rentabilidade de uma dada porção de terra; pluralidade de relações sociais, culturais e históricas que interferem na disponibilidade e extensão de parcelas do solo utilizáveis; entre outras.

A Propriedade Privada da Terra possibilita a extração de Rendas Diferenciais de Localização: uma parcela do valor gerado que varia conforme a presença de externalidades de aglomeração inerentes ao tecido urbano, que Lefebvre (2016) associou ao Valor de Uso Complexo. Este atributo se estende ao produto edifício, que assume uma complexidade de valoração dificilmente equiparável a outros tipos de mercadoria. A absoluta preponderância do Valor de Uso Complexo e das Rendas de Localização acaba por ofuscar a busca pela geração de valor no âmbito do projeto-produção: seja a partir da concepção das características físicas do corpo do produto, seja a partir de seu processo produtivo.

A baixa Composição Orgânica do Capital é um traço marcante na Construção Civil e costuma ser característica de setores marcados pela baixa produtividade. A razão, definida por Marx (2017), consiste na relação entre o Capital Fixo (investimentos no aperfeiçoamento do processo produtivo, tendo em vista o incremento da produtividade: tecnologias, maquinários, processos organizacionais) e Capital Variável (custos de mão de obra). Especificamente na Construção, ela pode ser associada a dois fatores: produção fragmentada e disponibilidade de mão de obra.

A fragmentação se dá devido ao retalhamento do solo urbano, que acarreta a necessidade de aquisição no varejo - condição incompatível com qualquer produção que se pretenda seriada - e à oscilação da demanda, uma vez que os preços e os prazos para o consumo de objetos imobiliários por si só limitam drasticamente sua velocidade de circulação e reduzem a capacidade de acesso dos consumidores. A instabilidade da Demanda Solvável, isto é, da capacidade do mercado em absorver constantemente a oferta de mercadorias imobiliárias, torna sua produção e consumo dependentes da oferta de crédito, que quase sempre precisa ser promovida ou subsidiada por políticas estatais (Ribeiro, 1996, p. 83).



**FIGURA 1**  
Produtividade Construção x Indústria de Transformação\* em países selecionados (US\$ 1000/1000 pessoas ocupadas).  
Fonte: Elaboração própria a partir de dados da World Input-Output Data selecionados por IPEA (2014).  
\*Exceto Refino de petróleo e combustível.

A fragmentação da produção no espaço e no tempo e a instabilidade da demanda são fatores que se apresentam como dificultadores de uma produção imobiliária seriada que justifique maiores aportes em Capital Fixo e o consequente incremento da produtividade. Ambos problemas estão relacionados à liquidez, isto é, à imobilização de capitais: seja pela aquisição de terrenos em maior quantidade, seja pelo tempo de realização dos investimentos em ativos fixos - o que só é possível quando da venda das mercadorias imobiliárias. Recentemente, o problema da liquidez vem sendo explorado pelo Capital de Promoção encarnado na figura das incorporadoras imobiliárias. Entretanto, a atuação desses agentes acaba por se descolar do ambiente produtivo, priorizando rendimentos a serem obtidos pelas atividades não produtivas

em detrimento daqueles potencialmente derivados das inovações tecnológicas ou da racionalização do canteiro de obras (Farah, 1996). Aportes em tecnologia, maquinários, métodos de organização do trabalho seguem sendo investimentos altos e de longa amortização, dependendo tanto esta quanto o retorno sobre capital fixo de uma produção contínua e em larga escala que não chega a se realizar.

Essa tendência de embotamento da evolução tecnológica é verificável na Construção brasileira e se caracteriza pela resistência ao investimento na transformação do processo produtivo frente à grande disponibilidade de mão de obra. Há décadas que a instrumentação e as tecnologias disponíveis são suficientes para que se otimize a produtividade, todavia, progressos vêm ocorrendo apenas de forma lenta e incremental. Um caso exemplar deste cenário manifestou-se recentemente durante um período de excepcional expansão da habitação popular no Brasil, na vigência do programa Minha Casa Minha Vida, quando foram admitidas apenas débeis inovações (no mínimo tímidas e nem tão novas assim) tais como o aumento do uso da alvenaria estrutural e das paredes de concreto com fôrmas deslizantes. Note-se que é justamente no caso dos terrenos inférteis à extração de rendas diferenciais de localização que se manifestam as investidas para otimização de uma produção seriada: nas periferias das grandes cidades, onde a renda fundiária é quase absoluta, os ganhos precisam ser extraídos do processo produtivo. Normalmente, investimento em Capital Fixo (considerem-se aqui os custos dispendidos na etapa de projetos, planejamento, orçamentação, reorganizações do processo de trabalho no canteiro) parece simplesmente não se justificar.

Muito tem se falado em processos BIM (Building Information Modeling) e seu potencial para revolucionar o setor de Arquitetura, Engenharia e Construção, já seu principal fundamento é o maior controle da produção. O entusiasmo dos setores responsáveis pela promoção dessas políticas, no entanto, contrasta com a realidade verificada na prática. Para além da tremenda e persistente pressão do exército de mão de obra sobre as condições de produção (Ferro, 2006a, p. 101), os retornos que potencialmente se derivariam desses investimentos são pouco verificáveis considerando as dinâmicas competitivas específicas do mercado. Os custos e os benefícios muitas vezes são desconhecidos frente a um estado de competição imprevisível e o Capital Produtivo tende a relutar em adotar inovações que possam aumentar seu produto para além do que o mercado pode absorver: prefere moderar seus impulsos e se acomodar em lucros médios, ao invés de excedentes (Harvey, 2013).

Tal conjuntura acarreta um constante baixo investimento nas etapas de projeto e planejamento. Tanto pela predominância do valor de uso complexo relacionado à localização em detrimento das qualidades próprias ao corpo do objeto edificado – as quais constituem o cerne do trabalho do projeto de edificações – quanto pela fragmentação e precariedade tecnológica e organizacional do processo produtivo.

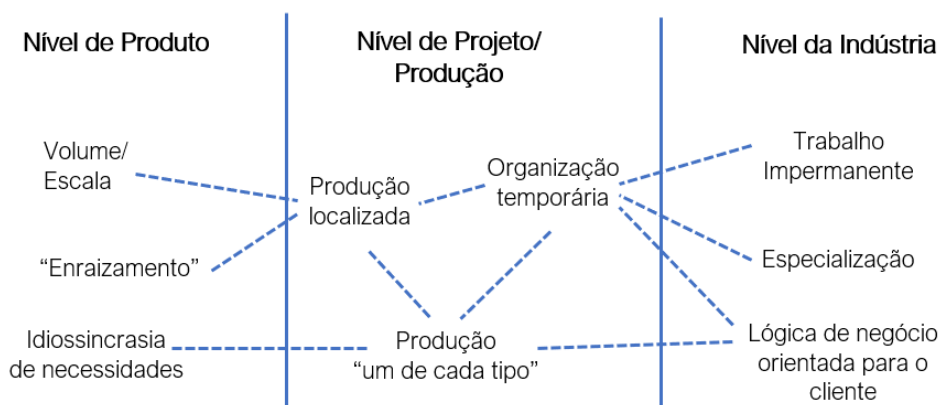
### **PECULIARIDADES ORGANIZACIONAIS**

A relação organizacional entre o design industrial e a linha de produção difere profundamente daquela estabelecida entre projeto de arquitetura e canteiro de obras, em função principalmente da repetitividade da produção seriada, que exige uma conexão intrínseca e precisa com o processo de fabricação, o que implica maior



investimento na etapa de projetos. O detalhamento do processo produtivo em si mesmo nesses casos é de suma importância, assumindo o protagonismo em detrimento do projeto do produto.

As peculiaridades da Construção foram analisadas por Koskela e Vrijhoef (2005), que as classificaram em três níveis: produto, projeto/produção e indústria. Nos três níveis, as peculiaridades estabelecem relações complexas e tendem a reforçar-se mutuamente, o que contribui para a persistência do caráter problemático da Construção:



**FIGURA 2**  
Peculiaridades da Construção Civil.  
Fonte: tradução a partir de Vrijhoef & Koskela, 2005.

Desde a década de 1960, tentativas de solucionar as peculiaridades da Construção Civil vêm sendo estudadas e, apesar de algumas proposições terem sido implementadas, pouco se avançou, persistindo em parte majoritária da produção os métodos tradicionais (Vrijhoef & Koskela, 2005, p. 20). Abordagens mais recentes vêm centrando seus esforços no nível de projeto e produção, onde talvez os atores envolvidos detenham maiores liberdades e possibilidades para experimentação frente à dificuldade de se induzir mudanças na indústria de maneira geral.

As peculiaridades nesse nível vêm sendo objeto de investidas da inovação em gestão, na tentativa de se minimizar desperdícios e aumentar a produtividade por meio de técnicas de padronização e reengenharia de processos. Seu maior expoente é talvez a abordagem Lean Construction, que consiste na assimilação de princípios derivados da manufatura toyotista pela produção na Construção Civil. A abordagem Lean tem se manifestado principalmente no canteiro de obras, com a alteração de alguns processos de trabalho em direção a uma maior racionalização produtiva sem, todavia, acarretar maiores investimentos em capital fixo e maquinários.

A ênfase da abordagem Lean nos processos produtivos contrasta com o argumento apresentado por Koskela e Vrijhoef (2005) de que justamente por a Construção ser um tipo de “engenharia por encomenda”, ela é uma “Indústria Baseada em Projetos” e, portanto, seu principal propósito para geração de valor deveria estar centrado nesta instância e não na redução de custos proporcionada pelo incremento de eficiência da produção. Essa visão é bastante pertinente, embora ainda sustente uma certa dicotomia entre “Indústria Baseada em Projeto” e “Projeto Baseado na Indústria”, na qual a disputa de uma dimensão sobre a outra pela preponderância na geração de valor converge com o entendimento apresentado neste trabalho de que

existe uma relação conflitante entre projeto e produção.

Quando falamos de um Projeto Baseado na Indústria, trata-se de bens projetados e fabricados de acordo com as características de uma dada linha de produção. Grandes investimentos em Capital Fixo dificultam uma maior variabilidade dos produtos fabricados: é o exemplo das singelas e cíclicas modificações no design dos automóveis ao longo dos anos. Esse não parece ser um modelo adequado para a Construção, já que sua produção quase sempre é de objetos singulares. A produção seriada e massificada nesse caso pode implicar prejuízos para o design por não se adequar a fatores como o enraizamento, a idiosincrasia de necessidades e a produção (sempre) localizada.

É possível também interpretar a Construção como uma Indústria Baseada em Projetos baseada em uma segunda indústria: a de materiais e componentes para a construção, setor que costuma inclusive atuar como indutor de inovações e de padronizações, através da introdução de componentes industrializados ao canteiro. Contudo, esse é um processo que se “impõe de fora para dentro, como resultado exclusivo de iniciativas de inovação externas à atividade de construção”(Farah, 1996, p. 160). Assim, são diretrizes de fabricação da linha de produção de materiais e de componentes que vêm condicionar o design do produto arquitetônico. Esse modelo costuma ser mais bem sucedido em países onde os processos de industrialização já se difundiram na Construção, talvez devido à disponibilidade tecnológica e ao preço da mão de obra. É questionável, entretanto, que se tenha atingido um patamar de desenvolvimento satisfatório uma vez que perdura, mesmo nos países do centro do capitalismo, a percepção da Construção como um setor atrasado e de baixa produtividade.

Um dos exemplos mais virtuosos do emprego de uma lógica similar a esta é o trabalho do arquiteto brasileiro João da Gama Filgueiras Lima (Lelé), que se valia dos processos de pré-fabricação e montagem: componentes padronizados de acordo com cada projeto ou conjunto de projetos específicos, quase sempre produzidos nas proximidades dos canteiros. Pode-se tomar a obra de Lelé como um bom exemplo de integração e equilíbrio entre concepção e produção que, apesar da repercussão dentro do campo arquitetônico, não se difundiu e consolidou no interior do mercado da Construção em geral (Miyasaka, Lukiantchuki, Bueno Ferrari Caixeta, & Minto-Fabício, 2016). Esse sustenta, todavia, uma relação pouco amistosa entre as duas etapas: a compreensão de projeto e construção não apenas não é integrada, como se encontra altamente segmentada. Embora Koskela e Vrijhoef (2005) apresentem considerações acerca de uma fragmentação da cadeia de suprimentos, a questão do hiato entre projeto e canteiro de obras não é apresentada explicitamente como um problema significativo. Não obstante, e apesar das diferentes conjunturas produtivas ao redor do mundo, pode-se afirmar que este é um paradigma da Construção Civil cujas tentativas de ruptura só vêm se tornando mais incisivas recentemente.

### **FRAGMENTAÇÃO NA REALIDADE BRASILEIRA**

Ao examinar a realidade brasileira, Marta Farah (1996), avalia que os projetos na Construção tradicional geralmente indicam apenas a forma final do edifício (projeto arquitetônico) ou as características técnicas de elementos da edificação (projeto estrutural, de fundações, de instalações, etc), não descendo a prescrições relativas

ao modo de executar, de tal forma que o projeto é antes de tudo um projeto de produto, e não da produção. Arquiteto e Engenheiro, responsáveis pela concepção científica do produto, geralmente não dominam a prática concreta do canteiro, existindo a ausência de coordenação entre projeto e execução, que decorre de uma dissociação entre a concepção do produto e a concepção do processo produtivo.

Curioso observar como o discurso crítico e bastante pertinente de Farah apresenta ao mesmo tempo um viés segmentário, ao considerar que o projeto do produto pode ser dividido em forma final (arquitetura) e características técnicas (engenharias) da edificação, reproduzindo uma visão que ainda se preserva no senso comum do meio profissional. O entendimento de que os projetos de um edifício se dividem em “Arquitetura” e “Complementares”, somado às circunstâncias produtivas, faz com que o Projeto de Arquitetura se encontre duplamente apartado dos requisitos considerados “técnicos” da produção: a primeira vez pela projeção em si mesma estar apartada da produção, a segunda vez pelo entendimento de que a dimensão “técnica” está reservada às engenharias. O emprego da palavra “técnico” nesse sentido faz parecer que a combinação de materiais e processos construtivos empregados na feitura de um objeto arquitetônico não seja, por si só, uma atividade de natureza técnica.

Os processos históricos de formação dos ofícios que conduziram as engenharias a uma proximidade maior com a produção ainda ecoam no ambiente produtivo. Manifestação clara disso é a presença dos engenheiros civis nos canteiros assumindo o papel de garantidores da produtividade, além da mais recente entrada de engenheiros de produção focados na otimização dos processos de trabalho, nos moldes da administração científica e taylorista. A presença dos profissionais responsáveis pela elaboração dos projetos, ao contrário, costuma ser rara, quando não inexistente. Necessário esclarecer que o inverso também é verdadeiro, pois é bastante incomum a presença de engenheiros e mestres de obras nos locais de elaboração de projetos. Aqui, a disciplinaridade parece atingir um grau mais alto de insuficiência, pois além da compartimentação entre as especialidades técnicas necessárias à construção de um edifício, existe ainda uma fragmentação não apenas disciplinar, mas também temporal e espacial, entre o trabalho que executam projetistas e construtores. No atual cenário da Construção brasileira, salvo na execução de obras de grande complexidade, não é possível confirmar a existência formal de uma tal atividade, ou conjunto de atividades, que se apresente concretamente enquanto “concepção da produção”.

Ora, Projetos Executivos são ainda projetos de produto que visam representar, da maneira mais detalhada possível, as características finais de um objeto acabado. Outras atividades que antecedem a fabricação, e estão mais diretamente vinculadas aos procedimentos dos canteiros de obras, ficam compreendidas no que pode ser entendido como as etapas de Orçamento e Planejamento. Fica a cargo dos orçamentistas e planejadores o desenho de tudo aquilo que está entre o projeto e a realidade do objeto edificado: canteiro de obras, materiais acessórios, equipamentos, ferramentas, mão de obra. O trabalho desenvolvido por estas especialidades geralmente se inicia a partir da conclusão dos Projetos Executivos, e as informações geradas por elas podem ser interpretadas como fragmentos do que seria uma concepção do

processo produtivo. Fragmentos porque tais informações se apresentam distribuídas em diversos documentos (planilha de quantidades e preços, caderno de encargos, caderno de especificações técnicas, cronograma de obra, etc.) que nem sempre encontram correspondência entre si, e também por isso, mas principalmente pelo seu descolamento formal enquanto instrumento aplicável à dinâmica produtiva, são pouco utilizados no momento prático de uma obra.

Seria importante pensar se tal coisa – concepção da produção – é de fato possível, considerando as condições da Construção Civil. Para Sérgio Ferro (2006b) os projetos executivos de obras civis não podem ser comparados com os de uma indústria de ponta, pois são meios precários, ainda que suficientes e compatíveis como a toska técnica que caracteriza a manufatura da Construção. De fato, enquanto representação do objeto acabado, o projeto pouco contribui com a produção que supostamente deveria orientar. Seu conteúdo, aliado à documentação de Orçamento e Planejamento, parece servir mais à mensuração e à verificação dos serviços executados, do que à determinação da fabricação em si, funcionando majoritariamente como documento contratual.

É improvável que nos moldes atuais das condições de produção seja possível algo como a sua concepção sistematizada. Se o fundamento da atividade produtiva continua sendo a habilidade dos trabalhadores e o conhecimento tácito que se exterioriza em sua memória motriz (Ferro, 2006b, p. 143), de que forma isto poderia ser traduzido em planos para execução? O argumento parece aqui alcançar um impasse, pois o cerne do problema está na divisão social do trabalho, mais especificamente no nível da estratificação entre trabalho físico e intelectual e que, vale ressaltar, não poupa a classe das engenharias. Outro obstáculo, aparentemente intransponível, é a imensa e cada vez maior disponibilidade de mão de obra que, pela razão capitalista, dificulta o emprego de meios tecnológicos mais sofisticados, necessariamente amparados por projetos mais sofisticados. Sérgio Ferro reconhece a complexidade da questão, afirmando que as transformações fundamentais na Construção dependem da resolução de questões fundamentais e inevitáveis em nível econômico-social (Ferro, 2006a, p. 101). Todavia, parece válido trabalhar concomitantemente com a hipótese de que o capitalismo encontra em suas próprias contradições os motores de sua transformação.

### **CONTRADIÇÃO E CONSIDERAÇÕES**

Uma das grandes contradições da Construção Civil é a de que a divisão do trabalho é ao mesmo tempo um de seus fundamentos produtivos e uma das razões de sua baixa produtividade. Este fato se manifesta na má reputação do setor, mas também no cotidiano dos profissionais que nele atuam, aparentemente insatisfeitos com a conjuntura. Dos escritórios de projetos aos canteiros de obras, paira certo ar de insatisfação e uma lacuna de compreensão multidimensional do problema. Projeto, produção, e produto parecem orbitar por campos perceptivos distintos, com tênues interseções, o que não encontra correspondência na realidade, onde a única característica que de fato os distingue é a sua temporalidade. Ao passo que os projetos são julgados pelo lapso de adequação ao ambiente produtivo, os canteiros também experimentam desencontros em série, pelo isolamento e confrontação de processos e etapas, de maneira que fica explícita a urgente necessidade de maximizar as inter-

seções destes campos perceptivos, no sentido de aproximar idealização, projeção e materialidade.

A própria ideia da prescrição de instruções para execução de um serviço cuja prática não se domina parece contraproducente. Da mesma forma, a imposição de condicionantes produtivos como limitações que tolham a liberdade de experimentação e inovações – inclusive tecnológicas - proporcionada pela amplitude perceptiva da etapa de projetos (Lawson, 2011), não parece ser a resposta mais adequada aos problemas complexos e multidimensionais que se apresentam para a produção do habitat humano. Na disputa pela preponderância na geração de valor, o trabalho do arquiteto (e da maioria dos projetistas) oscila majoritariamente entre o Projeto Baseado na Indústria, cujo produto é a arquitetura em produção seriada, e a Indústria Baseada em Projetos, de onde resultam as edificações excepcionais. Em cada polo a submissão de uma dinâmica ao domínio da outra acarreta prejuízos objetivos ao produto, seja pela negligência com o design – é o que se tem experimentado na produção habitacional em massa – seja pelas perdas e inadequações ocasionadas pela forma arquitetônica descolada de sua lógica produtiva.

Se poderia pensar que a produção de arquiteturas extraordinárias, que obriga ao desenvolvimento – nem sempre bem sucedido - de métodos de fabricação exclusivos, não acarreta necessariamente prejuízo ao produto. Entretanto, há que se considerar que a inadequação entre projeto-produto e produção costuma resultar em anomalias para ambos: as do processo produtivo menos notórias, devido ao encerramento do canteiro e à sua transitoriedade; as do produto perceptíveis por toda a sua vida útil, com implicações funcionais e inclusive de ordem estética.

Para Koskela e Vrijhoef (2005) deveríamos questionar, para além da viabilidade de se resolver as peculiaridades da Construção, se isso é de fato desejável, considerando a complexa questão da valoração em todas as suas dimensões: econômica, cultural, social, ambiental e histórica. Da mesma forma, se os caminhos da indústria tradicional, fundamentados nos princípios da padronização e repetitividade são os mais adequados para a evolução deste setor produtivo, uma vez que a diversidade de seus produtos constitui uma das virtudes do ambiente construído e do espaço existencial que nele se configura. Enquanto não se alcançam as mudanças estruturais em nível econômico-social, imprescindíveis para que sejam outras as condições de produção, o impulso para a superação da condição de atraso talvez possa ampliar horizontes que permitam pensar outros tipos de racionalidade produtiva para além da oscilação bipolar em que Projeto e Indústria estão em disputa. Um conhecimento aprofundado das características da Construção Civil constitui uma das bases para essa transformação e passa, necessariamente, pela resistência à alienação do processo produtivo enquanto totalidade e, portanto, pela aproximação com a atividade concreta, envolvendo matéria e trabalho no canteiro de obras.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Finance Code 001



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Farah, M. F. dos S. (1996). *Processo de trabalho da construção habitacional: tradição e mudança*. São Paulo: Annablume30.
- Ferro, S. (2006a). *Esboço: A produção da casa no Brasil*. In *Arquitetura e trabalho livre* (pp. 60–101). São Paulo: Cosac Naify.
- Ferro, S. (2006b). *Tese: O canteiro e o desenho*. In *Arquitetura e trabalho livre* (pp. 60–101). São Paulo: Cosac Naify.
- Harvey, D. (2013). *Os limites do capital* (1st ed.). São Paulo: Boitempo.
- IPEA. (2014). *Produtividade no Brasil: desempenho e determinantes* (Vol. v1). Brasília. Retrieved from <http://www.ipea.gov.br>
- Lawson, B. (2011). *Como arquitetos e designers pensam*. São Paulo: Oficina de Textos.
- Lefebvre, H. (2016). *Espaço e política: O direito à cidade II* (2nd ed.). Belo Horizonte: Editora UFMG.
- Marx, K. (2017). *O capital : crítica da economia política : livro I: o processo de produção do capital*. São Paulo: Boitempo.
- Miyasaka, E. L., Lukiantchuki, M. A., Bueno Ferrari Caixeta, M. C., & Minto-Fabício, M. (2016). *Arquitectura e industrialización de la construcción en la obra de João Filgueiras Lima – Lelé*. *Revista de Arquitectura* (Bogotá), 18(1 SE-Proyecto arquitectónico y urbano), 56–66. Retrieved from <https://doi.org/10.14718/RevArq.2016.18.1.6>
- Ribeiro, L. C. (1996). *Dos cortiços aos condomínios fechados: as formas de produção da moradia na cidade do Rio de Janeiro*. (Vol. 1). Rio de Janeiro: Letra Capital.
- Vrijhoef, R., & Koskela, L. (2005). *Revisiting the three peculiarities of production in construction*. In *Proceedings IGL-13* (pp. 19–27). Sydney: IGL. Retrieved 10 December 2020 from <http://usir.salford.ac.uk/9377/>

# SISTEMAS CONSTRUTIVOS DE PEÇAS LEVES: ARQUITETURA EM TEMPOS DE CRISE

**SCHERER, Carolina Freitas**

Universidade Federal do Paraná, Brasil, 0000-0002-6774-7251  
carolinascherer.ufpr@gmail.com

## RESUMO

Essa pesquisa de Iniciação Científica teve como objetivo o estudo do sistema construtivo modular (CARTA PATENTE Nº PI 1107472-8) e do sistema construtivo STEKO, suas características, vantagens e desvantagens, e uma breve reflexão sobre sistemas construtivos modulares de pequeno porte de madeira como alternativa no enfrentamento das crises do século XXI. Para esse estudo, foram observadas as características técnicas de cada componente, sua utilização na atividade projetual e sua acessibilidade durante a etapa de construção. Em seguida, foi estabelecida uma comparação sucinta entre ambos os sistemas e os blocos cerâmicos convencionais, com o objetivo de ressaltar as vantagens do sistema estudado e seu potencial de inovação no mercado da construção civil, assim como seu papel na redução dos impactos ambientais negativos da indústria da construção. A pesquisa, fundamentada na tese de doutorado “ARQUITETURA DE MADEIRA: REFLEXÕES E DIRETRIZES DE PROJETO PARA CONCEPÇÃO DE SISTEMAS E ELEMENTOS CONSTRUTIVOS” e em documentos técnicos referentes ao sistema STEKO, aponta as vantagens de sistemas construtivos leves e modulares de pequeno porte de madeira frente aos sistemas convencionais, assim como seu papel na melhoria da condição de trabalho nos canteiros de obra, mitigação dos impactos da construção no meio ambiente e acesso à moradia formal.

## PALAVRAS CHAVE

Madeira, Sistema Construtivo Modular, Acessibilidade, Sustentabilidade.

## INTRODUÇÃO

Essa pesquisa, desenvolvida durante a graduação em Arquitetura e Urbanismo na modalidade de Iniciação Científica, pretende analisar o sistema construtivo modular de peças leves de madeira [CARTA PATENTE Nº PI 1107472-8], sua aplicabilidade e relevância no cenário da construção civil brasileira como alternativa arquitetônica, construtiva, social e ambiental, especialmente para pequenas residências de caráter emergencial. Isso se dará através da análise detalhada do sistema, juntamente com o estudo preliminar de um sistema similar em madeira, o Sistema STEKO, a fim de elencar soluções relevantes para o debate acerca da potencialidade das novas tecnologias e seu papel no enfrentamento das crises sociais e ambientais do século XXI.

Nesse sentido, a pesquisa busca um alinhamento às metas estabelecidas pela Organização das Nações Unidas, expressas na Agenda 2030 no Brasil através dos

Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS 2030). Em especial, as linhas da atual pesquisa estão vinculadas às metas referentes à Indústria, Inovação e Infraestrutura (ODS 9) e às Cidades e Comunidades Sustentáveis (ODS 11), no que diz respeito ao emprego da madeira como material de construção sustentável em diferentes tecnologias construtivas. Além disso, há também uma contribuição secundária para os tópicos: Trabalho Decente e Crescimento Econômico (ODS 8), no que diz respeito à melhora das condições de trabalho nos canteiros de obra; e Redução das Desigualdades (ODS 10), já que é estabelecida uma relação entre o acesso à moradia de qualidade e os métodos e materiais construtivos empregados.

O estudo destes sistemas visa a esclarecer seu funcionamento tecnológico e seu potencial impacto no cenário da crise habitacional crescente, buscando difundir esses sistemas construtivos e aperfeiçoar sua utilização na construção civil. Uma tendência que pode ser observada em ambos é a da criação de novos sistemas com componentes de pequeno porte que possibilitam a autoconstrução e a consequente popularização da construção em madeira, suas possíveis razões, causas e efeitos. Será, também, abordado o tema da construção em madeira no Brasil e sua importância para a discussão da sustentabilidade na construção civil.

### **MADEIRA E MEIO AMBIENTE**

A madeira é um material de construção milenar, amplamente utilizado nos assentamentos primitivos, dividindo a indústria da construção com a alvenaria e a cantaria até o advento da Revolução Industrial. Com o desenvolvimento das tecnologias do concreto armado e do aço no século XVIII a madeira passou a ter seu uso restrito às moradias populares e a edificações de menor importância, adquirindo um caráter de tecnologia inferior e pouco resistente.

A retomada da utilização da madeira como tecnologia construtiva aconteceu na década de 1970, impulsionada por nomes como Thomas Herzog, Roland Schweitzer e Pierre Lajus. Essa retomada se deu inicialmente através do uso de sistemas pilar-viga, evoluindo posteriormente para paredes portantes com montantes de madeira maciça e vedação com painéis de compensado. Então, em 1978, foi criada a primeira cátedra de construção em madeira na Escola Politécnica de Lausanne, na Suíça, consolidando o início da retomada da madeira como tecnologia construtiva (GAUZIN-MÜLLER, 2005).

Entretanto, a recuperação da madeira como tecnologia da construção é um processo lento que encontra muita resistência, especialmente no Brasil, frente a utilização em massa de aço e concreto. Essa utilização em escala desses materiais na indústria da construção é responsável por grande quantidade dos problemas ambientais que estamos vivendo hoje. Sabemos, por exemplo, que a indústria da construção é responsável por 40% a 50% das emissões de CO<sub>2</sub>, enquanto a madeira é capaz de sequestrar entre 1 e 1,2 toneladas de CO<sub>2</sub> por m<sup>3</sup> de madeira, apresentando, ainda, uma das pegadas de carbono mais baixas em relação aos demais materiais de construção, especialmente em regime de manejo sustentável (DIAS, 2020). Além disso, a madeira é um material de construção com baixa geração de resíduo em obra e com a possibilidade de reaproveitamento, especialmente quando utilizada em sistemas modulares que já preveem o desmonte recorrente da mudança de uso

ou fim da vida útil da edificação, como aqueles estudados nesse artigo.

Apesar da madeira oferecer uma série de vantagens ambientais em comparação com os materiais usualmente utilizados na construção civil brasileira, como a captura de CO<sup>2</sup> atmosférico (DIAS, 2020) e a manutenção da floresta em pé (GAUZIN-MÜLLER, 2005), ainda há uma resistência cultural à madeira em obras de caráter permanente, ficando relegada ao uso em casas de campo ou praia. Circula também, inclusive nos meios acadêmicos, a ideia equivocada de que a proibição do uso de madeira na construção manterá as florestas em pé, o que tem fracassado, uma vez que as florestas nativas no Brasil são derrubadas de maneira criminosa para a substituição por áreas de pastagens para gado e monoculturas. Para que a madeira possa ser amplamente utilizada é importante que haja um controle de produção em florestas plantadas e também através de sérias políticas de manejo sustentável das florestas nativas, além do controle de qualidade da madeira maciça e dos produtos engenheirados de madeira voltados para a construção.

De acordo com GAUZIN-MÜLLER (2005, p. 9), com o manejo sustentável, além do aumento da sustentabilidade da indústria da construção, a utilização de madeira maciça pode estar, também, associada à preservação das áreas vegetadas, especialmente por criar uma associação entre a floresta em pé e o benefício econômico. Além disso, a utilização da madeira maciça atribui uso às árvores maduras antes que estas se decomponham e devolvam o CO<sub>2</sub> sequestrado para a atmosfera, otimizando a capacidade da floresta de captação e retenção do dióxido de carbono.

Como reflexo do aumento da demanda por projetos mais sustentáveis e por materiais que os tornem possíveis, podemos observar o desenvolvimento cada vez mais frequente de novos sistemas construtivos que tenham a madeira como material principal. São sistemas que vão muito além da utilização da madeira massiva e oferecem tecnologia suficiente para que a madeira possa ser utilizada em projetos que exigiam a utilização de materiais como o concreto armado e o aço, como edifícios em altura. É evidente que cada material de construção oferece vantagens e desvantagens, portanto o necessário para que possamos projetar um ambiente construído com uma boa perspectiva futura é o balanceamento desses sistemas, visando aumentar o uso de materiais de impacto ambiental positivo e de caráter renovável, restringindo o uso de materiais de alta pegada de carbono para situações onde eles se façam necessários.

Essa breve seleção de dados demonstra que a adoção da construção em madeira em maior escala é uma alternativa eficiente para o cenário de crise que estamos vivendo, respondendo às necessidades de preservação das florestas existentes - através da valorização econômica da floresta em pé -, da utilização de materiais renováveis, de materiais de alta durabilidade e eficiência energética e, finalmente, de materiais leves e acessíveis, que possam facilitar o acesso ao direito universal à moradia.

Fica evidente, portanto, a importância do desenvolvimento de novas tecnologias que incorporem a madeira na construção civil, especialmente aquelas que tenham como objetivo a popularização do material e sua difusão nas diferentes camadas sociais. A seguir, abordaremos brevemente dois sistemas construtivos bastante recentes que buscam atender às demandas impostas aos profissionais da construção no século XXI.

## DOIS SISTEMAS CONSTRUTIVOS

### STEKO

Steko é um sistema construtivo modular em madeira desenvolvido por uma empresa suíça, Steko® Holz-Bausysteme AG. É um sistema relativamente recente, com o primeiro projeto realizado em 1996, e atualmente já foi utilizado em projetos residenciais, comerciais, industriais e rurais. Esse sistema manifesta um anseio por um sistema construtivo acessível e não restritivo, tomando por diretriz a possibilidade de sua utilização em projetos arquitetônicos de diferentes soluções formais, assim como a flexibilidade posterior à construção, permitindo a adaptação da edificação frente às novas necessidades dos usuários. A utilização da madeira também está vinculada aos ideais que deram origem ao sistema, que é apresentado como uma alternativa sustentável e econômica para construções de pequeno porte.

### O SISTEMA

O sistema compreende quatro tipos de peças (Figura 1): um módulo básico (principal peça do sistema), uma peça para servir de base, uma peça para servir como cinta de amarração e uma quarta peça para acabamento lateral. Todas as peças do sistema são feitas a partir de madeira sólida de Espruce ou Abeto, com densidade de 0,28 g/cm<sup>3</sup> a 10-12% de umidade.

O bloco primário é constituído pela união em fábrica de várias peças de madeira sólida, de forma que possa ser disposto em fiadas e formar uma estrutura de vedação. A forma do bloco é tal que permite espaços internos para a passagem de instalações e materiais isolantes em seu interior, além de garantir conexões rígidas sem o auxílio de peças externas. A geometria da peça prevê, ainda, que possam ser realizados cortes in loco para execução de cantos não ortogonais do projeto, sem perder a função estrutural.

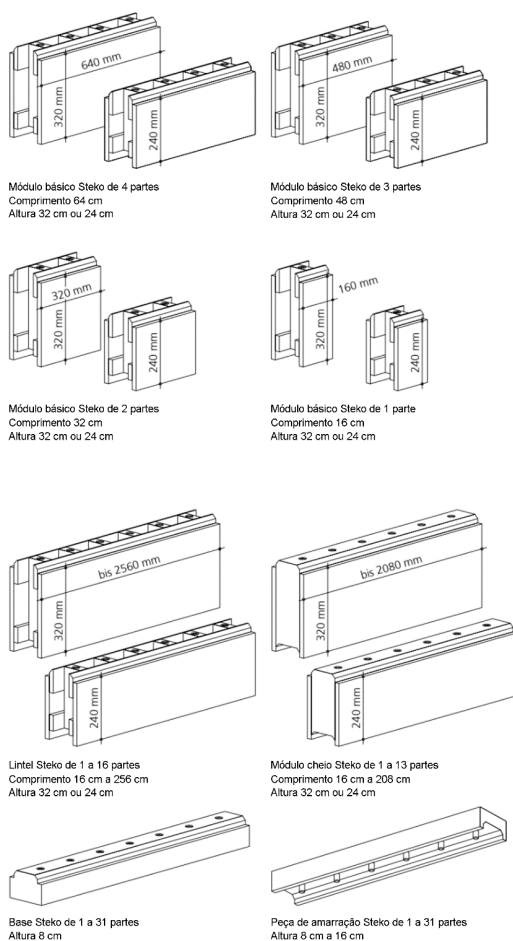
A aquisição do módulo é feita a partir da encomenda das peças previstas no projeto arquitetônico, de modo que haja precisão e economia no momento da construção.

A fim de evitar deformação do bloco, o módulo é composto por peças de madeira com as fibras dispostas transversalmente umas às outras. A cola utilizada para a junção dessas peças é à base de poliuretano livre de formaldeído.

Por terem fechamento com madeiras de baixa densidade, a vedação dos blocos Steko deve seguir alguns cuidados com a sua exposição às intempéries. Internamente as peças podem ser deixadas expostas, mas é necessário revestimento das peças na face externa da estrutura. Pensando na questão estética vinculada à necessidade de economia de recursos, a empresa criou três categorias de acabamento das peças: B/B, B/C e C/C; sendo B a superfície com acabamento mais refinado para ficar exposta e C com acabamento menos refinado com a pretensão de revestimento posterior.



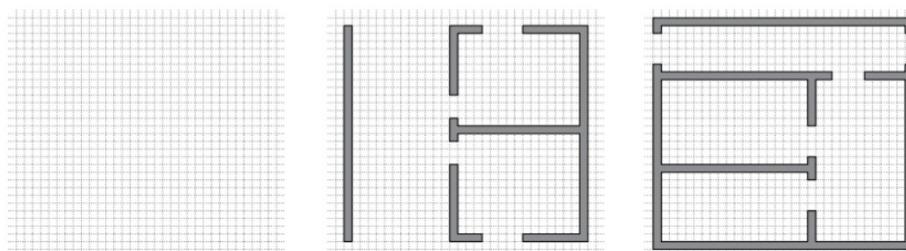
## Tipologia dos blocos STEKO Holz-Bausystem



**FIGURA 1**  
Detalhe das diferentes tipologias do sistema construtivo Steko. (Steko, 2013)

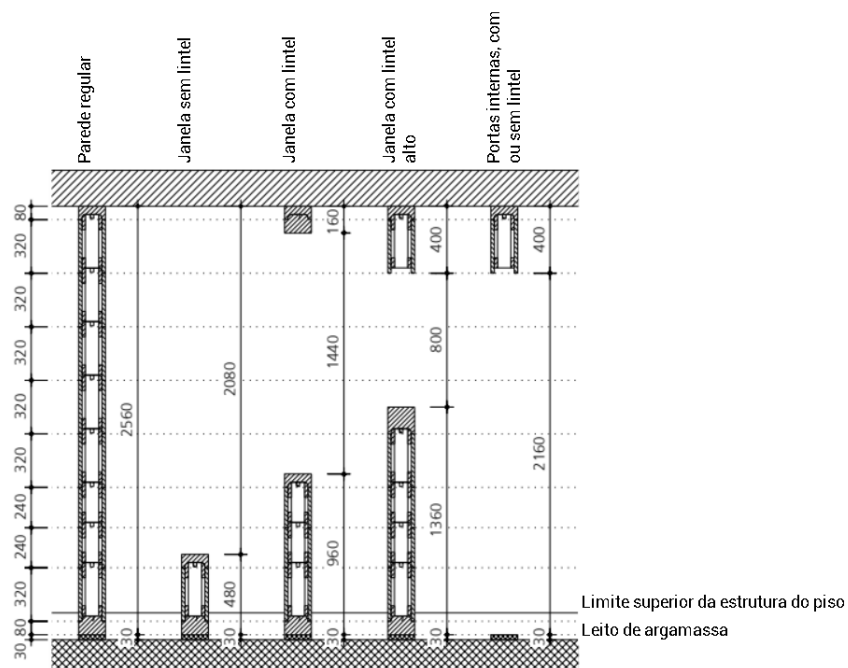
Essa flexibilidade se dá por meio da construção de um sistema com módulos que permitem a criação de uma grelha horizontal de 16 cm (Figura 2; peças de 16,32 e 64 cm de largura), e vertical de 8 cm (Figura 3; peças de 24 ou 32 cm de altura) e, com o limite de altura total da edificação em 3 pavimentos de até 3,04m. Com essa possibilidade de projetar em grelha, o sistema dispensa a necessidade da utilização de portas e janelas sob medida, permitindo que o projetista utilize elementos conforme o padrão de mercado local. Essas considerações têm como objetivo a utilização do sistema por arquitetos, sem impor muitas restrições formais.

**FIGURA 2**  
Demonstrativo da modularidade horizontal do sistema construtivo Steko. (Steko, 2013)



Grelha horizontal de 16 cm com possíveis arranjos de paredes

**FIGURA 3**  
 Demonstrativo da modularidade vertical do sistema construtivo Steko. (Steko, 2013)



Com o objetivo de permitir a construção da edificação de forma independente, por diferentes tipos de pessoas, o bloco STEKO foi projetado para ser leve (pesando até 6,5 kg), de dimensões acessíveis para um fácil manuseio e com uma lógica de montagem bastante simplificada.

Peças-sistema [Carta Patente nº PI 1107472-8]

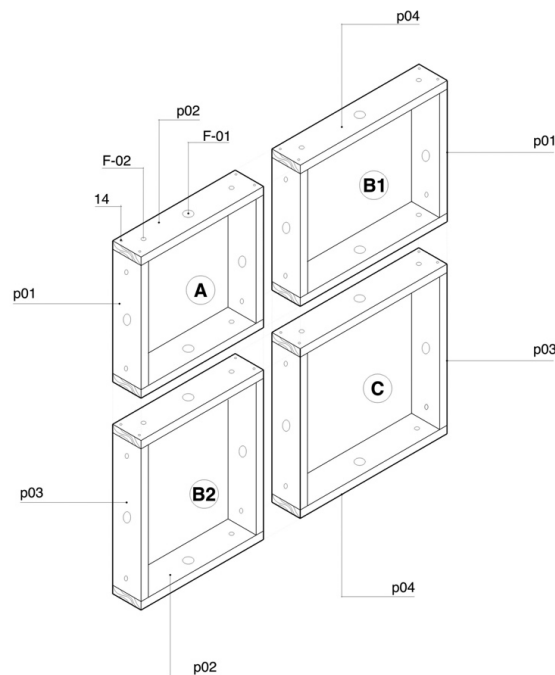
As peças-sistema desenvolvidas na tese de doutorado “Arquitetura de madeira: reflexões e diretrizes de projeto para concepção de sistemas e elementos construtivos”, de Andrea Berriel, são painéis de vedação estruturais de madeira maciça. Os componentes desse sistema são derivados da conjugação de painéis de madeira maciça e do sistema plataforma, segmentado em partes menores. As diretrizes do sistema envolvem a flexibilidade do projeto arquitetônico e a simplificação das operações envolvidas na construção dos edifícios, desde o transporte até a montagem. O projeto e construção dos módulos têm como objetivo a otimização da matéria prima, velocidade de montagem, controle térmico e a alta qualidade formal e de acabamento, tudo isso visando o desenvolvimento de um sistema de baixo custo que permita a construção sem mão de obra especializada. A utilização de madeira maciça na peça-sistema é consequência da busca de um material renovável e com impacto positivo no meio ambiente, além da qualidade plástica e estrutural.

### O SISTEMA

Os componentes do sistema, por serem estruturais, permitem a construção de edificações de até 3 pavimentos em que estrutura e vedação acontecem juntas. As madeiras selecionadas para o estudo das peças-sistema foram a Bracatinga (densidade de 0,65-0,81 g/cm<sup>3</sup> a umidade de 12-15%), o Ipê (densidade de 0,92-1,08 g/cm<sup>3</sup> a umidade de 15%) e o Pinus (densidade de 0,40-0,50 g/cm<sup>3</sup> a umidade de 12-15%). O objetivo era testar duas madeiras nativas - sendo uma local e uma nacional - e uma madeira exótica.

**FIGURA 4**

Diferentes tipologias de peças do sistema construtivo modular.  
Legenda: A - módulo 50x50 cm; B1 - módulo 50x60 cm; B2 - módulo 60x50 cm, C - módulo 60x60 cm; p01 - 3x10x43,7 cm; p02 - 3x10x47,7 cm; p03 - 3x10x53,7 cm; p04 - 3x10x59,7 cm; F-01 - orifícios para parafuso de 0,14 cm; F-02 - orifícios para conduítes de 1" ou 1e1/2"; 14 - posição dos parafusos de fixação. (BERRIEL, 2009).



As ossaturas das peças-sistema são compostas por quatro peças, sendo o comprimento delas 50 ou 60cm. Essas combinações resultam em módulos de: 50x50 cm, 50x60 cm, 60x50 cm e 60x60 cm (Figura 4). Esses componentes foram condicionados pelas características das madeiras escolhidas para o projeto, visando o melhor aproveitamento da matéria prima através de peças curtas (até 70 cm de comprimento). Com o objetivo de minimizar o tempo de montagem e a emissão de poluentes provenientes dos adesivos industriais, a construção dos módulos e a união entre eles se dá através do uso de parafusos, cujos locais já são perfurados em cada peça.

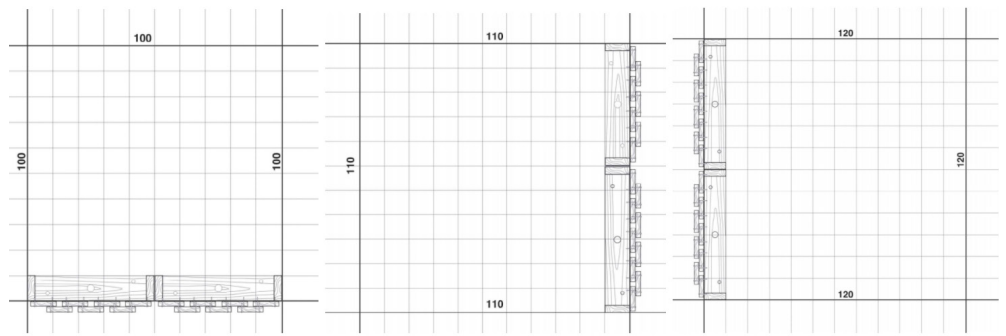
Está prevista na geometria do módulo a passagem das instalações elétricas através de orifícios localizados nas peças que compõem a peça-sistema. A passagem de encanamento sanitário, por sua vez, exige a adaptação do diâmetro do furo para a tubulação desejada, podendo haver a necessidade de realizar reforço estrutural.

### **FLEXIBILIDADE E ACESSIBILIDADE**

A flexibilidade do sistema modular desenvolvido está relacionada com a possibilidade de crescimento vertical e horizontal de 10 em 10 cm, como ilustra a Figura 5. Apesar da existência da malha de 10 cm, o sistema exige estruturas próprias de vedação em vãos de janelas e portas, apresentando dificuldade de utilizar padrões do mercado por conta das dimensões dos módulos. O sistema prevê, ainda, a possibilidade de expansão e rearranjo das estruturas da construção, de forma prática e sem perda de material. A flexibilidade das peças-sistema permite sua utilização em projetos de diferentes portes e com diferentes graus de acabamento, podendo ser empregado para a construção de habitações de cunho social, unifamiliar e emergencial ou para construções comerciais e institucionais.

**FIGURA 5**

Demonstrativo da modularidade horizontal do sistema construtivo modular. (BERRIEL, 2009)



Para além da questão projetual, as dimensões e o peso (a ossatura do maior módulo mede 60x60 cm e pesa 5 kg, considerando as peças de Bracatinga) das peças foram planejadas para que pudessem ser transportadas em veículos pessoais por pessoas de diferentes constituições físicas, sem exigir força ou estatura específicas. Além disso, a simplicidade do processo de construção é essencial para que o sistema seja universal e que dispense mão de obra especializada ou conhecimento técnico prévio.

### COMPARAÇÃO ENTRE OS SISTEMAS

Após a análise sintética dos dois sistemas construtivos modulares de peças pequenas (curtas e de seção reduzida) de madeira, é possível estabelecer uma breve comparação entre esses sistemas e o sistema convencional de construção com tijolo cerâmico. É evidente que as peças de menores dimensões e de maior oferta no mercado seriam as mais procuradas para sua utilização na construção de uma edificação, porém o objetivo do trabalho é estabelecer uma relação entre sistemas construtivos modulares e a acessibilidade na construção civil. Portanto, a título de comparação, foram escolhidos os exemplares de maiores dimensões de cada sistema para a tabela, para que fosse possível estabelecer um paralelo entre as situações mais desfavoráveis de transporte individual de cada componente.

	Steko	Peças-Sistema	Alvenaria Cerâmica
Dimensões Máximas	16 x 32 x 208 cm 1,51 peças/m <sup>2</sup>	10 x 60 x 60 cm 2,77 peças/m <sup>2</sup>	19 x 19 x 39 cm (16 furos) 14,28 peças/m <sup>2</sup>
Peso Máximo	6,5 kg	Bracatinga: 5 kg	9 kg
Peso por m <sup>2</sup>	9,85 kg	Bracatinga: 18,9 kg	128,6 kg (sem argamassa)

Grelha Horizontal	16 cm	10 cm	40 cm (com argamassa)
Grelha Vertical	8 cm	10 cm	20 cm (com argamassa)
Altura Máxima Estrutural	3 pavimentos	3 pavimentos	2 pavimentos
Possíveis Resíduos na Obra	Cola, serra-gem	-	Água, areia, cimento (resíduos argamassa), peças quebradas
Emissão de CO <sup>2</sup>	- 60kg/m <sup>2</sup>	- 20kg/m <sup>2</sup>	+ 15,75kg/m <sup>2</sup> (com argamassa)

**TABELA 1**

Comparativo entre os sistemas construtivos estudados e a alvenaria cerâmica. Para o cálculo da emissão da alvenaria cerâmica foi considerada uma camada de 2cm de espessura de argamassa entre os blocos, os valores utilizados foram os presentes em CUNHA, 2016. Para os sistemas em madeira foi utilizado o valor de - 1ton/m<sup>3</sup> (DIAS, 2020).

A condição de trabalho nos canteiros de obra está intimamente relacionada com o tipo de material utilizado, sabemos, por exemplo, que a maioria dos trabalhadores dessa área param de trabalhar devido a doenças, morte ou doenças musculares/ósseas (Arndt et al., 2005). No Reino Unido, cerca de 30% das lesões fatais acontecem em canteiros de obra, e 19% das lesões não fatais são decorrentes do carregamento, manuseio e levantamento de objetos pesados (Hengel et al., 2012, HSE, 2020). Esses dados nos apontam para a necessidade de uma revisão da qualidade de vida dos trabalhadores de canteiros de obra, e o material de construção utilizado está intimamente relacionado com essa questão. A tabela acima demonstra a diferença de peso e de velocidade de montagem, consequente da quantidade de peças por metro quadrado e da montagem a seco dos sistemas em madeira, entre os sistemas modulares de madeira estudados e o sistema de alvenaria convencional, fatores que indicam a preferência pelos sistemas leves e modulares para a melhoria do ambiente de trabalho no canteiro de obras. Além disso, é possível observar na tabela a importância da utilização de madeira na construção civil do ponto de vista ambiental, por conta do altíssimo potencial de absorção de CO<sup>2</sup> atmosférico do material. As edificações em madeira neutralizariam as emissões das construções em alvenaria compensando esses impactos com um menor volume de material. O equilíbrio de emissões poderá, assim, ser atingido em um curto período de tempo, através do incentivo à construção e à indústria da madeira.

## CONCLUSÃO

O principal motor dessa pesquisa foi o desejo de explorar novas formas de utilizar a madeira na construção civil, com o objetivo de abordar diferentes métodos cons-



trutivos que possam incentivar profissionais da construção a fazerem mais uso da madeira em seus projetos, fomentando o atendimento às metas de desenvolvimento sustentável estabelecidas nas ODS's. A escolha da madeira se deu, especialmente, visando a melhoria das questões ambientais, mas tendo em mente que também é uma alternativa para aumentar o acesso à moradia, simplificando os processos construtivos e barateando os custos, se incorporada em um sistema de produção de larga escala. No cenário de crise sanitária que estamos vivendo, o acesso à moradia formal adquiriu uma importância ainda maior, visto que são nos assentamentos informais com moradia precária onde as pessoas mais estão sendo afetadas pela pandemia da COVID-19. Sem acesso ao saneamento básico e, conseqüentemente, à higiene necessária para a prevenção das doenças, além da alta densidade de moradores em pequenas residências e ao difícil acesso ao sistema de saúde, os moradores dessas localidades ficam vulneráveis às questões sanitárias.

Nesse estudo, foram colocadas uma série de questões que meramente arranham a superfície das possibilidades que possuímos para enfrentar as crises contemporâneas colocadas acima. Apesar de os sistemas construtivos modulares em madeira serem apenas uma das formas de minimizar os impactos ambientais da construção, aumentar a qualidade de vida nos canteiros de obra e o acesso à moradia, eles são um passo importante nessa busca pela melhora da situação que estamos vivendo hoje. A adoção da construção com madeira em larga escala representa, além disso, uma estratégia promissora para a preservação e incentivo de plantio de florestas, gerando um material com qualidades ambientais e construtivas que corresponde às demandas da atualidade, sendo capaz de produzir produtos – peças-sistema – leves e acessíveis, que possam facilitar o acesso ao direito universal à moradia para aqueles que ainda não possuem a chance de exercê-lo.

Como reflexão e perspectivas do trabalho destaca-se a importância ao incentivo e investimento à criação e ao desenvolvimento de tecnologias que valorizem e tenham a madeira como insumo principal como alternativa aos profissionais do projeto e da construção no século XXI.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arndt, V., Rothenbacher, D., Daniel, U., Zschenderlein, B., Schuberth, S., Brenner, H. (2005). Construction work and risk of occupational disability: a ten year follow up of 14 474 male workers. *Occup. Environ. Med.*, 62 (2005), 559-566. <https://oem.bmj.com/content/62/8/559>
- Berriel, A. (2009). *Arquitetura de madeira: Reflexões e Diretrizes de Projeto para Concepção de Sistemas e Elementos Construtivos*. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal), Universidade Federal do Paraná. Curitiba: [s.n.]
- Cunha, I. B (2016). *Quantificação das emissões de CO2 na construção de unidades residenciais unifamiliares com diferentes materiais*. Dissertação (Pós-graduação em Engenharia e Tecnologia de Materiais), Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, [s.n.]
- Dias, A. (2020, January 5). Por que construir prédios com madeira?. Retrieved May 23, 2021, from site of Carpinteria Estruturas de Madeira. <https://carpinteria.com.br/2020/01/05/por-que-construir-predios-com-madeira/>

Dos Reis, M., Graca, P.M.L.D.A., Yanai A.M., Ramos C.J.P., Fearnside P.M. (2021). Forest fires and deforestation in the central Amazon: Effects of landscape and climate on spatial and temporal dynamics. Journal of Environmental Management, 288 (June).

Eaves, S., Gyi, D.E., Gibb, A.G.F. (2016). Building healthy construction workers: Their views on health, wellbeing and better workplace design. Applied Ergonomics, 54 (2016), 10-18. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2015.11.004>

Gauzin-Müller, D., Martins, A., Wisnik, G. (2005). Madeira como estrutura : a história da Ita = Wood as structure : the story of Ita (pp. 7–13). São Paulo: Paralaxe

Hengel, K.M.O., Blatter, B.M., Geuskense, G.A., Koppes, L.J.L., Bongers, P.M. (2012). Factors associated with the ability and willingness to continue working until the age of 65 in construction workers. Int. Arch. Occup. Environ. Health, 85 (July), 783-790, 10.1007/s00420-011-0719-3.  
<https://link.springer.com/article/10.1007/s00420-011-0719-3>

HSE. Health and safety at work. Statistics – Construction Industry (2020).  
<https://www.hse.gov.uk/statistics/overall/hssh1920.pdf>

Nações Unidas. Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Agenda 2030 (2015).  
[http://www.itamaraty.gov.br/images/ed\\_desenvsust/Agenda2030-completo-site.pdf](http://www.itamaraty.gov.br/images/ed_desenvsust/Agenda2030-completo-site.pdf)

# A TRANSFORMAÇÃO DO ESPAÇO URBANO APÓS REQUALIFICAÇÃO: UMA ANÁLISE DE SATISFAÇÃO NA “RUA DA ESPERANÇA” EM FORTALEZA (CEARÁ) - BRASIL.

**ANDRADE, Clarissa Freitas de**

Arquiteta e Urbanista; Mestra em Psicologia; Doutoranda em Arquitetura e Urbanismo (UFRN)  
[arquitetaclarissafreitas@gmail.com](mailto:arquitetaclarissafreitas@gmail.com)

**LIMA, Larissa Ramos**

Arquiteta e Urbanista; Mestranda em Arquitetura, Urbanismo e Design (UFC)  
[larissaramos.urb@gmail.com](mailto:larissaramos.urb@gmail.com)

## RESUMO

Este artigo traz uma análise de um trecho de rua, que sofreu intervenção urbanística e paisagística, localizado na cidade de Fortaleza-CE. O projeto teve como finalidade valorizar o ser humano e o meio ambiente, de forma sustentável e integradora. Essa intervenção está localizada nas imediações de equipamentos de saúde usados, prioritariamente, por crianças em tratamento de câncer, seus familiares e profissionais. Antes, carecia nesse lugar cuidados com o meio ambiente e com as pessoas, pois havia problemas de poluição sonora, do ar, desconforto térmico e outros incômodos como a falta de segurança e de mobilidade. Após a requalificação dessa rua, a região foi transformada e ganhou mais notoriedade e elogios por seus usuários que passaram a se sentir mais confortáveis e seguros. Os aspectos mais relevantes desse estudo foram: verificar a importância da inclusão das pessoas no processo de criação do projeto, inclusive com o desenvolvimento de oficinas promovidos por arquitetos com usuários do lugar na fase da infância e adolescência; e constatar a satisfação dos frequentadores do local requalificado, por meio de cruzamento de dados de análises técnicas (uso de instrumentos para aferição de ventilação e temperatura) e subjetivas (aplicação de 30 questionários). Algumas noções de apropriação de espaço, identidade de lugar e comportamento pró-ecológico puderam ser encontrados nessa análise como fontes norteadoras para elaboração de novos projetos que, a exemplo da “Rua da Esperança”, colaboram com as cidades mais humanizadas, ecológicas e resilientes.

## PALAVRAS CHAVE

Humanização. Cidades. Meio ambiente. Psicologia. Conforto.

## INTRODUÇÃO

A urbanização acelerada, no Brasil, está diretamente associada ao seu desenvolvimento econômico. Essa situação é agravada com a incapacidade do poder público de investir em infraestrutura urbana como uma forma de aumentar seu planejamento.

Desse modo, vê-se uma grande disparidade nos espaços construídos, levando uma mesma cidade a possuir áreas com infraestrutura e mobilidade de alta qualidade em paralelo a regiões nesse mesmo território que possuem ruas e avenidas com grande déficit estrutural e de mobilidade (em sua maioria, não possuindo nem mesmo pavimentação e drenagem de pavimentos).

O problema da mobilidade urbana não está somente ligado ao transporte e à acessibilidade. É necessário que a infraestrutura seja idealizada a partir das relações entre os modos de transportes e o tratamento segundo sua própria especificidade. O maior desafio para os urbanistas seria, então, aplicar essa urbanização sem que a identidade social urbana dos locais seja modificada, processo que também deve levar em conta o vínculo que a população tem com o espaço, seus usos e o sentimento de pertencimento a um grupo social que habita nele, sem deixar de valorizar questões relativas ao meio ambiente e conforto ambiental urbano

De acordo com MELO (1991), devemos analisar padrões e regras que regem determinados ambientes, para entendermos o efeito que esse local físico tem no comportamento humano. Esse tipo de análise encontra respaldo nos estudos das interações pessoa-ambiente, tais como estudos de “Psicologia Ambiental” (PA) que estudam como os espaços interferem no comportamento das pessoas e, de forma intrínseca, como as pessoas interferem nos ambientes (CAVALCANTE; ELALI, 2011; 2018).

Os estímulos que provocam comportamentos nos indivíduos sejam de atração, repulsão ou de algum uso pelo ser humano em um determinado lugar, é entendido pela PA como: *affordance*. Esses estímulos podem provocar comportamentos pelo uso da visão, tato, audição, olfato ou paladar (GIBSON, 1986; GÜNTHER 2003, 2011). Essa noção pode ser analisada em estudos das relações pessoa-ambiente, vistas na PA, assim como, questões de “apropriação” que ocorrem quando as pessoas deixam marcas de si mesmas em um determinado espaço, inserindo aspectos de afetividade no que é materialidade física (CAVALCANTE, ELIAS, 2011). O apego ao lugar se dá quando há um vínculo de valor simbólico aparente de uma pessoa com um lugar, acompanhado de um sentimento de segurança e de funcionalidade atendida na relação das pessoas com um ambiente, que pode ser positiva ou negativa (ELALI, MEDEIROS, 2011). Já o comportamento pró-ecológico é a atitude que colabora com a regeneração do meio ambiente, contribuindo com a natureza, para a não-poluição, em atitudes concretas de manutenção de projetos de paisagismo e infraestrutura verde, entre outras atitudes concebidas em prol da natureza (GURGEL, PINHEIRO, 2011).

O principal objetivo deste artigo foi, portanto, compreender a percepção dos usuários em relação à intervenção urbanística e paisagística da Rua da Esperança, localizada no Bairro Vila União, na capital cearense, localizado em frente a um Hospital infantil, por meio de avaliação de conforto físico e psicológico do espaço, considerando, elementos como o conforto térmico, por meio da medição da temperatura do local e da medição dos ventos, utilizando instrumentos como termômetro infravermelho e anemômetro digital. Fatores como iluminação (ofuscamento por luminosidade de superfícies) e ruídos (sons de carros com alta velocidade) também foram considerados na percepção do lugar, avaliados no questionário.

O ambiente recebido que corresponde ou supera à expectativa desejada por um

indivíduo irá corresponder à satisfação ambiental desse usuário. Por isso, na análise da qualidade de um lugar (desempenho do espaço construído), busca-se compreender, por instrumentos avaliativos próprios da Psicologia ou Arquitetura, a satisfação do usuário de um determinado espaço. (MORAIS, 2015; ROMERO; ORNSTEIN, 1992).

Os objetivos buscados neste trabalho foram compreender se com a requalificação a identidade do local foi afetada, especificando elementos de affordance, apropriação do espaço, apego e comportamento pró-ecológico e se houve satisfação dos seus usuários, considerando questões de conforto térmico.

### **METODOLOGIA**

Após a construção da Rua da Esperança (inaugurada em outubro de 2016) na cidade de Fortaleza, Ceará, para um trabalho desenvolvido e apresentado em disciplina do curso de Arquitetura e Urbanismo em 2017 foram realizados levantamentos físicos e aplicação de questionários nesse local estudado - sem que houvesse publicação desse estudo em qualquer evento científico. O propósito desse estudo acadêmico foi chamar atenção, em processo ensino-aprendizagem de abordagem teórico-prática, para a importância do arquiteto e urbanista fazer projetos pensando na humanização e sustentabilidade.

Buscou-se leituras sobre o projeto de requalificação que foi idealizado para a Rua da Esperança e noções de Psicologia e de Conforto Ambiental, a fim de compreender a satisfação dos usuários com essa intervenção. Foi realizada observação do espaço pelos estudantes ao local. Em seguida, foram feitas medições técnicas de elementos térmicos para embasamentos dos dados levantados, utilizando instrumentos tais como: termômetro infravermelho e anemômetro digital. Posteriormente, foram aplicados 30 questionários para compreender a percepção das pessoas no uso daquela região. Por fim, houve a análise dos dados coletados, visando mensurar o desempenho do projeto executado, considerando não somente o ponto de vista técnico da arquitetura com aferições físicas, mas também a resposta subjetiva de satisfação dos usuários do local.

### **RESULTADOS**

A cidade de Fortaleza possui aproximadamente, 2.600.000 habitantes (IBGE, 2014). Ela fica localizada em Zona de Convergência Intertropical, possui clima quente e úmido, com precipitação média anual de 1608,4 mm, alto índice de insolação, luminosidade e radiação solar. Os ventos predominantes são os de leste e as brisas marítimas. A velocidade média anual do vento é de 3,7m/s. A sua temperatura anual possui média de 26C, com variação entre 23C e 32C (MOURA, 2008). Fortaleza precisa de estratégias bioclimáticas de sombreamento e ventilação natural para o conforto térmico de seus moradores.

A “Rua da Esperança” é o nome do projeto realizado para a Rua Alberto Montezuma, localizada no bairro Vila União, em Fortaleza-CE, que se encontra entre dois equipamentos de grande relevância para o Norte e Nordeste, conhecidos pelo tratamento de crianças e adolescentes com cancer, os hospitais Albert Sabin e a Hospital da Associação Peter Pan, delimitados pelas Ruas João Araripe, Jorge Acúrcio, Abelardo Marinho e Francisco Lorda, conforme representado na Figura 01.





**FIGURA 1**

Mapa aéreo da área de estudo.  
 Fonte: Google Earth, modificado pelas autoras.

A rua, que carecia de infraestrutura básica, teve reivindicação por mudanças que se estendeu a um projeto que teve como foco modificá-la ao ponto de diferenciá-la de todas as vias de seu entorno. Neste acesso à Rua da Esperança é onde está localizado o ponto de ônibus mais utilizado pelos frequentadores do Hospital Albert Sabin e do Hospital Peter Pan, em que circulam quinze linhas de ônibus oficializadas pela Empresa de Transporte Urbano de Fortaleza (Etufor) (LIMA; COSTA, 2018).

Esse projeto foi intervenção que fez parte do Programa “Adoção de Praças e áreas verdes da Cidade de Fortaleza” (PMF, 2021). Oficializado pelo decreto 13.142 da PMF, que permite em espaços livres a intervenção da iniciativa privada e do terceiro setor, segunda a aprovação da prefeitura (WEHMANN; MOURA, 2014).

“A rua foi idealizada como um espaço aberto, de convivência para as pessoas do hospital, e planejada para ser um lugar de trânsito calmo e seguro para os pedestres”. (LIMA; COSTA, 2018. p.8). É importante ressaltar que mesmo como área de transição a Rua Alberto Montezuma não era considerada convidativa para os pedestres - fato observado pela grande apropriação do local por motoristas de automóveis que, por sua vez, utilizavam as laterais da via como estacionamento de veículos, tornando-a cada vez mais caótica pelo espaço estreito delimitado tanto para que os automóveis seguissem seus respectivos cursos quanto para que os transeuntes pudessem ocupar as calçadas. A via que antes priorizava o trânsito de automóveis tornou-se uma via de tráfego calmo (traffic-calming), ou seja, ela se estrutura para que a prioridade seja do pedestre que a utiliza. Além disso, foi implantado um novo projeto de paisagismo para que a arborização fizesse parte da Rua da Esperança, destacando-a entre as demais áreas do desenho urbano de Fortaleza que, em maior parte, não apresenta tanta preocupação para com a vegetação em meio à cidade, ainda que essa seja uma região quente e necessitada de sombreamento e ventilação e tenha a vegetação e a arborização como um meio favorável para o conforto térmico da cidade.

Segundo os arquitetos Newton Becker e Hulda Wehmann (2014), criadores do projeto da Rua da Esperança, as modificações nesse trecho da cidade se tornam necessárias, pois, além de cumprir com as solicitações da Associação Peter Pan, um

projeto como esse abre as portas para que mais áreas da cidade possam ser contempladas e pensadas a partir do olhar do usuário pedonal. Afinal, o que antes era apenas um caminho a mais para a circulação e estacionamento de veículos é agora um espaço que permite o trânsito seguro e a permanência de pessoas.

De acordo com os arquitetos responsáveis pelo projeto, as primeiras ideias para região foram norteadas com estratégias projetuais voltadas para o tratamento de áreas verdes e cuidado com a retenção de águas pluviais, representado por micro zonas de influência de proximidades com o córrego; análise de usos do local por diferentes usuários do local, como funcionários, pacientes e acompanhantes dos hospitais, além de, levar em consideração o espaço como área de permanência e passagem, respeitando a classificação da via como fluxo de baixa intensidade (WEHMANN; MOURA, 2014). Essa estrutura permanece mantida, conforme pode ser visto na Figura 02 com fotografia atual da Rua da Esperança, em 2021.



FIGURA 2

Fachada da área de estudo.  
Fonte: Google Maps, captura de imagens, 2021.

Como uma das principais ferramentas de projeto, esses arquitetos realizaram uma oficina com crianças e adolescentes de 4 e 16 anos, pacientes do Hospital Peter Pan e Albert Sabin, para identificar quais melhorias eles gostariam de ter na rua com oficina intitulada “e se essa rua fosse minha”. Espaços coloridos com natureza, arco-íris, pessoas e animais, apareceram em grande quantidade nos desenhos da oficina. Após a oficina, percebeu-se que a rua precisava de elementos que iam além de pensamentos “técnicos”.

“Descobrimos que uma rua pode precisar ser bem mais eficiente que escoamento dos fluxos urbanos. Precisa permitir a venda de doces, voo de pássaros, o passeio de



cachorros e o brincar de skate. E que, necessariamente, sem exceção, precisava das cores de um arco-íris. Como responder à necessidade da beleza e humanidade presente nesses pedidos, tão esperançosos?” (WEHMANN; MOURA, 2014, p. 6).

Koolhaas (2015) diz em seus estudos que em muitas cidades o urbanismo deixa seu caráter mediador e perde espaço para a gama de competições de informações e propagandas em fachadas que acabam se tornando um elemento quase desorientador e, infelizmente, isso é parte dos recursos caóticos criticados em Junkspace. Porém, há benefícios visuais que as cores podem oferecer. A cor é capaz de estimular sensações e reações, ela pode funcionar como estímulo orientadores, advertência, sendo convidativo ou repulsivo.

No caso da Rua da Esperança, a cor foi um fator convidativo e que afetou algumas propriedades térmicas do lugar, gerando harmonia, relaxamento e evitando ofuscamientos. A cor emprega identidade e até mesmo representatividade cultural (SENAC, 2013).

A rua, que possui 160m, teve em sua extensão espaços de estar urbano, com o alargamento de calçadas e retirada de alguns estacionamentos, também teve a inserção de frades, canteiros elevados, piso drenante que fez com que não houvesse mais divisão entre o leito carroçável e as calçadas, simbolizando a liberdade das crianças. Para a segurança, medidas de tráfego calmo, como a redução da velocidade foram adotadas no local. O lugar se tornou favorável ao pedestre, que durante as entrevistas eram enfáticos na necessidade de descanso, pela rotina do hospital. Além disso, a zona de acesso ao Centro Pediátrico e também o espaço de integração com o hospital Albert Sabin receberam um espaço chamado “bosque das crianças”, como pode ser visto na Figura 03.



.....  
**FIGURA 3**

Rua da Esperança.  
Fonte: Autorial, 2017

Essa zona corresponde a uma gentileza urbana que favorece a caminhada dos transeuntes em uma região, criando pontos de encontro ou momentos de pausa e experiência, nesse caso com mais conforto térmico e visual (LERNER, 2003).

### **A AVALIAÇÃO DA CONSTRUÇÃO DA RUA ESPERANÇA COM BASE NA PSICOLOGIA E CONFORTO AMBIENTAL**

O período de realização dessa avaliação foi entre 4 de novembro e 2 de dezembro de 2017, em visitas à via local em análise, permitindo a coleta de informações e a observação dos hábitos da população que a frequentava. As aferições foram realizadas,

mais especificamente, nesse primeiro dia, 4 de novembro ( estação da primavera no Brasil), entre 15h20min e 16h20min, e os demais dias de visitas ocorreram para que os estudantes observassem os eventos na rua e a apropriação das pessoas nesse espaço. Essas informações serviriam para orientação e elaboração dos questionários, para ser investigado de que forma as aferições ao longo da via indicavam a satisfação e preferência das pessoas na localidade.

As principais perguntas realizadas nos questionários que investigou aspectos de conforto térmico, e também acústico, sonoro e lumínico, foram qual era ocupação dos respondentes, com qual frequência eles utilizavam o local, qual nota davam para a rua requalificada, se achavam a rua segura, limpa, quais percepções dela eles tinham quanto à temperatura, ventilação, iluminação e ruídos.

### AFERIÇÕES DE CONFORTO TÉRMICO

Os pontos escolhidos para a realização da avaliação do conforto térmico ambiental na Rua da Esperança foram os indicados no esquema da Figura 04: a extremidade próxima a Rua Abelardo Marinho (Ponto A), a área central da rua em frente à entrada do Instituto Peter Pan (Ponto B) e a extremidade próxima à Rua Francisco Lorda (Ponto C).

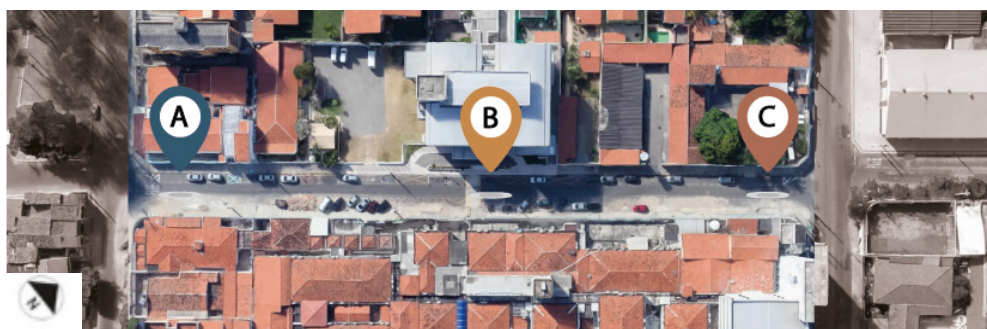


FIGURA 4  
Pontos de medição na Rua Alberto Montezuma. Fonte: Google Earth, modificado pelas autoras.

A avaliação do conforto térmico ambiental foi realizada a partir do estudo da ventilação e da temperatura, em cada um dos pontos escolhidos no local. Ambos registros foram feitos pelo período da manhã por meio dos medidores anemômetro digital, da marca Smart Sensor (medidor da velocidade do vento) e o termômetro infravermelho, da marca Incoterm (medidor de temperatura) que mede temperaturas de superfícies.

O anemômetro, instrumento que tem a finalidade de medir a velocidade do vento, registrou no ponto A a velocidade do vento a uma média de 2,7 m/s, no ponto B o valor aumentou para 3,9 m/s e o ponto C 6,2 m/s, conforme mostrado na Tabela 01:

**TABELA 1**

Dados de medição da velocidade do vento – anemômetro (2017).

PONTO	VELOCIDADE DO VENTO EM M/S
A	2,7 m/s
B	3,6 m/s
C	6,2 m/s

Em uma visita ao local, foi observado que o ponto A em relação aos 3 pontos é o que menos possui vegetação, diferente do ponto C que é bastante arborizado. Sabemos que a vegetação propicia um resfriamento passivo da área, favorecendo que, somados à sensação de ventilação no ponto C, a temperatura do local fique ainda menor. Além disso, a direção do vento na cidade de Fortaleza é predominantemente leste-sudeste, sem barreiras nesse entorno, o que também favoreceu o ponto C obter a maior média ventilação em relação aos demais.

Em um segundo momento, utilizando o termômetro infravermelho que mede a temperatura de superfícies de materiais e que se destaca por sua precisão e constância, foi realizada a medição nos mesmos locais indicados na Figura 04 dada. No ponto A registou-se uma média de 53°C, no ponto B o valor caiu para 37,1°C e no ponto C registrou-se 30,4°C, temperatura mais amena favorecida pela vegetação, sombreados e prevalência de ventos.

**TABELA 2**

Dados de medição da temperature termômetro infravermelho (2017)

PONTO	TEMPERATURA EM CELSIUS
A	53 °C
B	37,1 °C
C	30,4 °C

É importante relatar que o ponto A que indicou 53°C estava totalmente exposto a radiação solar, sem nenhum tipo de proteção, revestido de concreto com sua superfície pintada da cor verde escuro, o que explica a alta temperatura nesta área, visto que, os raios solares que incidem diretamente no concreto, são absorvidos e liberados em forma de ondas, propiciando ainda mais o aumento da temperatura.

O ponto B que acusou 37,1°C também estava exposto a radiação solar, entretanto estava revestido com cerâmica na cor branca, que reflete o calor das superfícies, facilitado também pela velocidade dos ventos no ponto B, e, somando-se à amenização de calor dessa região, a sensação térmica do local também conta com a presença de uma quantidade maior de arborização.

O ponto C relatou 30,4°C em temperatura de sua superfície, foi a medida mais baixa entre as três estudadas. Neste local, o muro possui uma vegetação vertical que acompanha o muro em questão, estas formações vegetais são importantes pois absorvem parte da radiação solar incidente nas superfícies, fazendo com que o grau de reflexão seja menor, conseqüentemente, reduzindo a temperatura. Além de existir neste ponto C, a presença de mais ventilação, amenizando a temperatura no local.



É importante ressaltar que outros equipamentos seriam úteis para fazer essas medições de conforto térmico, tais como a câmera térmica ou termográfica que abrange mais temperaturas em um mesmo local por radiação e mapeamento visível do calor pelo espectro infravermelho. Porém, não foi possível utilizar desse equipamento na pesquisa. No entanto, acredita-se que o cruzamento de dados dos dois equipamentos utilizados foram importantes para indicar uma noção acerca dos estudos de conforto térmico do local.

## A APROPRIAÇÃO

A Rua da Esperança passou por transformações e encara um novo processo de apropriação. O espaço foi um marco introdutório de intervenções na região, inclusive de ordem da acessibilidade, com rampas, vias e passeios, seguindo normas técnicas e ideias obtidas em oficina de processo de projeto, como se pôde ver nas Figura 03 de materialização dessas ideias com mobiliários, diferenças de pisos e cores de arcos-íris

Os jardins disponibilizados na frente do Instituto Peter Pan são frequentemente utilizados por funcionários e acompanhantes de pacientes, como área destinada para permanência, lazer e refeições. De acordo com questionários realizados, o bem-estar térmico e visual são fatores de extrema importância que os influenciam a ocupar o espaço, ainda que não existam cobertas artificiais que propiciem o sombreamento completo de áreas da região. Em geral, nenhum dos pesquisados expôs descontentamento sobre as sensações de conforto térmico, provavelmente pela sensação agradável que a ventilação natural proporciona.

Nas observações obtidas em campo pelas pesquisadoras, um pequeno mercado foi verificado como um dos pontos mais frequentados na rua, onde são disponibilizadas cadeiras e mesas para que os clientes se sentem para conversar e realizar refeições até os dias atuais usado - trata-se de uso que foi estabelecido pela própria população após a concretização do projeto. Funcionários do hospital ou de outros comércios dos arredores se reúnem ali com frequência, o que torna a região em questão sempre habitada. Pode-se dizer que as cores e mobiliários são decodificadores que estimulam o uso do local, segundo a noção de affordances (GIBSON, 1986; GÜNTHER 2003, 2011).

Também foi possível encontrar a presença de um pequeno altar improvisado que foi construído em meio ao muro verde, também indicando apropriação de lugar por parte de seus usuários, ou seja, marcas de pessoas que são deixadas e corroboram para os sentimentos de identidade e apego (ELALI, MEDEIROS, 2011), como pode ser conferido na manutenção desse elemento da paisagem até os dias atuais, como é possível ver nas imagens da Figura 05, com imagens de santos oracionais (Maria, padroeira do Brasil – Nossa Senhora Aparecida - e de Portugal – Nossa Senhora de Fátima, em Figura 05a), em 2017 e ainda em 2021.

.....  
**FIGURA 5**

Altar improvisado. Fonte: a)Autorial, 2017; b)Google Maps, captura de imagens, 2021



a)

b)

Durante o processo de pesquisa a calçada colorida também foi observada como espaço atrativo de passagem, onde moradores próximos realizavam pequenas caminhadas esportivas. Foi realizada a aplicação de 30 questionários físicos no próprio local (Rua Alberto Montezuma/Rua da Esperança) com o intuito de reforçar ideias ou levantar questionamentos sobre o projeto. Em sua maioria, os usuários pesquisados no local alegaram uso intenso do ambiente, nenhum apresentou objeções às modificações que foram feitas ao longo da via local analisada. Grande parte dos respondentes demonstraram apreço pelo local. Ao serem indagados sobre possíveis modificações que ainda poderiam ser realizadas foi citado por alguns pesquisados o desejo pela construção de cobertas que ligassem o Hospital Albert Sabin e a Associação Peter Pan para que o transitar das crianças fosse mais confortável durante o dia.

As possíveis sensações geradas aos usuários no que diz respeito à segurança e conforto ambiental teve como resposta a comparação com o lugar antes, pois, uma das queixas que existia sobre a Rua Alberto Montezuma era sua quantidade de ocorrência de furtos, além dos problemas gerados pelo alto fluxo de carros. Pode-se afirmar que estes problemas foram amenizados, pois, pelo menos 87% dos usuários perguntados disseram ter sensação de segurança no local, que com melhoramento da iluminação urbana e também estratégias de humanização, levou os usuários a associarem a rua a um lugar agradável, seguro, e bonito, sendo evidenciado, assim, o sentimento de apego a esse lugar (CAVALCANTE, ELIAS, 2011).

Sobre o conforto ambiental, constatou-se o uso mais intenso da rua em sua parte central (onde está localizada a entrada da Associação Peter Pan) e sua extremidade em conexão com a Rua Francisco Lorda, onde foram observadas taxas mais elevadas de ventilação. No entanto, verificou-se nas respostas a indicação de desconforto de ruído na extremidade da rua mais próxima às paradas de ônibus e Avenida. Ao questionarmos os usuários sobre sua opinião em relação à ventilação, todos consideraram um local de ótima ventilação e permanência agradável, com mais limpeza do que anteriormente.

O conforto ambiental, em geral, foi bem apreciado pelos transeuntes, com 93% de satisfação. Fato ressaltado quando se estipulou uma nota média que deveria ser dada pelos próprios entrevistados em relação ao local, obtendo notas em torno de 8 a 10, considerado pelos usuários como um local excelente e bom. As notas reveladas demonstram a pertinência entre os dados obtidos com as aferições realizadas e de com a satisfação dos usuários (MORAIS, 2015; ROMERO; ORNSTEIN, 1992).

A realização dessas medições e aplicação de questionários reiteram a importância de projetos pensados para possibilitar comportamentos pró-ambientais, de manu-

tenção da natureza ou com affordances (estímulos possibilitadores de uso do lugar) para apropriação e apego. Viu-se também que os espaços pensados do ponto de vista do pedestre se tornam lugares de grande importância para a cidade, podendo atrair pessoas e recursos, gerando mais conforto, limpeza e bem-estar, levando a uma maior apropriação do espaço, como no caso da Rua da Esperança, a partir de sua interferência técnica e humanizada (CAVALCANTE; ELALI, 2011; 2018).

## CONCLUSÃO

A pesquisa demonstrou que o projeto de requalificação urbana e ambiental analisado na Rua da Esperança atende às estratégias de atenção e cuidado com a sustentabilidade, apropriação e identidade do espaço a que se propôs. Percebe-se que a via encontrou um caráter mais pessoal, apresentando satisfação dos seus usuários que por lá passam e também permanecem, provavelmente atraídos pelas cores, arborização, mobiliário, sensação de segurança e de mais calma com tráfego calmo.

A participação dos usuários tanto no processo do projeto de requalificação do local em oficinas, como no uso de questionários para medir a satisfação dos usuários, mostrou-se importante para o conhecimento de como está sendo a relação dos usuários com o projeto finalizado que apresentou alta nota nessa pesquisa de satisfação realizada. Vê-se que o planejamento urbano e paisagístico facilita a satisfação dos lugares, exigindo menos descontentamentos e adaptações após as finalizações de suas obras.

Apesar da limitação da pesquisa com poucos sujeitos (aplicação de 30 questionários), ou ainda, de ter utilizado apenas a medição de temperaturas e ventilação, que poderia ter sua medição aprimorada com outros instrumentos eletrônicos de conforto Ambiental, tais como a câmera termográfica, a pesquisa pôde dar um contributo para reflexões, para graduandos e graduados de Arquitetura e Urbanismo, acerca de questões de psicologia e de conforto ambiental.

Concluiu-se, ainda, que as cidades sustentáveis e satisfatórias são aquelas que buscam o equilíbrio entre as necessidades humanas e ambientais, fornecendo-lhes, assim, benefícios de curto a longo prazo.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- CAVALCANTE, S., ELIAS, T. (2011). Apropriação. In: S. Cavalcante; G. Elali (Orgs.), Temas Básicos em Psicologia Ambiental. Petrópolis: Vozes.
- ELALI, G.; MEDEIROS, S. Apego ao lugar. In S. Cavalcante; G. Elali (Orgs.) (2011). Temas Básicos em Psicologia Ambiental. Petrópolis: Vozes.
- GIBSON, J. J. (1986) The theory of affordances. Ecological Approach to Visual Perception. New Jersey.
- GÜNTHER, H. Affordance. In: S. Cavalcante; G. Elali (Orgs.) (2011). Temas básicos em Psicologia Ambiental. Petrópolis, RJ: Vozes, 2011, p. 21-27.
- GURGEL, F., PINHEIRO, J. Compromisso Pró-Ambiental. In: S. Cavalcante; G. Elali (Orgs.) (2011), Temas Básicos em Psicologia Ambiental. Petrópolis: Vozes.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2014). Informações completas sobre Fortaleza. Disponível: . Acesso: 20 nov. 2016.
- KOOLHAAS, R. (2015) Bigness or the problem of Large, Generic City, Junkspace.

- LERNER, J. (2003). Acupuntura Urbana. Editora Record. 8ª edição, Rio de Janeiro.
- LIMA, M.; COSTA, R. (2018). Avaliação de acessibilidade – estudo de caso em quadras do bairro vila união. Encontro Nacional de Acessibilidade, Ceará.
- MELO, R. (1991). Psicologia ambiental: uma nova abordagem da psicologia. Psicologia USP, v. 2, n. 1-2, p. 85-103.
- MORAIS, M. (2015). Proposta de melhoria do projeto de habitação de interesse social a partir da visão dos clientes finais. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, Brasil.
- Moura, M.O. (2008). O clima urbano de Fortaleza sob o nível do campo térmico. Dissertação (Mestrado), Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 282f
- Prefeitura Municipal de Fortaleza – PMF (2014) < <https://catalogodeservicos.fortaleza.ce.gov.br/categoria/urbanismo-meio-ambiente/servico/21> > Acessado em junho de 2021.
- SENAC (2013). O essencial da cor no design, São Paulo.
- WEHMANN, H.; MOURA, N. (2014). Rua da Esperança: espaço público e ecossistema urbano: Requalificação Urbana e Ambiental de Via em Fortaleza. In: Anais do 12 ENEPEA, Vitória.

# TEMAS ANALÍTICOS DE INVESTIGAÇÃO DA ARQUITETURA DO COTIDIANO EM EDIFÍCIOS MISTOS

## **LÔBO, Haziél Pereira**

Arquiteto e Urbanista pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Mestre em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN),  
Doutorando em Arquitetura e Urbanismo na UFRN, Brasil,  
<https://orcid.org/0000-0002-2298-996X>  
[haziellobo801@gmail.com](mailto:haziellobo801@gmail.com)

## **SILVA, Heitor de Andrade**

Doutor em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN),  
Professor de projeto no Departamento de Arquitetura da UFRN, Brasil,  
<https://orcid.org/0000-0003-2651-1012>  
[andrade.silva@ufrn.br](mailto:andrade.silva@ufrn.br)

## **RESUMO**

A arquitetura do cotidiano ganha notoriedade a partir da publicação dos textos discursivos de Berke (1997), que tratou do tema no final de 1990. Compreendida como somatório da função social e cultural da arquitetura, a espacialização do cotidiano pode ser evidenciada em projetos de diversas naturezas, inclusive em empreendimentos mistos de uso comercial. Os métodos de análise gráfica (formal) corroboram o debate teórico, trazendo à pauta relações sócio-espaciais e teórico-práticas. Nesse contexto, este artigo tem como objetivo analisar a espacialização do cotidiano na arquitetura, particularmente em edifícios mistos no Brasil. Esta pesquisa, resultado da dissertação de mestrado proposta pelo autor deste artigo, foi desenvolvida por meio de revisão bibliográfica e coleta de dados, com o auxílio de revistas especializadas de arquitetura (periódicos técnicos), bem como de textos e fotografias, além das impressões dos próprios pesquisadores. O artigo tem como exemplar selecionado o edifício Leitão 653, São Paulo, onde se revelam espaços de apropriação humana, presença do vazio arquitetônico que torna as pessoas protagonistas dos ambientes, respondendo aos desafios do contexto no qual a obra se insere. Os autores de métodos de análise formal foram essenciais na construção de temas analíticos para se estudar o cotidiano, possibilitando desdobramentos futuros que auxiliam na compreensão em aspectos formais da arquitetura contemporânea. Os resultados se mostraram condizentes com a proposta deste artigo, incentivando novos estudos no campo da análise projetual e debate teórico sobre o cotidiano em edifícios mistos.

## **PALAVRAS CHAVE**

Arquitetura do cotidiano; Métodos de análise formal; Edifício misto

## **INTRODUÇÃO**

A arquitetura do cotidiano foi um tema abordado por Berke (1997) quando passou a discutir, no final de 1990, edificações que pautavam, de maneira mais clara, a rela-



ção da arquitetura com questões socioculturais (espaços que facilitam a interação humana) e a relação do edifício com o planejamento urbano (relação edifício – cidade). No entanto, questiona-se: quais caminhos trilhar para analisar uma produção arquitetônica que contribui com o cotidiano? Esse tema foi estudado pelo autor na dissertação de mestrado, tratando justamente da materialização do cotidiano na arquitetura comercial, no contexto brasileiro. Essa abordagem, baseada na aplicação de métodos de análise formal (gráfica) de projetos, empregada na pesquisa de mestrado, está vinculada ao projeto de pesquisa “Métodos de análises e de desenvolvimento de projetos de arquitetura na contemporaneidade”, que se insere nas atividades do Grupo de Pesquisa Projeto de Arquitetura e Percepção do Ambiente (PROJETAR) – desenvolvidas no Laboratório de Projetos Integrados (LAPIs).

A análise da arquitetura do cotidiano não é pautada nos métodos de investigação formal da arquitetura propostas por autores referências no tema, tais como Baker (1984), Unwin (2003), Ching (1998), Clark e Pause (1983), Leupen (1999) e Radford, Morkoc e Srivastava (2014). O exercício de análise – por meio do emprego do redesenho, do uso de diagramas, textos e fotografias – visa compreender o projeto arquitetônico construído ou não, focando-se na espacialização do cotidiano, com base em temas comuns da análise formal na produção contemporânea. A questão central desta reflexão é a seguinte: Como a arquitetura do cotidiano se formaliza em edifícios mistos de uso comercial?

Partindo desse questionamento, o objetivo geral do artigo consiste em analisar a espacialização do cotidiano na arquitetura, particularmente em edifícios mistos no Brasil. Utiliza-se, para tanto, como estudo de caso, o edifício Leitão 653, situado em São Paulo (SP), por apresentar referências formais de uma arquitetura do cotidiano em edifícios de uso misto, que possuem espaços de comércio e serviço.

A abordagem metodológica se utiliza de método qualitativo, considerando o caráter descritivo da pesquisa e dos resultados que, por sua vez, é embasado pela teoria acerca do cotidiano em edifícios mistos, ressaltando características da obra escolhida (Leitão 653). A construção do método de análise formal aplicado é realizado a partir de temas analíticos empregados por autores de referência que se aproximam da discussão sobre o cotidiano na arquitetura contemporânea.

Inicialmente, realiza-se um debate teórico-conceitual sobre arquitetura do cotidiano, reconhecendo-se nos métodos de análise formal contribuições concretas para a reflexão. Em um segundo momento, destacam-se os principais temas de análise que poderiam auxiliar na discussão sobre arquitetura do cotidiano tomando-se por base as categorias analíticas. Por fim, faz-se uma análise do edifício misto Leitão 653, ilustrado por meio de representação gráfica da espacialização do cotidiano com base nos temas estudados.

## **ARQUITETURA DO COTIDIANO E MÉTODOS DE ANÁLISE FORMAL**

A arquitetura contemporânea é marcada por diferentes tendências, que consideram a agenda ambiental, o uso de meios digitais geradores de formas, expressões tectônicas, entre outras. Cumpre destacar obras que tratam destes movimentos contemporâneos: Nesbitt (2006), Uma nova agenda para a arquitetura, e Sykes (2013), O campo ampliado da arquitetura, que reúnem discussões pertinentes inclusive no

que se refere aos conceitos que versam sobre o cotidiano, como lugar. Particularmente, Berke (1997) aborda a Arquitetura do Cotidiano como fruto da função social<sup>2</sup> e cultural<sup>1</sup> da arquitetura (Zeeman, 1980), que conduz ao Entre, Espaço e Evento<sup>3</sup> (Tshumi, 1996), potencializando relações humanas por meio de ambientes de convivência, facilitando a percepção dos indivíduos em sistemas estruturais comunicantes, possibilitando maior diálogo do edifício com a cidade por meio da inserção da obra no meio urbano como resposta ao contexto em que o projeto se encontra.

Ao se referir a ambientes que consideram a imprevisibilidade humana, Santa Cecília (2018) atribui-lhes o termo desprogramação arquitetônica para enfatizar espaços edíficos que não sejam resultado de programas rigidamente funcionalistas, mas que a programação preveja distintos modos de apropriação, inclusive para eventuais usos. O vazio arquitetônico torna-se, nesse sentido, uma alternativa projetual que permite diferentes modos de apropriação.

Neto, Vargas e Saboya (2012) consideram que a geometria da forma arquitetônica pode influenciar as diferentes maneiras de as pessoas se relacionarem com o espaço urbano. Os autores vão categorizar três tipos de edifícios: (1) Contínuo – efeitos positivos; (2) Isolado – efeitos negativos; e (3) Híbrido – efeitos intermediários. O edifício misto (comércio e serviço) poderia se enquadrar como efeito social intermediário, por possuir em sua base (térreo) espaços mais destinados às atividades de comercialização de produtos e de prestação de serviços nos andares superiores. Entretanto, é de se pensar: como analisar um edifício misto que expressa a espacialização do cotidiano?

Barredo e Lassance (2011) consideram importante o recurso de análise gráfica para se compreender, de uma maneira geral, um determinado projeto arquitetônico. Segundo Beltramin (2015 apud Lacerda, 2019, p. 169) “o exercício analítico de um projeto por meio de desenhos procura, portanto, identificar e investigar elementos – físicos, técnicos, conceituais, simbólicos, etc – que compõe e que são parte de um processo mental e prático do arquiteto [...]”. A investigação desses elementos são parte essencial para se identificar e compreender características técnicas e plásticas de uma obra. Além disso, os métodos analíticos de projetos constituem um caminho viável para se gerar repertórios de soluções que auxiliam na tomada de decisões de arquitetos e estudantes de graduação no exercício de concepção projetual, além de possibilitar entender as influências que a teoria pode exercer sobre uma proposta arquitetônica.

Ribeiro e Masini (2013) também reforçam a importância da análise projetual para se promover uma leitura crítica de uma obra, possibilitando perceber as influências teóricas em um projeto. Isso reforça a viabilidade de se estudar a arquitetura do cotidiano com base em métodos de análise formal. Nesse sentido, Montaner (2017) considera o uso de diagramas como recurso auxiliar nas análises de projetos, podendo, inclusive, favorecer a compreensão do processo de projeto. Esse autor distingue dois

<sup>2</sup> Função Social refere-se a espaços que estimulam a interação humana, bem-estar e comunicação; Função Cultural refere-se a questões estéticas da obra e sua relação com o planejamento urbano.

<sup>3</sup> O Entre são espaços não definidos no programa arquitetônico (corredores, escadas, etc) que estimulam as relações sociais entre indivíduos; já o Espaço são diferentes ambientes concebidos como fruto de estratégias da forma arquitetônica que regem uma determinada obra; por fim, o Evento é a experienciación do Espaço.

tipos de diagramas, atendendo às potenciais finalidades: (I) ferramenta de análise e (II) instrumento de projeto. Os diagramas como ferramenta de análise, que interessa aos propósitos desta reflexão, tratam do uso de mapas de legibilidade de Kevin Lynch, estudos analíticos de Alexander Klein, e de proporção propostos por Le Corbusier. O segundo tipo, instrumento de projeto, trata de diagramas processuais, como os utilizados por Rem Koolhaas; icônicos, como os do escritório BIG; estruturais, como os de Frei Otto.

Unwin é conhecido por tratar uma análise da arquitetura, com base em uma organização conceitual, que considera que a arquitetura cria o lugar, diferentemente de Baker, que propõe que a forma arquitetônica é influenciada pelo lugar. Unwin constrói suas categorias analíticas com base em três variáveis: (1) Elementos Principais da Arquitetura; (2) Elementos Básicos da Arquitetura; (3) Elementos Modificadores da Arquitetura. Dessas variáveis são gerados outros 11 campos analíticos<sup>4</sup>, que conduzem a um olhar sobre o edifício com princípios fenomenológicos e do processo projetual com texto discursivo combinado com imagens que retratam a influência que a obra exerce na paisagem e os elementos arquitetônicos que adquirem um sentido simbólico. Essa abordagem é semelhante à adotada por Baker, que propõe sete categorias de análise: (1) Genius Loci; (2) Iconologia; (3) Identidade; (4) Significado do Uso; (5) Plástica; (6) Geometria; e (7) Estrutura.

Outros autores que atuam nessas linhas analíticas são Ching e Clark e Pause. Esses estudiosos possuem em comum a representação gráfica como elemento-chave para retratar projetos de diferentes períodos. Ching relaciona a forma com o espaço, mostrar as diferentes configurações geométricas de edifícios, retrata estruturas radiais, circulares e aproxima esses aspectos da escala humana por meio das seguintes categorias: (1) Espaço; (2) Estrutura; (3) Delimitação; (4) Movimento – Espaço/tempo; (5) Tecnologia; (6) Programa de Necessidades e (7) Contexto, que produzem outros oito tópicos secundários. No caso de Clark e Pause, é evidente o emprego de estudos do projeto com base na planta-baixa e cortes esquemáticos para se verificar como o edifício responde às seguintes categorias: (1) Estrutura; (2) Luz Natural; (3) Concentração; (4) Da planta ao corte; (5) Da circulação à área útil; (6) Da unidade ao todo; (7) Do repetitivo ao único; (8) Simetria e equilíbrio; (9) Geometria; (10) Aditivo e Subtrativo; (11) Hierarquia e (12) Partido Arquitetônico.

Semelhante a esses dois últimos autores, Leupen, assim como Radford, Morkoc e Srivastava também propõem abordagens cronológicas da arquitetura a partir de categorias analíticas que estudam aspectos contextuais e tectônicos. Leupen produziu as seguintes categorias: (1) Projeto e Análise; (2) Ordem e Composição; (3) Projeto e Uso; (4) Projeto e Estrutura; (5) Projeto e Contexto e (6) Projeto e Tipologia, que estudam propostas desde a renascença até a pós modernidade. Já Radford, Morkoc e Srivastava propõem apenas três macro categorias: (1) Contexto, (2) Pessoas e (3) Tecnologia – que servem de parâmetro para a análise de obras desde o

---

<sup>4</sup> (1) Elementos que desempenham mais de uma função; (2) Aproveitamento de elementos preexistentes; (1) Tipos de lugares primitivos; (4) Arquitetura como arte de emoldurar, estruturar ou demarcar; (5) Templos e cabanas; (6) As geometrias reais; (7) A geometria ideal; (8) Espaço e estrutura; (9) Paredes paralelas; (10) Estratificação; (11) Transição, hierarquia e núcleo.

período moderno até a contemporaneidade. Entre todos esses autores existem questões comuns referentes ao programa, à estrutura, à circulação e ao contexto, que são pertinentes à análise da arquitetura do cotidiano em projetos de uso misto. Com base nessa compreensão, é possível fazer uma aproximação de temas que poderiam ser abordados no debate sobre a espacialização do cotidiano: Contexto, Tectônica, Programa e Percepção da Forma, como será melhor explicado a seguir.

Temas abordados em categorias analíticas: contexto, tectônica, programa e percepção da forma. Os autores de métodos de análise formal têm por característica o debate acerca da arquitetura, aproximando-se, em alguns casos, do processo projetual. O emprego de diagramas, como recurso gráfico para destacar o estudo de elementos arquitetônicos, é uma estratégia, que, auxiliada por textos descritivos, conduz o leitor a compreender como a arquitetura se manifesta em determinadas obras. O cotidiano debatido neste artigo não é um assunto abordado de maneira direta por esses autores, entretanto pode ser aproximado de categorias analíticas empregadas, conduzindo à formação de temas que podem tratar do estudo da espacialização do cotidiano (Figura 1).

A arquitetura recebe influências do contexto em que se insere quando é produzida a partir da cultura, de aspectos naturais, paisagísticos e urbanos. Com base nessa abordagem, o cotidiano pode ser estudado quando a obra gera espaços que dialogam com o entorno da cidade, possibilitando ambientes que conduzem os olhares dos usuários para o exterior. Assim, o (1) Contexto é compreendido, nesta pesquisa, como a inserção do edifício no espaço urbano, respondendo a questões de uso e ocupação do solo do entorno, considerando as alturas (gabarito) e o consequente diálogo formal da obra com a paisagem edificada da localidade.

AUTORES	TEMAS			
	CONTEXTO	TECTÔNICA	PROGRAMA	PERCEPÇÃO DA FORMA
BAKER (1984)	<i>Genius Loci</i>	Estrutura	Significado do Uso	Plástica
UNWIN (2003)	Aproveitamento das Preexistências ambientais	Espaço e Estrutura	Elementos que desempenham mais de uma função	-
LEUPEN (1999)	Projeto e Contexto	Projeto e Estrutura	Projeto e Uso	Ordem e Composição
CHING (1998)	-	-	-	Forma e Espaço
CLARK E PAUSE (1983)	-	Estrutura	Circulação - Uso	Geometria Massa Unidade – Conjunto Adição e Subtração
RADFORD; MORKOC; SRIVASTAVA (2014)	Lugar	Tecnologia	-	Pessoas

**FIGURA 1**  
Temas analíticos que se aproximam do debate sobre arquitetura do cotidiano.  
Fonte: Produzido por Haziel Lôbo, 2021.

No tocante a questões estéticas de um edifício, a tectônica (aspectos materiais e estruturais) também pode ser estudada sob o ponto de vista do cotidiano. Nesse sentido, Leupen (1999) cita duas nomenclaturas para definir a estrutura: (I) Monumentalidade e (II) Teatralidade.

A monumentalidade refere-se a aspectos escultóricos que uma edificação pode adquirir por meio do material empregado e da estrutura proposta. No entanto, quando se trata da teatralidade da arquitetura, compreende-se um sistema comunicativo no quesito material e da estrutura portante, que, como o próprio nome sugere, conduz a espaços que preveem flexibilidade e eventuais modificações ao longo dos anos. Nesse sentido, a (2) Tectônica neste trabalho é compreendida como a aplicação dos materiais aparentes e relação com o sistema estrutural previsto que facilite a apreensão dos usuários de aspectos técnicos de um projeto.

Dessarte, o programa também é bastante evidenciado nos autores de métodos de análise e conduz ao debate sobre cotidiano quando tratado sob o ponto de vista de ambientes que incentivam as relações humanas. Para tanto, é necessário considerar a própria desprogramação arquitetônica, que, nos limites de uma análise de projeto, pode não ser fácil de ser evidenciada, gerando incertezas sobre as reais razões da criação de um determinado ambiente. Unwin, diferentemente dos demais autores, apresenta uma visão bastante interessante sobre esse ponto quando considera, em suas propostas analíticas, a categoria “Elementos que desempenham mais de uma função”. Retrata, na categoria, a importância de se estudar diferentes maneiras de interpretação de um objeto arquitetônico e produção do espaço que podem adquirir significados distintos quando se considera que, por exemplo, um corredor que pode servir de passagem e de permanência ao mesmo tempo. Sendo assim, a categoria (3) Programa refere-se a potenciais espaços que possibilitam a apropriação humana dentro do edifício.

Falar dessa série de temas abordados até então, por fim, leva a pensar que a percepção da forma é um requisito essencial quando se trata de valorização da escala humana. Ching é um autor que estuda, na categoria “Forma e Espaço”, questões relativas aos planos verticais e horizontais, bem com as facilidades que o usuário pode ter ao perceber a arquitetura a partir da sombra e da luz, o que corrobora o que Baker vai tratar das influências que o contexto exerce na plasticidade de uma obra com a categoria “Plástica”. Por fim, a categoria (4) Percepção da Forma trata de ambientes internos e externos da forma arquitetônica que podem facilitar a percepção das pessoas do ambiente no qual se encontram.

### **ANÁLISE DA ESPACIALIZAÇÃO DO COTIDIANO NO LEITÃO 653**

Os edifícios mistos (de uso comercial e de serviço) historicamente são derivados de empreendimentos nomeados de ruas comerciais e lojas de departamentos que possuem uma relação direta com a formação e, conseqüentemente, transformações das cidades ao longo dos anos. Na contemporaneidade, podem, perigosamente, enquadrar-se dentro do Movimento Greenwashing, gerando edifícios de caráter meramente espetacular e monumental, mas desconexos da realidade socioeconômica de seu entorno. Estudar o edifício misto, com base em categorias analíticas formais e relacionadas a aspectos da arquitetura do cotidiano, contribui para trazer novos



olhares em relação a algumas propostas edilícias que se afastam de grandes torres corporativas presentes na paisagem de grandes metrópoles.

Existem inúmeros exemplares que contribuíram para essa discussão teórica sobre a arquitetura do cotidiano com base nos métodos de análise formal (considerando as categorias: Contexto, Tectônica, Programa e Percepção da Forma), tendo em conta as especificidades de edifícios mistos (com uso comercial e de serviço). Neste artigo, será analisado o edifício Leitão 653, projetado pelo escritório franco-brasileiro Triptyque (Figura 2).



**FIGURA 2**

Relação do edifício Leitão 653 com os temas analíticos.

Fonte: Produzido por Haziel Lôbo, 2021.

Com uma área de 1.280 m<sup>2</sup>, o já mencionado edifício foi construído na capital paulista, São Paulo, com uma proposta datada do ano de 2012, que busca materializar uma edificação em lote bastante estreito, aproveitando a relação com o entorno e atendendo ao programa arquitetônico proposto. Nesse quesito é possível mensurar algumas características da espacialização do cotidiano nesse edifício de uso misto.

## CONTEXTO

Situado no Bairro Pinheiros, rua Francisco Leitão, 653, com construções de uso residencial e comercial e de diferentes alturas, ora circundada por prédios de maior gabarito, assim como próximo de pequenas casas e de lojas de térreo. Nesse quesito, a influência da espacialização do cotidiano no contexto se dá por meio da inserção do edifício na paisagem, bem como pela aproximação da obra com a calçada, com recuos importantes para atender a requisitos legais, mas também para promover um espaço de respeito com o pedestre que passa pelas redondezas. Com um lote de medidas reduzidas, de 10 x 42 metros aproximadamente, a construção ficou com 4 metros de largura e 25 metros de altura, medidas que tornam esse exemplar um desafio para atender às expectativas de uma obra que seja adequada e promova bem-estar em meio à forte densidade edificada da maior cidade brasileira.

## TECTÔNICA

O sistema estrutural empregado é de viga x pilar de concreto aparente, que possibilita formação de cheios e de vazios e que facilitam a percepção humana. O uso de blocos de vidro - transparente, chateado e branco - ao longo de toda a fachada leste - cria uma malha que protege contra a insolação, além de garantir um efeito estético para o edifício, permitindo a entrada de luz de forma mais moderada. O aspecto cotidiano, nesse caso, encontra-se no emprego desses materiais, com colorações próprias, que permitem uma interpretação de um sistema comunicativo, que pode se aproximar da teatralidade estrutural, e aplicação de transparências que conduzem o olhar dos usuários à cidade. Segundo o escritório: “Essas cenas de transparência, de um erotismo sutil, revelam um outro uso do prédio, visível a partir da rua. A singularidade deste projeto encontra-se em seu layout que incentiva a emulação, a expansão como um berçário de empresas, uma incubadora urbana.” (ARCHDAILY, Triptyque Architecture, p. 6).

## PROGRAMA

A obra se enquadra como edifício de uso misto, ou seja, presença de espaços comerciais e de serviço, que são distribuídos nos sete andares do prédio. Os espaços de lojas são comportadas por áreas que variam de 70 m<sup>2</sup> a 164 m<sup>2</sup> e escritórios de 47 m<sup>2</sup> a 214 m<sup>2</sup>, que possibilitam áreas mais privativas e um espaço comum no terraço jardim que fora proposto também. Esse mirante na cobertura é uma maneira de instigar as diferentes experiências que, sem haver uma função e um nome bem definido, proporcionam o lazer, as relações humanas e os diferentes olhares para o entorno e para aqueles que transitam nas redondezas.

O programa arquitetônico não se resume em si aos usos atribuídos em cada ambiente, pois não prevêem a própria imprevisibilidade humana, que chegou a ser estudada, em princípio, por Unwin, ao considerar que os elementos arquitetônicos podem exercer diferentes interpretações, cabendo aos que usufruem do espaço se apropriar. Neste caso, no Leitão 653, foram previstos também ambientes de descanso e passagem que atendem à função social da arquitetura, possibilitando o encontro a partir da relação da escada (em cor amarelada) com o cinza dos bancos, que dialogam entre si, mesmo que atendendo a diferentes funções.

## PERCEPÇÃO DA FORMA

Com um edifício construído em um lote de pequena largura e considerável profundidade, a geometria prismática da obra facilita a apreensão do olhar humano por meio dos elementos transparentes (blocos e janelas de vidro). O vazio, como protagonista da arquitetura do cotidiano, possibilita as diferentes formas de percepção humana e sua apropriação, à medida que as transparências geradas nessa obra conduz a diferentes vistas dentro e fora do edifício, atendendo a requisitos plásticos e funcionais.

Essa série de elementos arquitetônicos podem ser evidenciados por meio da textura dos materiais aparentes, o cheiro que, principalmente na cobertura, repleta de vegetação, pode gerar um espaço agradável para quem visita, porque os requisitos paisagísticos possibilitam sensação de conforto e bem-estar que, apesar de não ser tão evidente nesta obra, ainda sim é integrado a espaços de convivência no rooftop (telhado) que são auxiliados por bancos e uma cozinha que pode gerar interações sociais entre os funcionários do prédio (Figura 5).

Ao considerar os temas utilizados por autores de métodos de análise formal – que auxiliam em uma análise da arquitetura do cotidiano –, busca-se uma visão sobre a função social e cultural da arquitetura que auxiliam na relação do edifício com a cidade e nas relações sociais dentro dos exemplares. O *Leitão 653*, projetado pelo escritório Triptyque, materializa a espacialização do cotidiano na arquitetura comercial, com a valorização do vazio arquitetônico, as aberturas que geram vistas para a cidade, respondendo ao contexto onde se insere, atendo ao programa arquitetônico previsto que consiste em espaços de lojas, prestação de serviços, além de salas para serem alugadas, o que permite uma flexibilização de usos e se aproxima da desprogramação arquitetônica referenciada por Santa Cecília (2018).

A arquitetura do cotidiano pode ser evidenciada não apenas em obras de cunho cultural e educativo, mas também em propostas de caráter mais mercadológicas. Dentre as inúmeras tendências da arquitetura contemporânea, a valorização da escala humana é uma das grandes contribuições da arquitetura nos últimos 25 anos (FARIAS, 2019), o que faz os escritórios de arquitetura repensarem os novos modos de propor um projeto mais humano.

Neste exemplar, *Leitão 653*, pode-se evidenciar como o objeto arquitetônico pode expressar a espacialização do cotidiano, como a inserção na paisagem, almejando uma forma menos monumental no contexto, respondendo as características urbanísticas impostas e o uso predominante do solo, que no bairro Pinheiro, é caracterizada pela presença de residências e comércio. Apesar de ser uma proposta de cunho vertical, não chega a lembrar grandes arranha céus, inserindo-se no lote estreito, atendendo aos recuos necessários devido à legislação, mas também contribuindo para a salubridade. O empenho em utilizar elementos estruturais e materiais aparentes que possibilitam diferentes apreensões dos usuários remete ao cotidiano por almejar aspectos tectônicos comunicantes, assim como a possibilidade de um programa arquitetônico menos rígido, com espaços de lazer encontrados na cobertura.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A experiência de análise da arquitetura do cotidiano em edifícios mistos a partir de temas analíticos empregados pelos principais autores que tratam da temática mostra-se efetiva e satisfatória para os fins deste artigo. Autores como Baker, Unwin, Ching, Radford, Morkoc e Srivastava, Clark e Pause e Leupen foram escolhidos por serem estudiosos da expressão formal da arquitetura, que, apesar de não possuírem a espacialização do cotidiano em suas categorias, sua abordagem se encontrava de maneira subentendida nos textos descritivos, e assim podem-se constatar quais temas poderiam tratar do cotidiano discutido no artigo. Com a pretensão de incentivar novos estudos no campo da análise de projetos, em específico, do cotidiano em edifícios mistos, este trabalho estudou o Leitão 653 para destacar aspectos formais que potencialmente podem incentivar as relações humanas dentro do contexto em que se insere a obra. Essa tendência da arquitetura contemporânea de relacionar a função social e cultural foi ainda pouco estudada, sobretudo em edifícios com uso comercial, sendo este artigo um caminho preliminar de incentivo a novas pesquisas no campo da análise de projetos. Espera-se que trabalhos posteriores possam trazer novos elementos que auxiliem no debate sobre a materialização do cotidiano em edifícios mistos e de maneira mais detalhada da espacialização do cotidiano sob o ponto de vista dos usuários (análise pós-ocupação) e sua relação com a desprogramação arquitetônica.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barredo, H. E., Lassange, G. Análise gráfica, uma questão de síntese: a hermenêutica no ateliê de projeto. *Arquitextos*, São Paulo, v. 133, 2011, 9 p.
- Baker, G. H. *Le Corbusier: uma análise da forma*. São Paulo: Martins Fontes, 1984. 399 p.
- Berke, D. *Thoughts on the everyday*. In: HARRIS, S.; BERKER, D. (Org.). *Architecture of the everyday*. Nova York: Princeton Architectural Press, 1997, p. 222-26.
- Ching, F. D. K. *Arquitetura: forma, espaço e ordem*. São Paulo: Martins Fontes, 1998. 399 p.
- Clark, R. H.; Pause, M. *Arquitectura: temas de composición*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 1983. 306 p.
- Farias, F. J. F. *Sobre la condición del diseño urbano y arquitectónico: desde el posmodernismo hasta el siglo XXI*. ESTOA - Revista de La Facultad de Arquitectura y Urbanismo de La Universidad de Cuenca. Cuenca, v. 8, jun. p. 33 –42, 2019.
- Lacerda, M. P. *Por uma arquitetura fluida: uma análise entre teoria e prática nas mídiotecas de Toyo Ito*. 258 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo), Universidade Estadual de Campinas, Unicamp, São Paulo, 2019.
- Leitão 653 /Ttriptyque. ArchDaily Brasil. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/01-136019/leitao-653-slash-triptyque>. Acesso em: 2 de jun. 2021.
- Leupen, B. et al. *Proyecto y análisis: evolución de los principios en arquitectura*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 1999, 224 p.
- Montaner, J. *A condição contemporânea da arquitetura*. Barcelona: Editora Gustavo Gili, SL, 2016, 128 p.
- Montaner, J. M. *Dos diagramas às experiências, rumo a uma arquitetura de ação*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, SL, 2017, 192 p.

- Netto, V.M.; Vargas, J. C.; SABOYA, R. T. Os efeitos sociais da morfologia arquitetônica. Urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana, v. 4, p 261-282, 2012.
- Radford, A.; Morkoc, S. B.; Srivastava, A. The elements of modern architecture: understanding contemporary buildings. Londres: Thames & Hudson, 2014, 344 p.
- Ribeiro, P. P. A.; Masini, D. A representação na análise de projeto. In: 2º Colóquio de Pesquisa em Arquitetura e Urbanismo e Design. Brasil - Portugal: UFU e UL, 2013, Uberlândia.
- Anais 2º Colóquio de Pesquisa em Arquitetura e Urbanismo e Design. Brasil -Portugal: UFU e UL. Uberlândia/MG: FAUeD/UFU, v. 1. 2013, p. 199 - 208.
- Santa Cecília, B; Campomori, M. (org.). Aprender fazendo: ensaios sobre o ensino de projeto. Editora da Escola de Arquitetura da UFMG. 2018, 240 p.
- Tschumi, B. Architecture and disjunction. London: The MIT Press. 1996, 278 p. Unwin, S. Análisis de la arquitectura. Barcelona: Gustavo Gili, AS, 2003. 208p.
- Voordt, T. J.M. van der; Wegen, Herman B. R. van. Arquitetura sob o olhar do usuário. Tradução: Maria Beatriz de Medina. São Paulo: Oficina de Textos, 2013, 237 p.
- Zeeman, J. (1980), Funktionele analyse. Voorbereiding en methodiek bij het ontwerpen van gebouwen [ Functional analysis. Preparation and methodology for the design of buildings]. Lectures by W.N. de Bruijn. Faculty of Architecture, Delft University of Technology.



# A VIVÊNCIA ESPACIAL NA MORADIA TRADICIONAL: UM PROCESSO DE PROJETO

**NASCIMENTO, Izabel Cristina M. O.**

Universidade Federal do Pará, Brasil, <https://orcid.org/0000-0003-3448-6013>  
izabel.nas13@gmail.com

**PERDIGÃO, Ana Kláudia A. V.**

Universidade Federal do Pará, Brasil, <https://orcid.org/0000-0003-0668-8603>  
klaudiaufpa@gmail.com

## RESUMO

O ensino de projeto e a atuação profissional são apresentadas na perspectiva do compromisso com as representações espaciais estabelecidas pelas pessoas na vivência da moradia tradicional. Parte-se da constatação de que poucos elementos dessa relação são conhecidos e aplicados ao processo de projeto, por ocorrerem em contextos sociais e culturais distintos do cotidiano dos profissionais, e pela recorrente prática projetual do arquiteto como protagonista. Propõe-se um modo de projetar embasado em dados observados no cotidiano de uso dos espaços da casa tradicional, priorizando as necessidades dos usuários pela compreensão das particularidades relacionadas ao uso da habitação. O estudo iniciou-se com a observação sistemática da vivência, para registro das qualidades inerentes a essa ação, seguido da interpretação das informações do contexto pela técnica de recordação seletiva. As duas etapas ocorreram fundamentadas em três propriedades fundamentais inerentes às estruturas arquitetônicas vivas. Os resultados são expressos graficamente e apoiam proposições arquitetônicas de casas para o lugar estudado. As representações espaciais de uso da moradia tradicional mostraram-se informações pertinentes para a tomada de decisão no projeto de uma moradia promotora de relações. Este trabalho evidencia, também, a contribuição de estudos sobre operações projetuais para o desenvolvimento de novos caminhos metodológicos para a prática projetual.

## PALAVRAS-CHAVE

Processo de projeto; Ação Social na Arquitetura; Representações Espaciais; Moradia Tradicional; Amazônia.

## INTRODUÇÃO

O processo de projeto enquanto metodologia de ensino ou prática profissional é compreendido ainda como uma ação criativa e individual do arquiteto. Contudo, considerando que a arquitetura será utilizada por outras pessoas é pertinente compreender a ação humana nesse edifício, configurando-o correlacionado com o cotidiano estabelecido ao longo do tempo. Del Rio (1998) destaca que o papel social da arquitetura insere à criatividade do profissional, aspectos do contexto e do comportamento dos usuários. Essa prática é chamada por Montaner (2017) de ação e credita à configuração espacial relações ocorridas na arquitetura.

Todavia, para uma prática profissional em comunidades tradicionais, pouco se sabe das variáveis locais que deveriam conduzir as decisões espaciais. Muitas metodologias estendem-se em programas de necessidades longos e universais, mas que pouco dialogam com os aspectos realmente importantes para aquele contexto (Moreira e Kowaltowski 2011) os quais são a essência viva do lugar (Alexander 2002). Essa prática profissional, com protagonismo do arquiteto, envolve arquiteturas passíveis de construção e valorizadas em aspectos, como a forma e a aparência, mas com pouca identificação pelos usuários, que geralmente recorrem a adaptações (Paixão 2019) suprindo deficiências identificadas durante a vivência espacial.

As representações espaciais da vivência da habitação em comunidades tradicionais apresentam espacializações com relações próprias, tanto considerando o seu interior como em relação ao entorno da edificação. Por esse motivo, este estudo buscou sistematizar a essência dessas relações estabelecidas pelos usuários no cotidiano de uso dos ambientes, com proposições relacionadas à vivência da habitação em comunidades tradicionais no Maranhão. Pretendeu-se apoiar a formação do arquiteto desenvolvendo-o cognitivamente na busca por soluções (Perdigão 2021), e que a síntese clara dos dados (Jones 1971) contribua para explicitação de processos que subsidiem sua atuação profissional.

Para isso, o estudo se deu em duas etapas: registro das qualidades, interpretação das informações do contexto (Moreira e Kowaltowski 2011). A primeira foi realizada in loco com o uso da técnica de observação sistemática (Elali e Pinheiro 2013). A segunda ocorreu após o evento, com o uso da técnica de recordação seletiva (Bordignon, Zibetti e Trentini 2016). Como fundamentação para a estrutura conceitual e técnica de recordação seletiva utilizaram-se três propriedades fundamentais de estruturas arquitetônicas vivas (Alexander 2002). Os dados foram expressos de forma gráfica contribuindo na sua interpretação, comparação e comunicação, conforme Moreira e Kowaltowski (2011).

A compreensão, sistematização e interpretação dos dados são apresentadas, ao final, em proposições hipotéticas de casas para a Ilha de Sababa (MA), como exemplos práticos de uso dos resultados. Elas emergiram do registro das relações espaciais estabelecidas pelos moradores observados e atuam como conceito estrutural de implementação de ação projetual referenciada em interpretações das propriedades analisadas (Alexander 2002).

### **A AÇÃO DO USUÁRIO, O CONTEXTO E O PROCESSO DE PROJETO**

A prática de projeto expõe desafios às informações de compreensão do problema orientador da espacialização arquitetônica. Apesar das normas orientarem os dados para a correta construção da edificação, eles favorecem a produção de extensas listas de informações universais com resultados distintos a cada aplicação, demandando a necessidade de estabelecimento de uma metodologia de projeto direcionada ao problema (Moreira e Kowaltowski 2011). Por outro lado, a arquitetura tem um papel social de adequação a um contexto e, ao ser projetada, ela precisa se configurar relacionada às ações que ocorrem nela (Montaner 2017).

A eficiência do processo de projeto depende de orientar-se, desde o início, para a identificação correta do problema. Ele não pode ser considerado como univer-

sal e aplicável a qualquer contexto, sua identificação deve voltar-se aos aspectos ligados às expectativas e necessidades dos usuários (Moreira e Kowaltowski 2011). Por outro lado, o processo de criação projetual não ocorre apenas pela invenção de soluções, mas também na interpretação das relações e compreensão da vivência (Del Rio 1998). Para o autor, cabe ao projetista racionalizar o método, centrando-o no ser humano e mantendo o senso de lugar, congregando na fase de diagnóstico temas tradicionais e não tradicionais. Uma sistematização metodológica para produção de projetos compatíveis com o contexto e organizada de forma clara e transmissível (Jones 1971), contribuindo também ao ensino de projeto, com adequadas fontes de fundamentação teórica de estabelecimento de novos modos de se projetar.

Esse modo de projetar desenvolve cognitivamente o projetista, quando instigado a buscar alternativas e espacializações concordantes com as determinantes do contexto. Sob essa perspectiva, Perdigão (2021) descreve o modo como esse exercício de compreensão e análise do espaço arquitetônico aproxima o profissional em formação de conhecimentos ligados às naturezas sensoriais, emocionais e intelectuais, fazendo-o avançar gradativamente da prática projetual representativa para as operações mentais, até que alcance a capacidade de organização dessas operações, superando a representação geométrica e alcançando a não geométrica na prática.

Para Oliveira (2010), trata-se de uma construção teórico-prática do projetista, pois cada projeto promove uma autoavaliação que busca consistência na tomada de decisão. As soluções oriundas dessa construção processual de repertório (Oliveira 2010) evidenciam a transposição da utilização de soluções universalizadas para a aproximação com as demandas específicas de cada projeto.

As representações espaciais na arquitetura (Perdigão e Bruna 2009) estabelecidas pelas ações que ocorrem no edifício (Montaner 2017) são fundamentais para o repertório e para a atuação profissional no processo de projeto. É a partir da caracterização dessas representações no ambiente construído que são expressas no projeto as demandas espaciais humanas relacionadas aos conteúdos de natureza geométrica, topológica e pulsional (Perdigão e Bruna 2009). A compreensão das ações entre os usuários, e deles com o interior da arquitetura e seu entorno, e sua sistematização, segundo Montaner (2017), respeita as relações existentes e as estimula, considerando conteúdos prioritários se comparados à forma e à aparência.

Esse processo de projeto é atuante no respeito às relações que usuários estabelecem no cotidiano de uso da arquitetura (Montaner 2017) e na compreensão da essência da edificação (Alexander 2002), sistematizada pela identificação de propriedades fundamentais que fazem um edifício ser constituído de uma estrutura viva (Alexander 2002). O autor reforça que essa sistematização das propriedades é como um caminho científico de identificação dos elementos ligados à estrutura viva de um lugar, contribuindo também no entendimento do modo como esses elementos influenciam o cotidiano dos seres humanos.

## **ESTRUTURA VIVA DO LUGAR: CRITÉRIOS PARA A COMPREENSÃO DA VIVÊNCIA ESPACIAL**

Considerar a existência de uma estrutura arquitetônica viva (Alexander 2002) estabelece a prerrogativa da necessidade de se observar como a vida acontece nesses

espaços. Miranda (2016) discorre sobre a arquitetura social apresentando-a como uma ação projetual de aprendizado sobre os espaços reais, o uso e o cotidiano. Ela destaca o fato de que a atuação profissional do arquiteto não tem controle sobre o uso da arquitetura, ele apenas interpreta o uso e incorpora a isso o seu saber, organizando os espaços. Merlin e Santos Júnior (2016) defendem que os espaços têm um potencial educador e que, em uma instância social, há uma indissociável relação entre o objeto e as ações, e a necessária busca por percursos projetuais de melhoria do programa, a exemplo dos parâmetros culturais.

Para estruturação de um modo de projetar relacionado às ações que ocorrem no espaço edificado (Montaner 2017) e que tem a prerrogativa de inserção de conteúdos não tradicionais (Del Rio 1998) das representações espaciais arquitetônicas (Perdigão e Bruna 2009), este estudo orientou-se para a importância de se sistematizar o problema de projeto a partir de uma estrutura conceitual (Moreira e Kowaltowski 2011). Para isso, foram utilizadas três propriedades fundamentais identificadas por Alexander (2002) em edifícios constituídos de uma estrutura viva.

### **QUALIDADES NA ESTRUTURA ARQUITETÔNICA VIVA**

Alexander (2002), durante vinte anos, identificou quinze propriedades que repetidamente estavam presentes no que ele chamou de um sistema vivo. Esse sistema poderia ser identificado tanto em objetos como na arquitetura, tendo em comum as propriedades que dão vida a eles (Alexander, 2002). Elas são evidências que, quando incorporadas ao processo, contribuem com uma arquitetura viva e coerente para o cotidiano humano. Segundo o autor, as quinze propriedades fundamentais são: níveis de escala, centros fortes, limites, repetição alternada, espaço positivo, boa forma, simetrias locais, interligação profunda e ambiguidade, contraste, gradientes, rugosidade, ecos, vazio, simplicidade e calma interior, não-separação. Elas atuam conjuntamente na estruturação de vida, mas podem ser compreendidas em seus aspectos individuais. Para esse estudo, selecionaram-se três propriedades como fundamentação conceitual da análise: centros fortes, gradientes e não-separação.

Para Alexander (2002), um edifício terá mais vida quanto mais bem-definidos forem seus centros, ou seja, os pontos no edifício que orientam outros pontos. A força de um centro se apresenta conforme a condução de outros centros fortes existentes próximos a ele, sendo formado por outros centros com escalas menores. Segundo o autor, a potência do projeto é evidenciada quando ele é pensado com centros claros, que são o foco de energias e que localizam o edifício em relação ao lugar. O conceito de centros fortes, para ele, tem relação com sentir a presença de um centro que é resultante de vários centros diferentes que envolvem o usuário.

Quanto aos gradientes, o autor destaca que uma coisa viva é formada por variações em suas qualidades. Em um edifício, o fluxo através dele precisa ir se ajustando naturalmente às mudanças manifestadas nesse percurso. Eles trazem harmonia frente à variação das coisas e apoiam os centros em suas adaptações a essas mudanças. Eles auxiliam nas mudanças de tamanho e caráter de um ambiente durante o percurso humano em seu interior.

Já a propriedade não-separação contribui na estruturação das outras propriedades, pois funde os centros e traz fluidez nas mudanças. Ela é responsável pela

conexão espacial que ocorre em uma edificação, unindo as partes, mas mantendo as particularidades de cada uma. Ela garante a um edifício que ele não esteja separado do mundo nem de si mesmo, estabelecendo uma continuidade interior e dele com o exterior.

## **METODOLOGIA**

Para este estudo, buscou-se um recorte que pudesse revelar um modo peculiar de vivência do espaço edificado, a casa. O espaço doméstico “é um espaço de tradução das relações sociais em suas dimensões culturais e simbólicas” (Perdigão e Gayoso 2012: 117), que além de abrigar funcionalidades físicas do morar, é resultado dos comportamentos de cada indivíduo-usuário nos espaços. A interpretação do ambiente arquitetônico da casa pelas ações cotidianas carrega conteúdos de representação espacial humana importantes para o processo de projeto.

O recorte da pesquisa considerou que as moradias analisadas fossem construídas em comunidades tradicionais. Partindo dessa decisão, identificou-se na faixa costeira da Amazônia, na região da Baixada Maranhense, no município de Turiaçu (MA), um modo de morar sobre palafitas, existente no Brasil desde o período pré-colonial (Navarro 2018). Sendo uma região de importante registro histórico sobre o modo de morar orientado pela tradição, portanto, considerou-se pertinente interpretar as representações espaciais estabelecidas pelos moradores desse lugar.

Sendo assim, o recorte foi feito observando o cotidiano de duas casas, em uma comunidade tradicional localizada na Ilha de Sababa, no município de Turiaçu (MA). As escolhas por essa comunidade se deram por sua característica insular, distante de outros lugares e com acesso restrito ao uso de embarcações, isso porque era preciso que as relações espaciais observadas fossem, o mais próximo possível, relacionadas às práticas configuradas pela tradição, e que pouco pudessem ter sido influenciadas por outros contextos.

As residências foram analisadas conforme as propriedades fundamentais de Alexander (2002): Centros Fortes, Gradientes e Não-separação. Estabeleceram-se como etapas de identificação das propriedades, dois grupos de informações como suficientes para a compreensão e sistematização do problema de projeto: registro das qualidades e interpretação das informações (Moreira e Kowaltowski 2011). Para o registro das qualidades foi realizado, conforme Elali e Pinheiro (2013), o mapeamento do comportamento centrado no lugar, com uso de observação sistemática *in loco* das ações ocorridas no uso dos espaços da casa. A segunda etapa, de interpretação, ocorreu pelo método de mapa mental do pesquisador (Elali e Pinheiro 2013) com apoio da técnica de recordação seletiva (Bordignon, Zibetti e Trentini 2016), ao qual foram consideradas como palavras a serem recordadas as três propriedades fundamentais previamente selecionadas (Alexander 2002). A síntese e transmissibilidade das informações oriundas das relações ocorridas na arquitetura foram feitas pelo desenvolvimento de diagramas (Moreira e Kowaltowski 2011), que contribuíram na visualização e interpretação das condicionantes projetuais.

## **A VIVÊNCIA DA MORADIA TRADICIONAL: O CASO SABABA (MA)**

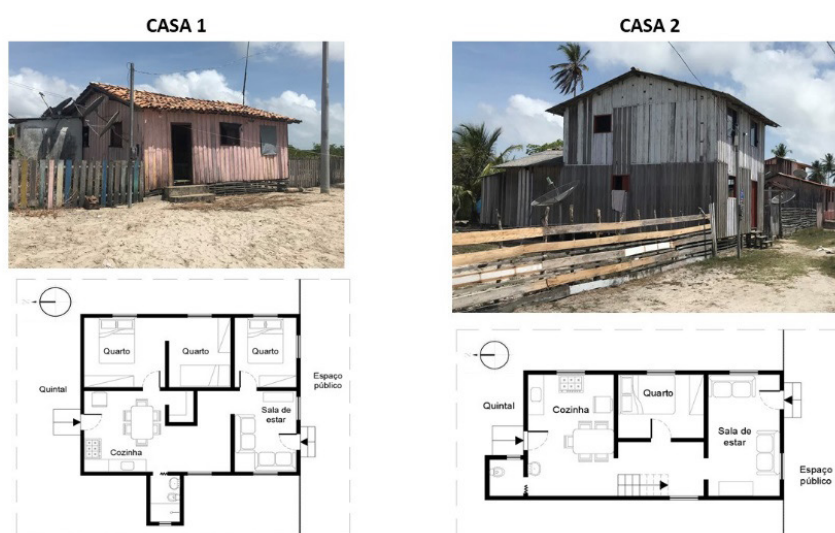
O registro das ações no ambiente das casas observadas na Ilha de Sababa ocorreu por



um período de dois dias. A utilização da técnica de observação sistemática durante a ocorrência dos eventos se configurou como a primeira etapa da pesquisa com levantamento das qualidades observadas quanto aos objetivos e necessidades principais relacionadas a cada ambiente da casa, conforme Moreira e Kowaltowski (2011).

A figura 1 é a representação em planta baixa, sem escala, das duas casas observadas, sendo a casa à esquerda identificada como Casa 1, e a da direita identificada como Casa 2. Ambas possuem os seguintes ambientes: uma sala de estar, um banheiro, uma cozinha com copa, e três quartos. Contudo, a Casa 2, por ser constituída por dois andares, tem apenas um quarto no andar térreo. As relações dos moradores com esses quartos se assemelham nas duas casas, de modo que um deles se comunica diretamente com os fluxos entre os ambientes da sala de estar e cozinha, enquanto os outros dois são mais privativos. Na Casa 1, os dois outros quartos são acessados pela cozinha, e possuem apenas uma porta de acesso aos dois. Na Casa 2 eles são acessados pela escada.

No cotidiano das casas pode-se observar que, para esses usuários, é importante que a cozinha possua espaço suficiente para uma mesa. Ela é o lugar de maior permanência dos moradores, pois é utilizada para preparação e consumo das refeições, como também para conversar durante o período da tarde. Por ser um ambiente de maior permanência de quem mora na casa, observou-se o entendimento deles quanto ao posicionamento do banheiro, que está em uma posição sem exposição em relação à sala, mais próxima do espaço externo público. Quando o morador pretende ver o espaço público e ser visto por quem transita nele, o ambiente utilizado é a sala de estar. As casas na Ilha de Sababa tem a sala de estar como o primeiro ambiente para quem entra na casa, de modo que qualquer vizinho acessa a porta da frente com facilidade. Esse ambiente é utilizado pela família para assistir a televisão, prática muitas vezes compartilhada com visitantes.



**FIGURA 1**  
Casas observadas na Ilha de Sababa (MA).  
Elaboração: Autoras, 2021.

A segunda etapa foi realizada com “o processo de compreender, recuperar, sintetizar e expressar” as informações (Moreira e Kowaltowski 2011: 104). Foi feito um registro de informações após o evento (Elali e Pinheiro 2013) pela técnica de recordação seletiva (Bordignon, Zibetti e Trentini 2016) orientada pelas três propriedades fun-

damentais de estruturas arquitetônicas vivas (Alexander 2002).

Os dados sintetizados com base na propriedade fundamental de Centros Fortes apontaram a cozinha como centro de maior força. Sua constituição enquanto centro é reforçada pela existência de centros em escalas menores, mas que contribuem congregando ações diferentes em cada núcleo. Desse modo, percebeu-se uma escala decrescente de força que se inicia na cozinha, segue para as ações que ocorrem na sala de estar e encerra na configuração dos quartos (Figura 2). Mesmo em relação aos quartos percebe-se uma relação de força diferente, pois o quarto mais próximo ao fluxo entre a sala e a cozinha tem uma intensidade de uso maior que os demais.

Essa etapa reflexiva contribui na identificação de outros dois aspectos relacionados à propriedade Centros Fortes. A primeira contribui no entendimento da relação que os moradores estabelecem com cada ambiente em relação ao espaço externo à casa. Nos dois casos percebeu-se que a vista dos fundos das casas não é contemplada por aberturas de janelas que ficam restritas às laterais e à frente da edificação (Figura 2). Outro aspecto refere-se ao posicionamento da cozinha e dos quartos em relação à ventilação predominante na região. Acredita-se que a atenção à ventilação da cozinha tem relação com o quanto ela é utilizada durante o dia, enquanto os quartos recebem boa ventilação considerando sua utilização no período da noite.

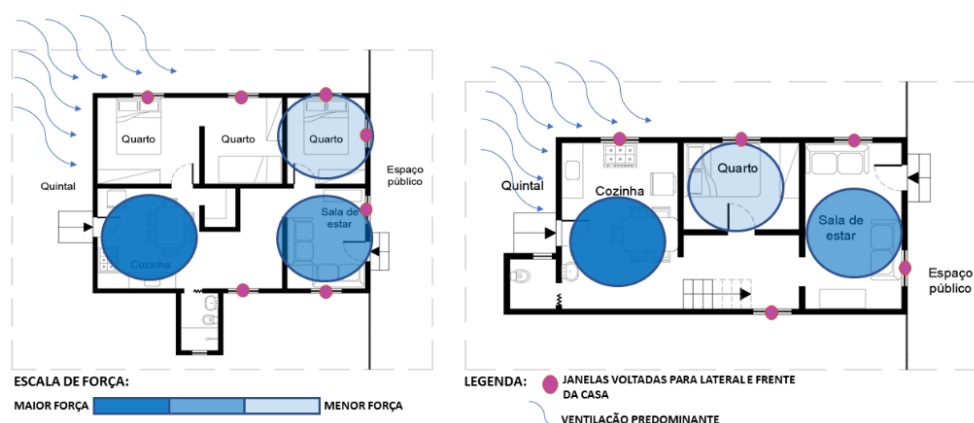
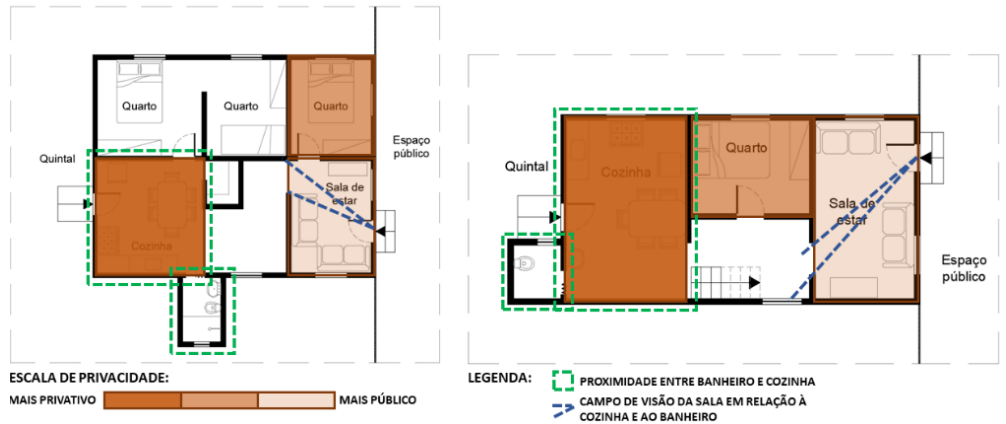


FIGURA 2  
Relações de uso estabelecidas,  
propriedade Centros Fortes.  
Elaboração: Autoras, 2021.

A segunda propriedade que orientou as interpretações das relações foi a dos Gradientes. Observou-se que há uma escala de controle de privacidade em relação aos ambientes das casas. Como expressado na figura 3, a sala de estar, por ser o primeiro ambiente da casa para quem chega nela pelo espaço público, tem uma menor privacidade, sendo utilizada para recepcionar visitantes menos familiares. À medida que se caminha pela casa percebe-se que um dos quartos pode ser avistado em seu interior antes de se chegar à cozinha. No caso da Casa 1, esse ambiente é visto até mesmo por quem se senta no sofá da sala. Acredita-se que esse é o motivo de uso mais frequente desse quarto em relação aos outros, considerando-o como um ambiente intermadiamente privativo, já que, nas casas observadas na Ilha, o ambiente mais privativo é a cozinha, posicionada ao fundo da edificação.

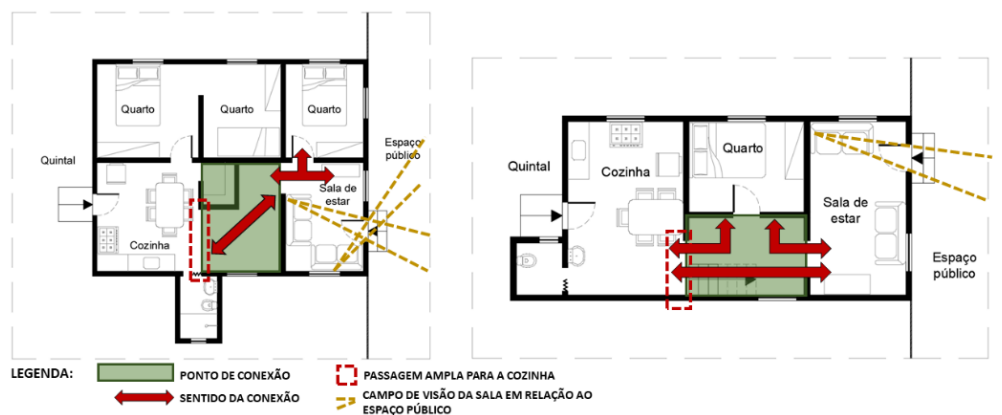
A privacidade da cozinha orienta também a posição do banheiro que, para ser usado de forma privativa, é posicionado próximo a ela. Contudo, percebeu-se a atenção a um posicionamento que além de manter a proximidade entre esses dois ambientes não favorece a observação deles por quem chega à casa e se posiciona

na porta da frente (Figura 3). Inexiste um ambiente intermediário entre a sala de estar e o espaço público, nas casas da Ilha de Sababa, favorecendo a quem chega posicionar-se à porta da casa. Contudo, o modo como os moradores espacializam a moradia conserva essa prática local, mas sem perda da privacidade dos ambientes da cozinha e banheiro.



**FIGURA 3**  
Relações de uso estabelecidas, propriedade Gradientes. Elaboração: Autoras, 2021.

O terceiro aspecto analisado orientou-se na propriedade Não-separação. Sendo essa propriedade considerada por Alexander (2002) como a mais significativa, ela torna o todo edificado mais forte, pois conecta seus fluxos tornando seu uso mais coerente. Em relação às casas observadas, percebeu-se a recorrente existência de um ambiente de conexão dos centros estabelecidos pelas relações ocorridas no cotidiano (Figura 4). Ele trabalha na fusão dos centros mais fortes com aqueles de menor intensidade, estruturando uma unidade nessa conexão, que contribui também com a gradação que ocorre entre os ambientes, impedindo mudanças abruptas das relações e estabelecendo uma interligação das partes que configuram o todo. Internamente, esse fluxo é beneficiado também pela configuração de um acesso à cozinha amplo e integrado com o ambiente que o antecede (Figura 4), e externamente, integra o universo interno e externo à casa pela possibilidade de o morador apreciar o cotidiano da comunidade sentado no sofá, ao mesmo tempo em que pode ser avistado por quem passa em frente à casa.

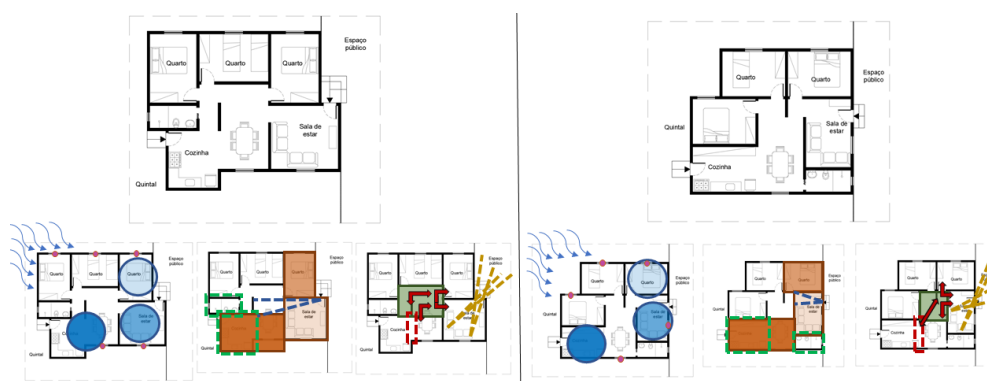


**FIGURA 4**  
Relações de uso estabelecidas, propriedade Não-separação. Elaboração: Autoras, 2021.

A análise contribuiu apresentando um caminho projetual de interpretação do modo como os usuários compreendem e usam os espaços da casa, em uma ação de projeto

que valoriza os aspectos peculiares de um lugar. Como resultado dessa sintetização, realizou-se a identificação de aspectos que contribuem com um processo projetual de casas na Ilha de Sababa, no Maranhão. Dentre eles destacam-se o posicionamento dos ambientes (cozinha e quartos) em relação à ventilação predominante, a decisão sobre as aberturas de janelas estarem voltadas para as laterais e frente da casa, o posicionamento dos centros fortes, com maior força em ambientes como cozinha, sala e um dos quartos da casa; o gradiente determinado pela privacidade, a necessidade de acesso amplo para a cozinha e de proximidade entre ela e o banheiro, sem perda da privacidade em relação à sala; e a sala como ambiente intermediário entre o público e o privado, e que está ligada ao contexto externo pelo aspecto visual.

Considerando isso, foram esboçadas duas proposições hipotéticas (Figura 5) como exemplos de aplicabilidade das propriedades de Alexander (2002) em outras configurações de casa, caso fossem propostas para o lugar estudado.



**FIGURA 5**  
Proposições de moradias para a Ilha de Sababa (MA). Elaboração: Autoras, 2021.

Nos dois casos esboçados (Figura 5), como exercício de aplicação dos aspectos identificados, foram feitas análises semelhantes àquelas realizadas nas Casas 1 e 2 de moradores da Ilha de Sababa. Por se tratar de uma ação projetual que priorizou as representações espaciais como orientação de partida do projeto não há uma padronização em relação à forma e posicionamento dos ambientes, mas sim uma resposta aos aspectos identificados e relacionados às interpretações realizadas com base nas propriedades selecionadas de Alexander (2002), a partir do que o cotidiano das pessoas referente ao uso do espaço pode suscitar, algo a ser observado na configuração da escada de entrada da casa, na posição do banheiro em relação ao conjunto edificado, no formato da cozinha, ou mesmo na disposição dos quartos entre si e em relação aos demais ambientes da casa. Apesar de ser uma proposição hipotética, o exercício se mostrou desafiador como experimentação para decisões arquitetônicas superarem o ponto de partida eminentemente geométrico, conforme sistematizam Perdigão e Bruna (2009), a respeito do não geométrico.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A interpretação da vivência da moradia tradicional na Ilha de Sababa (MA) em associação às qualidades desenvolvidas por Alexander (2002) permite a criação de operações de projeto com soluções menos centradas na aparência, e que evidenciam aspectos desse uso que orientam o processo de projeto voltado ao contexto de projeto. Sua compreensão e sistematização clara contribui com informações para uma

prática projetual promotora de relações compatíveis com as práticas locais, bem como desenvolve cognitivamente um profissional no desafio de projetar uma arquitetura orientada por aspectos do cotidiano humano.

Seus resultados contribuem também para a formação técnica mais humanizada, pois demonstram um modo de projetar que se concentra nos aspectos principais da cultura de um lugar, fugindo da aplicação generalizada de conteúdos afirmados como universais. Evidencia-se também por esse percurso projetual, as peculiaridades de uso da casa em relação às ações construídas por uma tradição, considerando que a espacialização dos ambientes, seja em relação a eles mesmos, ou em relação ao entorno da edificação, se dá na realidade social e cultural de um contexto. A tradição estabelece relações espaciais próprias de um lugar com elementos que podem apoiar a ação social da arquitetura enquanto promotora dessas relações. Essa postura corrobora com uma prática arquitetônica desprovida de ego, comprometida com a ação humana de vivência da edificação, e que valoriza os aspectos tradicionais da arquitetura de um lugar.

Além do que estudos envolvendo operações projetuais contribuem para uma compreensão teórica do processo e com expansão para novas possibilidades metodológicas que incorporem valores profissionais articulando teoria e prática, fortalecendo o campo disciplinar da arquitetura com um conhecimento mais voltado à prática e, por fim, aprofundando a compreensão teórica de processos implícitos ao fazer arquitetônico.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alexander, C. 2002. *The Nature of Order: an essay on the art of building and the nature of the universe - book one - the phenomenon of life*. Berkeley: The Center for Environmental Structure.
- Bordignon, S., M. R. Zibetti, e C. M. Trentini. 2016. O Procedimento Selective Reminding na Avaliação da Memória e Aprendizagem: um levantamento de estudos brasileiros. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 32(2): 1-11.
- Del Rio, V. 1998. Projeto de arquitetura: entre a criatividade e o método. In Del Rio, V., org. *Arquitetura: pesquisa & projeto*. São Paulo: ProEditores; Rio de Janeiro: FAU/UFRJ.
- Elali, G. A., e J. Q. Pinheiro. 2013. Analisando a experiência do habitar: algumas estratégias metodológicas. In S. B. Villa, S. W. Ornstein, orgs. *Qualidade ambiental na habitação: avaliação pós-ocupação*. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos. Pp. 15-35.
- Jones, J. C. 1971. Informe sobre la situación de la metodología del diseño. In Broadbent, G., e A. Ward. *Metodología del diseño arquitectónico*. Col. *Arquitectura y Critica*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Merlin, J. R., Santos Júnior, W. R. 2016. Um ensaio sobre o potencial educador inerente ao espaço. *Revista Projetar*, 1 (1): 118-125.
- Miranda, J. T. 2016. Arquitetura Social: renovação ou extinção do projeto como locus da prática arquitetônica. *Revista Projetar*, 1 (1): 107-116.
- Montaner, J. M. 2017 *Do diagrama às experiências, rumo a uma arquitetura de ação*. Tradução de Maria Luisa de Abreu Lima Paz. São Paulo: Gustavo Gili.
- Moreira, D. C., e Kowaltowski, D. C. C. K. 2011. O programa arquitetônico. In D. C. C. K. Kowaltowski, D. C. Moreira, J. R. D. Petreche, M.M. Fabricio, orgs. *O processo de projeto*



- em arquitetura: da teoria à tecnologia. São Paulo: Oficina de Textos. Pp. 101–108.
- Navarro, A. G. 2018. New evidence for late first-millennium AD stilt-house settlements in Eastern Amazonia. *Antiquity* 92 (366): 1586–1603.
- Oliveira, R. C. 2010. Construção, Composição, Proposição: o projeto como campo de investigação epistemológica. In *Composição, partido e programa: uma revisão crítica de conceitos em mutação*. A. P. Canez, e C. A. Silva, orgs. Porto Alegre: UniRitter.
- Paixão, Rosineide Trindade. 2019. Estudo longitudinal de famílias remanejadas e reassentadas no Projeto Taboquinha (Icoaraci, Belém, Pará) como subsídio ao projeto de arquitetura em habitação social. Dissertação de Mestrado, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Instituto de Tecnologia, Universidade Federal do Pará, Belém.
- Perdigão, A. K. A. V. 2021. Projeto Cognitivo: uma abordagem do ensino de projeto pelo interior da prática. In *Gestão de Projetos em Arquitetura e Urbanismo*. J. M. Migliorini, org. Ponta Grossa: Atena. Pp. 144–156.
- Perdigão, A. K. A. V., e Bruna, G. C. 2009. Representações espaciais na concepção arquitetônica. In *IV PROJETER 2009 – Projeto como investigação: ensino, pesquisa e prática*. São Paulo: Alter Market. Pp. 1–19.
- Perdigão, A. K. A. V., e S. Gayoso. 2012. Interpretações sobre a casa para produção de moradia. In *A questão da habitação em municípios periurbanos na Amazônia*. J. V. Santana, A. C. G. Holanda e A. S. F. Moura, orgs. Belém: Ed. UFPA.

# CONCEPÇÃO DO PROJETO URBANO COM USO DOS SISTEMAS BIM E GIS: ESTUDO DE INTEROPERABILIDADE NO AUTODESK INFRAWORKS

**ROCHA, Jaqueline dos Santos**

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil, ORCID 0000-0002-9793-1359  
jaqueline.s.rocha@edu.ufes.br

**ROCHA, Bruno Massara**

Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil, ORCID 0000-0002-9647-5005  
bmassara@gmail.com

## RESUMO

A adoção da tecnologia Building Information Modeling (BIM) trouxe grande mudança de paradigma nas áreas de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC). Diariamente, muitos esforços são realizados para que integrações entre os diversos sistemas de informação construtiva aconteçam. Com o intuito de explorar as potencialidades apresentadas pelas tecnologias BIM e buscando melhorar o desempenho das cidades e não apenas os das edificações, este artigo objetiva demonstrar como o BIM pode ser aplicado na área do Urbanismo, com um recorte voltado para o projeto de mobilidade urbana. A metodologia consiste em conceber o projeto a partir da modelagem de contexto, com a integração das tecnologias BIM e Geographic Information System (GIS) no software Infracworks (Autodesk), onde o projeto nasce da análise dedicada em três dimensões proveniente de base de dados realista, obtidas através das informações geográficas existentes. Os resultados mostraram que embora a falta de dados de alguns arquivos GIS possa comprometer o desenvolvimento da pesquisa, os dados gerados automaticamente pelo sistema são suficientes para o objetivo de aplicação e que o recurso apresenta potencialidades na etapa de concepção. Conclui-se que ambos sistemas são compatíveis no Autodesk Infracworks e complementares para o desenvolvimento de propostas, podendo contribuir para reduzir os erros no processo de projeto e planejamento urbano.

## PALAVRAS CHAVE

BIM; GIS; Infracworks; Modelagem de Contexto; Mobilidade Urbana;

## INTRODUÇÃO

Com o objetivo de melhorar a qualidade de vida dos cidadãos que habitam nossas cidades, o avanço das tecnologias da informação e comunicação tornou possível incorporar excelentes benefícios na solução de problemas de projeto e contribuir com novos métodos de análise de dados, especialmente para profissionais e pesquisadores de diferentes disciplinas como arquitetura, urbanismo, geografia, engenharia e afins. A utilização de plataformas paramétricas surge como importante recurso

auxiliador nos procedimentos de análise, concepção e execução de projetos. Programas pertencentes à tecnologia Building Information Modeling (BIM) compõem parte importante deste escopo de conceito de softwares voltados para o desenvolvimento de projetos complexos, pois sua modelagem é repleta de parâmetros e informações aprofundadas sobre múltiplos detalhes do elemento construído. O BIM permite desenvolver um modelo digital em 3D repleto de objetos supridos de informações que podem ser editadas e alteradas simultaneamente e de modo relacional. Além disso, possibilita a troca de informações contidas nos modelos entre diferentes softwares, a chamada interoperabilidade.

Partindo da necessidade de recursos tecnológicos para a criação, análise e desenvolvimento de projetos urbanos, em especial de mobilidade, este artigo apresenta um experimento a partir da integração entre o sistema BIM e GIS. Utiliza-se o software Infracore (Autodesk – versão estudantil), de tecnologia BIM, como sistema para a realização das experiências. Como objeto de investigação e estudo de caso, adotou-se o Centro de Vitória-ES, em um recorte à região portuária. O objetivo é utilizar o referido sistema como base para a simulação e exploração de alternativas de projeto de mobilidade urbana com o uso de tecnologias BIM a partir do conceito de modelagem de contexto afim de comprovar sua funcionalidade e, incentivando assim, sua disseminação.

#### **ABORDAGENS SOBRE O TEMA**

O ponto inicial para a tomada de decisões em projetos urbanos se dá através do conhecimento do contexto. Tradicionalmente ocorre através do levantamento de dados do sítio, in loco ou pelo uso de dados abertos, como mapas, imagens via satélite e arquivos digitais. As informações obtidas estão relacionadas com a forma e a qualidade urbanas e são fundamentais para compreender o contexto físico, social e econômico das cidades. Cabe lembrar que a pandemia causada pelo coronavírus tem causado a ruptura dos vínculos territoriais e espaciais entre o usuário e a cidade. As restrições estabelecidas para combater a doença têm impactado o cotidiano de milhares de pessoas e afetado diretamente o funcionamento das cidades, o que pode resultar em mudanças permanentes, que vão desde suas formas físicas até estruturas econômicas. Esse novo contexto urbano de crise gerado distanciamento social, trará impactos determinantes nas cidades.

Uma das soluções adotadas para se projetar em contexto de crise foi a adoção das tecnologias digitais. Para Rocha (2005, p.72), o avanço nos recursos disponíveis nos softwares vem permitindo a complexificação, o controle da ambiência e da rugosidade dos elementos, e a possibilidade de simulação visual da fruição em tempo real do modelo, instaurando uma rica experiência tátil-visual para o observador. Ou seja, as possibilidades encontradas nos mecanismos digitais podem auxiliar de forma realista no processo de projeção.

A modelagem de contexto (context modeling) vem sendo estudada por diferentes áreas, e tem sua definição atribuída principalmente às áreas relacionadas à Tecnologia da Informação (TI) e engenharias de softwares. No ramo da Arquitetura e Urbanismo, essa definição ainda não está consolidada, porém, para esse estudo focado no âmbito do planejamento urbano, adotou-se a modelagem de contexto como método

de referência para orientar o processo de construção de um modelo digital estruturado com base nas condições existentes com o objetivo de abordar os problemas pré-existentes de forma mais consciente. Esse método pretende avaliar se o projetista tem melhores recursos de análise com modelagens inteligentes orientadas por dados de contexto. Essas decisões podem ter um impacto significativo em decisões críticas ainda na fase inicial projeto. Segundo Gargaro e Fioravanti (2013, p.105), a interoperabilidade de dados associados ao conhecimento de contexto é essencial para analisar aprofundadamente a qualidade do processo de construção (Gargaro, Fioravanti, 2013, p.105).

Segundo Eastman et al. (2014), o princípio do sistema BIM considera a modelagem digital como um conjunto associado de processos para produzir, comunicar e analisar modelos de construção, caracterizados por: (1) componentes de construção, que são representados por objetos paramétricos; (2) componentes que incluem dados, ou seja, que descrevem como esses objetos se comportam; (3) dados consistentes e não redundantes, de forma que as modificações realizadas no objeto sejam realizadas em todas as visualizações do componente e não permitam inconsistências; e (4) dados coordenados, de forma que todas as visualizações sejam representadas de forma coordenada (Eastman et al, 2014, p.13). Devido a essas características, este modelo tridimensional paramétrico é capaz de concentrar diferentes informações técnicas e geométricas do projeto, possuindo os subsídios necessários para elaboração de orçamento, cálculo energético, previsão de insumos e ações em todas as fases da construção. Os parâmetros e as regras contidas nos elementos permitem que os objetos se atualizem automaticamente e cruzem as informações necessárias de acordo com o controle do usuário ou em decorrência das mudanças de contexto, podendo ser acessado por qualquer agente a qualquer etapa do projeto (ibid., p.25). Além da parametrização dos objetos contidos no modelo BIM, outra característica que define um modelo criado através desta tecnologia é a possibilidade de troca de informações contidas nos arquivos entre diferentes softwares.

O Brasil tem buscado regulamentar o uso do BIM por meio de normas que visam organizar aspectos-chave para a adoção dessa tecnologia no país. Em maio de 2018 foi decretada a Estratégia Nacional de Disseminação do BIM (Decreto Nº 9.377/2018) onde em agosto de 2019 foi revogada pelo Decreto Nº 9.983/2019, dispondo sobre a Estratégia Nacional de Disseminação do BIM e instituindo o Comitê Gestor da Estratégia do BIM, conhecida como Estratégia BIM BR, com a finalidade de promover um ambiente adequado ao investimento em BIM e sua difusão no país, através 1) da difusão do BIM e seus benefícios; 2) da estruturação do setor público para a adoção do BIM; 3) do estabelecimento de condições favoráveis para o investimento, público e privado, em BIM; 4) da capacitação em BIM; 5) da proposição de atos normativos que estabeleçam parâmetros para as compras e as contratações públicas com uso do BIM; 6) do desenvolvimento de normas técnicas, guias e protocolos específicos; 7) do desenvolvimento a Plataforma e a Biblioteca Nacional BIM; 8) da estimulação ao desenvolvimento e a aplicação de novas tecnologias relacionadas ao BIM; e 9) do incentivo a concorrência no mercado por meio de padrões neutros de interoperabilidade BIM; (Brasil, 2019). Desta forma, a disponibilidade de um sistema de classificação de informações paramétrico, codificado e padronizado, além

de facilitar muito sua implementação, também resulta na remoção de uma barreira para viabilização do trabalho colaborativo na indústria da construção civil brasileira.

Autores como José Pinto Duarte, José Nuno Beirão, Nuno Montenegro e Jorge Gil (2012) apontam que a falta de instrumentos integrados de formulação, geração e avaliação de planos urbanos prejudica o desempenho econômico das cidades e afeta diretamente na qualidade de vida da população (Duarte et al, 2012, p.79). Buscando sanar a dificuldade encontrada na inserção do BIM no projeto urbano e em decorrência da limitação à arquitetura das edificações nos objetos paramétricos disponíveis, mais recentemente se estabeleceu um novo termo: City Information Modeling (CIM), ou Modelagem da Informação da Cidade, em português. Conceitualmente, o CIM é um sistema para projetar e apoiar decisões de projeto urbano (Beirão, 2012, p.179). Ele também é concebido como expansão 3D do Geographic Information System (GIS) enriquecido com vistas em vários níveis e múltiplas escalas, possibilidade de projeção e caixa de elementos 3D com seus vínculos. De acordo com Beirão (2012, p.179-180), acredita-se que também forneça uma boa plataforma para monitorar a implementação de projetos devido aos seus recursos integrados de formulação, geração e avaliação, bem como sua capacidade de atualizar projetos e informações. Duarte et al (2012, p.82) apresentam no artigo “City Induction: A Model for Formulating, Generating, and Evaluating Urban Designs” rica linha de pesquisa a respeito de projetos de autores que, ao longo dos anos, têm dedicado suas pesquisas ao estudo e disseminação do CIM, onde apresentam modelos e temas das diversas áreas do desenho urbano.

Stojanovski (2013, p.4) estabelece no artigo “City Information Modeling (CIM) and Urbanism: Blocks, Connections, Territories, People and Situations” que o CIM é uma analogia ao BIM em urbanismo. Embora Stojanovski (2013, p.4) conceitue desta maneira, ao decorrer da sua abordagem o autor se posiciona de forma a aproximar o CIM de um recurso para análise das relações urbanas ao contrário de um conjunto de mecanismos para a planejamento e gestão urbanas.

Contudo, o conceito de CIM pretende integrar em um único mecanismo os métodos analíticos e o projeto urbano, fazendo uso de informação associada por georreferenciação (Beirão, Mendes, Celani, 2015, p.105), sugerindo uma metodologia de concepção de projetos e análises integrados eficazes para contextos de crise.

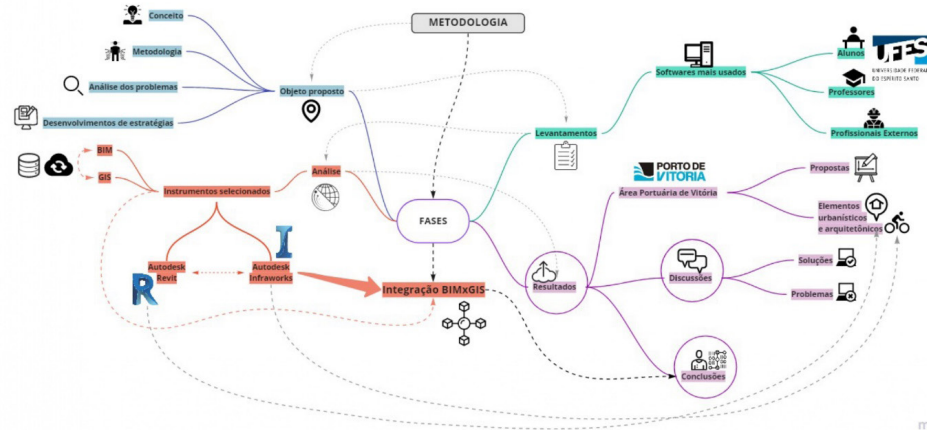
Nesta pesquisa optou-se por utilizar o software BIM Infracad como principal sistema para a realização das propostas devido ao potencial de integração BIM x GIS apresentado e rápida curva de aprendizagem. O Infracad foi desenvolvido pela Autodesk em 2011 e foi originalmente chamado de Autodesk Infrastructure Modeler (AIM) 2012. Surgiu a partir da necessidade de aperfeiçoamento e especialização de representações em 3D de projetos de infraestrutura urbana, comumente elaborados no software Autocad Civil 3D. A boa qualidade de suas renderizações e facilidade de uso fizeram com que este software ficasse rapidamente conhecido na engenharia. O Infracad importa diretamente as informações GIS no formato UTM (Latitude e Longitude), referenciado ao mesmo sistema de coordenadas usual Universal Transversa de Mercator (UTM). Também automatiza processos, pois possibilita a projeção urbana através da inserção e modificação de objetos paramétricos disponíveis. A interoperabilidade ocorre por meio da capacidade de colaboração com outras plata-



formas através da leitura de diferentes formatos de arquivos, como DWG, shapefiles, ortofoto e arquivos RVT (ou formatos BIM equivalentes), e possibilidade de exportação. Entendendo tais potencialidades, a pesquisa teve como objetivo produzir experimentos práticos que explorem a interoperabilidade em um modelo digital da cidade de Vitória. Os procedimentos para a sua realização encontram-se descritos e analisados a seguir.

## METODOLOGIA

Este trabalho utilizou metodologia inspirada na Design Science Research em função da sua natureza prescritiva e projetual destinada ao estudo e aprimoramento de artefatos e sistemas existentes, explorando suas potencialidades em contextos práticos (Dresch et. Al., 2015). Por meio do projeto, espera-se com esta metodologia desenvolver soluções que permitam aplicações mais bem adaptadas aos problemas práticos da cidade. A aplicação da metodologia foi dividida originalmente em quatro fases: 1) análise do objeto proposto, onde as etapas estão destacadas em azul no Gráfico 1; 2) levantamento de informações acerca da utilização dos softwares pré-selecionados, por acadêmicos e profissionais do campo da arquitetura e urbanismo, destacado pela cor verde; 3) pesquisa bibliográfica atualizada e aprendizagem das plataformas BIM e GIS, esta etapa destacada pela cor vermelha e 4) a concepção de um modelo digital integrado contendo projeto urbano localizado em via arterial para investigação e visualização dos recursos, sendo estas etapas destacadas pela cor roxo. Vale ressaltar que a representação gráfica das etapas são de extrema importância em caso de pesquisas hipotético-dedutivas como esta, pois se faz necessário demonstrar que o processo metodológico acontece de maneira circular e não puramente linear. Esse tipo de retorno cria conexões importantes que contribuem diretamente nos resultados obtidos. A seguir, apresenta-se o gráfico que representa o processo metodológico contendo as fases e as etapas (Gráfico 1).

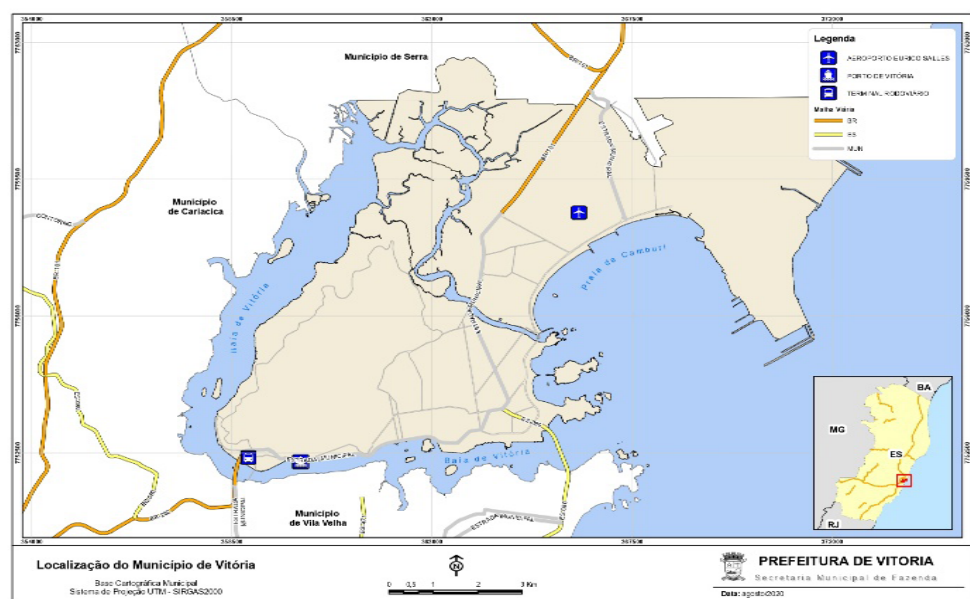


**GRÁFICO 1**

Processo metodológico. Fonte: Elaborado pelo autor (a), 2021.

Este artigo decorre de trabalho final de graduação que investiga mais detalhadamente outros condicionantes projetuais do projeto de mobilidade urbana que não se encontram plenamente descritas aqui mas podem ser consultados no citado trabalho (Rocha, 2019).

Para objeto de análise foi escolhida a região Portuária localizada na Baía de Vitória que abriga o principal terminal de transporte marítimo (de containers, automóveis, produtos siderúrgicos, rochas ornamentais, materiais como cobre e outros tipos de cargas, como alimentos) da cidade. A Baía de Vitória é lugar de referência tradicional na história da cidade pela presença da infraestrutura portuária e da arquitetura do centro histórico, por isso, trata-se de contexto rico em questões patrimoniais, econômicas, infraestruturais e vivenciais relacionada diretamente com a dinâmica contemporânea do Município (Figura 1).



**FIGURA 1**  
Mapa de Localização, Vitória-ES.  
Fonte: GeoWeb Vitória, 2021.

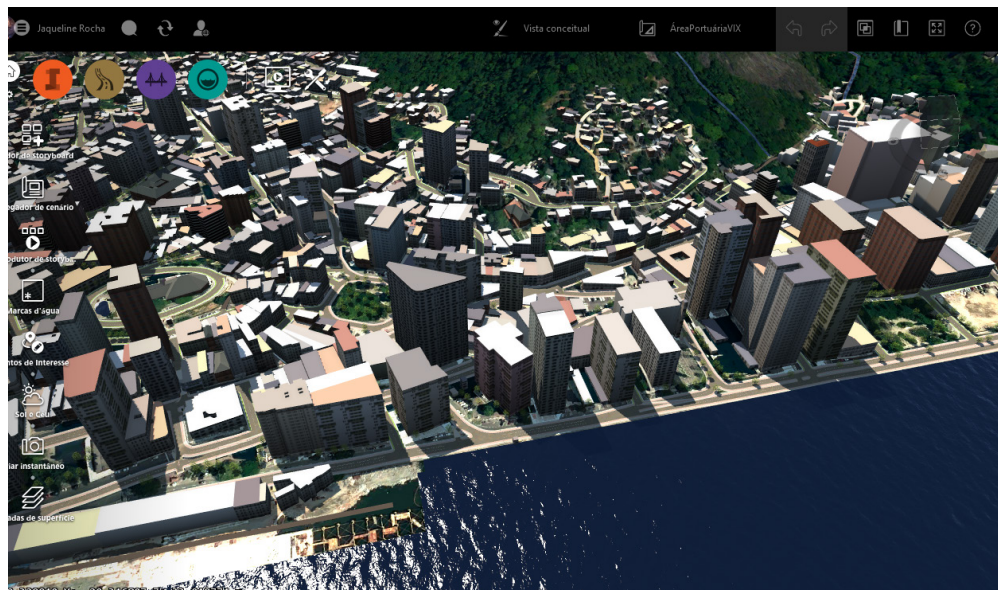
## APLICAÇÃO E DISCUSSÃO

Por se tratar de um contexto que sofreu ao longo de quase cem anos de existência, com a chegada da infraestrutura portuária, profundas alterações na estrutura física e funcional da cidade, há muitas melhorias a serem realizadas como a falta de elementos sombreadores e vegetativos. A proposta para requalificação da mobilidade urbana na área Portuária de Vitória é uma importante questão ainda não resolvida, e as propostas aqui apresentadas têm como propósito estabelecer melhorias no conforto térmico dos usuários, considerando alterações no transporte e na acessibilidade da região com prioridade para pedestres, ciclistas e para o transporte público.

## APRENDIZAGEM DA PLATAFORMA INFRAWORKS

Para a modelagem paramétrica do contexto foi avaliada a performance do Infracworks em integrar as funcionalidades BIM e GIS em um só modelo 3D, entendendo que, tendo sido desenvolvido mais especificamente para ser utilizado em obras de infraestrutura, proporciona a articulação das informações necessárias para criar correspondências diretas entre projeto e entorno. Devido à falta de atualização ou

disponibilidade de dados GIS na área a ser estudada, o modelo gerado de forma automática pelo Infracad carece de algumas informações complementares como, por exemplo, a localização dos pontos de parada do transporte público, necessários o estudo da mobilidade urbana na região. Por isso, antes de iniciar a concepção do projeto ou realizar alguma análise, cabe fazer o aprimoramento da relação entre os dados a importação de arquivos shapefiles, DWG e raster, normalmente disponibilizados pelas instituições públicas. Nesta pesquisa os dados utilizados são provenientes da Prefeitura Municipal de Vitória (PMV) e do Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA) (disponíveis em: <https://geoweb.vitoria.es.gov.br/> e <https://geobases.es.gov.br/novas-imagens-map-es-2012-2015-sem-ecw>). O aprimoramento do modelo foi realizado por meio dos seguintes procedimentos: a) substituição da imagem raster (ortofoto) por uma mais atual e de qualidade superior; b) inserção de árvores através da substituição de pontos georreferenciados no shapefile por objetos vetoriais; c) substituição dos eixos das vias por eixos contidos em arquivo shapefile (objetos vias); d) inserção de pontos de ônibus existentes através da substituição de pontos georreferenciados no shapefile por objetos vetoriais. O resultado destes procedimentos deu origem a um modelo aprimorado cuja imagem ilustrativa é apresentada abaixo (Figura 2).



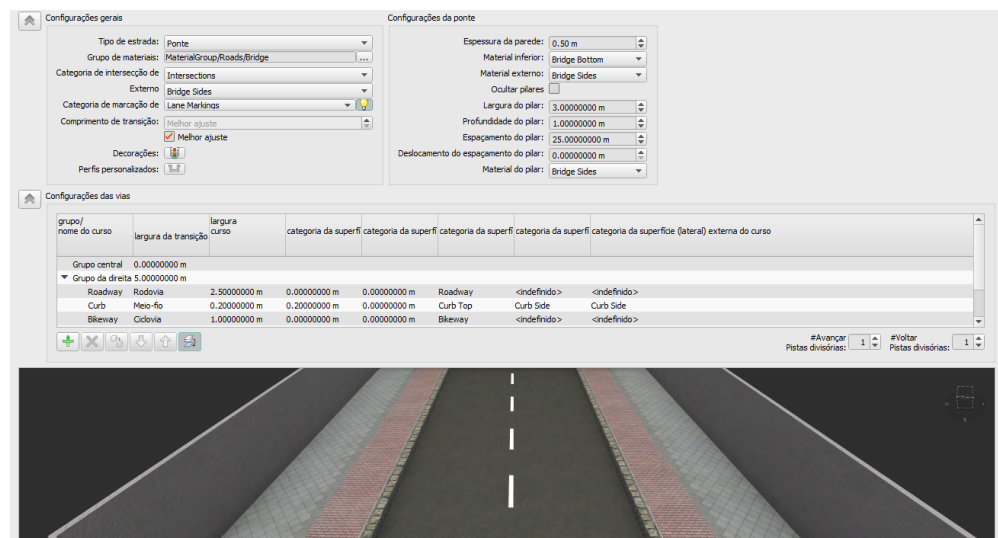
**FIGURA 2**  
Representação Eletrônica da Região do Porto de Vitória-ES. Fonte: Elaborado pelo autor (a), 2019.

Todas as substituições realizadas por objetos vetoriais foram realizadas com modelos paramétricos disponíveis na biblioteca nativa do Infracad. A substituição do gabarito das edificações não pode ser realizada, devido à falta dessa informação no shapefile correspondente. Como trata-se de uma região metropolitana, os sólidos referentes à edificação foram gerados de forma automática e optou-se por mantê-la. Vale destacar que nenhuma modificação projetual foi realizada até o momento. A riqueza de detalhes na percepção de elementos que constituem a cidade (estradas, vegetações e corpos d'água, gráficos, etc.) é proveniente da integração promissora entre BIM e GIS proporcionada pelo software, e sua visualização trouxe resultados bastante satisfatórios.

### MODELAGEM DE CONTEXTO 3D

A partir da análise do modelo aprimorado foi dado início ao processo de projeto de mobilidade urbana levando em consideração os seguintes condicionantes: a) percepção de vias que poderiam ter sua estrutura alterada para a inserção de ciclovia, faixa exclusiva para Veículo Leve sobre Trilhos (VLT) e para realizar o alargamento das calçadas; b) vias fundamentais para serem convertidas em ciclofaixas, a fim de conectar as áreas de circulação de ciclistas; c) lugares e vias que necessitavam de arborização e inserção de equipamentos como mobiliário urbano e fontes de iluminação; d) identificar potencial espacial e físico para inserir terminal intermodal como extensão da área portuária; e) avaliar a implementar um novo espaço de permanência e lazer na cidade, através da instalação de um deck na baía.

A primeira proposta de requalificação realizada foi a alteração da estrutura da Avenida Marechal Mascarenhas de Moraes, conhecida como Beira-Mar em decorrência da sua importância para o fluxo urbano. Sua largura ampliada favorece tal procedimento, e se contrapõe quando comparada às vias do centro histórico, que são estreitas e circundadas por edificações de alto valor patrimonial. Em termos práticos, o software dispõe de abas de projeção específicas para projetos de estradas. Com esse dispositivo, otimiza-se enormemente as possibilidades de alteração das tipologias das vias, ou mesmo a criação de novas tipologias disponibilizadas em um banco de dados paramétrico com diferentes critérios (ver Figura 3a). A disponibilidade de informações tais como a largura e quantidade de faixas existentes encontram-se disponíveis e podem ser rapidamente verificadas via satélite. Tal articulação foi investigada em diferentes arranjos e combinações nas propostas de projeto tomando como base os cruzamentos de dados aplicados a uma avaliação qualitativa da possibilidade de inserção de elementos urbanos em contexto de cidade consolidada. As imagens a seguir expressam a configuração de uma via genérica e a configuração final da via (Beira-Mar) após as modificações feita pelo autor.



.....  
**FIGURA 3a**  
Edição de Parâmetros – Modelo Original de Via.  
Fonte: Elaborado pelo autor (a), 2019.





**FIGURA 3b**  
Edição de Parâmetros – Modelo Via Alterado. Fonte: Elaborado pelo autor (a), 2019.

As modificações possibilitaram a inserção de faixa verde para a o transporte de VLT, ciclovia, arborização e iluminação na faixa de serviço, alargamento de calçadas e inserção de piso tátil de alerta, conforme manda a Normatização Brasileira. É importante mencionar que todos esses elementos fazem parte do banco de dados nativo do software, dispensando a necessidade de importação de elementos e bases externas. Por serem objetos vetoriais paramétricos, as alterações aconteciam de forma simultânea na medida que em os valores eram alterados. A Figura 4 representa a nova configuração da Avenida Marechal Mascarenhas de Moraes após modificações realizadas.



**FIGURA 4**  
Nova configuração da Av. Mal. M. de Moraes – Perspectiva 3D. Fonte: Elaborado pelo autor (a), 2019.

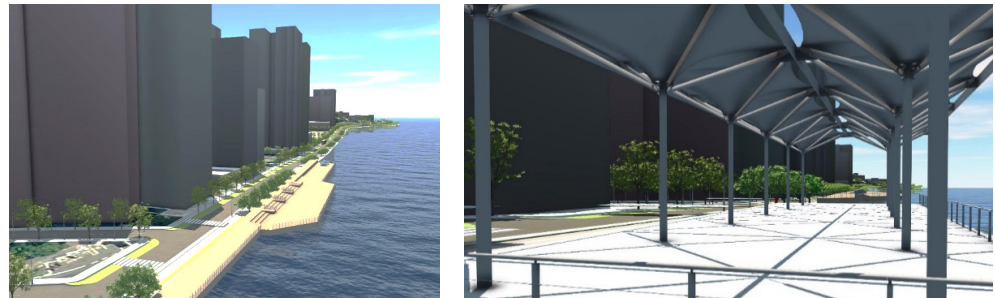
Vale destacar que as alterações realizadas na estrutura viária aconteceram diretamente nos formulários internos do sistema, com a seleção e modificação de parâmetros. Nas intervenções que demandavam a criação de espaços físicos, como foi o caso do terminal intermodal, a plataforma se mostrou ineficiente para a modelagem de objetos tridimensionais complexos, não dispendo de recursos avançados para tal procedimento. Apenas volumetrias de sólidos geométricos simplificados podem ser criadas no modelo, para fins de representação. Entretanto, é permitido importar arquivos de diversos formatos tais como: DWG, SHP, SKB, 3DS, RVT, PLA, entre outros; com isso, é possível importar um objeto 3D, paramétrico ou não, modelado em outro software respeitando os formatos mencionados. No caso aqui em questão optou-se pela criação desses elementos no Autodesk Revit. A escolha do Revit se deu em função da compatibilidade com outros softwares da Autodesk como é o



caso do aqui estudado Infraworks. Assim, manipulação desses elementos aconteciam paralelamente e a inserção e a atualização no modelo aconteciam de forma facilitada. O resultado das propostas é apresentado a seguir.

**FIGURA 5**

Perspectiva Av. Marechal com inserção de espaço de permanência (esquerda) e terminal intermodal (direita).  
Fonte: Elaborado pelo autor (a), 2019.



A figura apresentada expressa perspectivas em 3D exportadas diretamente do Infraworks, sem que houvesse a necessidade de manipulação de materiais ou exportação para outro programa computacional. Esse tipo de possibilidade otimiza o tempo dedicado à essa modelagem realista, que nem sempre é necessário nas etapas iniciais de concepção de projeto, mas que é de grande importância para entendimento das partes envolvidas. Caso necessário, o software possibilita a renderização em nuvem, o que ajuda a economizar tempo e apresenta melhores visualizações de projetos, através da representação realística.

### ANÁLISES CONCLUSIVAS

O trabalho aqui apresentado teve com objetivo investigar a integração entre a tecnologia BIM e GIS como recurso de apoio ao projeto de arquitetura e urbanismo, adotando para isso o software Infraworks. Esta integração pôde ser comprovada: os dados obtidos através do GIS forneceram ao modelo 3d informações georreferenciadas e parametrizadas do terreno ou região onde as propostas seriam inseridas, fornecendo, portanto, coordenadas geográficas, cotas de elevação do terreno, informações de relevo, nascentes de rios, áreas alagadas, áreas ocupadas, zonas urbanas, etc. Foi possível constatar que o software proporciona uma condição extremamente favorável para a concepção do projeto, visto que apresenta com riqueza de detalhes as condições físicas e informacionais onde cada proposta estaria inserida. Por meio dos recursos de modelagem de informações do contexto, foi possível identificar de forma facilitada as condições reais da área de intervenção, como os acessos, o quantitativo total (m<sup>2</sup>) da área de intervenção, principais vias (larguras e identificação), gabarito das edificações e entorno no qual está inserido.

O acesso aos dados listados acima pôde ser obtido automaticamente no Infraworks. Pode-se afirmar que ele otimiza os processos de visualização da complexidade de condicionantes urbanas logo na etapa de avaliação do projeto. Tradicionalmente, a etapa de levantamento de dados acontece por meio de visitas a campo que em cenários de crise sanitária e pandemia tornam-se mais restritivas e arriscadas. O software não prescinde destas visitas a campo, mas oferece um recurso decisivo a mais no entendimento das complexidades numa escala mais global e interativa. Cabe mencionar que o acesso aos acervos digitais de dados urbanos pode se dar por meio de base de dados disponibilizadas pelas instituições públicas. No entanto, não é inco-

num que se encontrem dados desatualizados e limitados aos formatos de arquivo CAD ou SHP.

Uma desvantagem identificada no Infracad é que o modelo digital tem limitações de exportação de um arquivo 2D considerando-se a perspectiva de desenvolvimento de projeto executivo de desenho urbano no CAD. É possível realizar a exportação do modelo digital para o Autocad Civil 3D, mas os dados enviados são mais adequados aos padrões da engenharia, como curvas de nível e eixos de estaqueamento para construção de estradas. Esse tipo de representação atende os profissionais das áreas de projeto executivo de engenharia, mas ainda é falho para a representação 2D do desenho urbano.

Outra tentativa de exportação realizada na pesquisa considerou o envio de dados do modelo 3D para o software Autodesk Revit. Foi constatado que essa exportação só é possível de acontecer com o auxílio de outro sistema, o Autodesk Navisworks. No entanto, o arquivo é exportado como um sólido 3D não-paramétrico também insuficiente para o projeto executivo urbano. Conclui-se que, para que o aperfeiçoamento da interoperabilidade do Infracad aconteça, é necessária uma melhor integração entre os softwares mencionados para que as versões futuras avancem e se tornem mais abertas umas às outras.

Um ponto positivo é a disponibilidade desses sistemas por meio de licenças educacionais com todas as funcionalidades para alunos, professores e pesquisadores. Nesta pesquisa, foram utilizadas as versões educacionais dos softwares Revit (2018), Infracad (2018) e Navisworks (2018). Para uso desses recursos profissionalmente, é necessário realizar a aquisição da licença.

Um obstáculo que se revelou durante o desenvolvimento do trabalho é a falta de dados atualizados nos arquivos shapefiles provenientes de fontes institucionais, como as prefeituras. Essa falta de informações ocasiona a limitação de análises territoriais, assim como impossibilitam a inserção de suprimentos que aperfeiçoariam o modelo.

Por fim, este trabalho reforça as recomendações dadas por Beirão (2012, p.32) para o desenvolvimento de mecanismos de desenho urbano BIM e GIS mais integrados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Beirão, J. N. (2012). CItymaker. Designing Grammars for Urban Design. *Architecture and the Built Environment*, n. 5, p. 1-440.
- Beirão, J. N.; Mendes, L. T.; Celani, G. (2015). O uso do CIM (City Information Modeling) para geração de implantação em conjuntos de habitação de interesse social: uma experiência de ensino. *Gestão e Tecnologia de Projetos*, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 101-112, jul./dez. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.11606/gtp.v10i2.102564> > Acesso em: 20 mai. 2021.
- Brasil (2019). Lei nº 9.983, de 22 de agosto de 2019. Dispõe sobre a Estratégia Nacional de Disseminação do Building Information Modelling e institui o Comitê Gestor da Estratégia do Building Information Modelling. *Diário Oficial da União*: edição 163, seção 1, Brasília, DF, ago.
- Dresch, A., Lacerda, D., Miguel, P. (2015) A Distinctive Analysis of Case Study, Action

- Research and Design Science Research. Revista brasileira de gestão de negócios, Vol.17(56), p.1116-1133.
- Duarte et al. (2012). City Induction: A Model for Formulating, Generating, and Evaluating Urban Designs..., S. Muller Arisona et al. (Eds): DUMS, CCIS, p. 79-104. Disponível em: < [https://www.researchgate.net/publication/256895642\\_City\\_Induction\\_A\\_Model\\_for\\_Formulating\\_Generating\\_and\\_Evaluating\\_Urban\\_Designs](https://www.researchgate.net/publication/256895642_City_Induction_A_Model_for_Formulating_Generating_and_Evaluating_Urban_Designs)> Acesso em: 21 abr. 2021.
- Eastman, C.; Teicholz, P.; Sacks, R.; Liston, K. (2014). Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores. Porto Alegre: Bookman, 2014, 483p.
- Gargaro, S.; Fioravanti, S. (2013). Traditions based on context. How context ontologies can help archaeological sites. FUTURE TRADITIONS [1st eCAADe Regional International Workshop Proceedings / ISBN 978-989-8527-03-5], University of Porto, Faculty of Architecture (Portugal), pp. 105-114. Disponível em: < [http://papers.cumincad.org/cgi-bin/works/paper/ecaade2013r\\_008](http://papers.cumincad.org/cgi-bin/works/paper/ecaade2013r_008)>
- Rocha. B. M. (2005). Interfaces Gráficas e Cidades: Tecnologia Digital na visualização de dinâmicas Espaciais em grande Escala. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil.
- Rocha. J. S. (2019). Concepção do projeto urbano a partir do sistema BIM. Trabalho Acadêmico (Graduação em Arquitetura e Urbanismo). Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, ES, Brasil.
- Stojanovski, T. (2013). City Information Modeling (CIM) and Urbanism: blocks, connections, territories, people and situations. In: SYMPOSIUM ON SIMULATION FOR ARCHITECTURE AND URBAN DESIGN, 2013, San Diego. Anais eletrônicos. Califórnia USA, p. 1-8.

# PARA ALÉM DA SUSTENTABILIDADE – A MADEIRA MACIÇA ENQUANTO ELEMENTO DE ARQUITECTURA REGENERATIVA

**GAGO, João**

CIAUD, Centro de Investigação em Arquitetura, Urbanismo e Design, Faculdade de Arquitetura,  
Universidade de Lisboa, Portugal, ORCID 0000-0003-1734-948X  
joagagodossantos@gmail.com

**ALMEIDA, Paulo Pereira**

CIAUD, Centro de Investigação em Arquitetura, Urbanismo e Design, Faculdade de Arquitetura,  
Universidade de Lisboa, Portugal, ORCID 0000-0001-5649-0246  
ppaarq@gmail.com

## RESUMO

Existem atualmente formas alternativas de encarar o modo como se constrói; a adoção de sistemas construtivos provenientes de materiais renováveis é uma parte importante do contributo que se pode utilizar para reduzir a pegada ecológica do sector da construção em Portugal.

Sabe-se hoje que o conceito de sustentabilidade começa a ser contestado pela necessidade de evolução. Verifica-se na literatura que este conceito em parte foi substituído por algumas alternativas, que refletem, precisamente, a necessidade de ir mais além. Actualmente, não basta ser sustentável. A sustentabilidade implica um contributo e uma gestão de recursos tripartida equitativamente pelos campos da Economia, Sociedade e Ambiente. No entanto, com a aceleração das alterações climáticas e com a consciencialização da crise climática que o planeta atravessa, o Ser Humano deve começar a contribuir ativamente, não só pela gestão responsável dos recursos, como também para a reposição e regeneração de sistemas do mundo natural. A exploração responsável dos recursos não é suficiente e deste modo começam a surgir conceitos e ferramentas que permitem um contributo ativo das ações humanas para a melhoria dos ecossistemas, passando de um contributo neutro, para um contributo positivo.

A utilização de sistemas construtivos de Madeira Maciça, pode ter um verdadeiro impacto na redução das emissões da construção em Portugal, como também no alcance das metas que a ONU estabeleceu com a Agenda 2030.

## PALAVRAS-CHAVE

Desenvolvimento Sustentável; Desenvolvimento Regenerativo; ODS; Sequestração de Carbono; Madeira Maciça

## INTRODUÇÃO

Partindo do tema lançado pelo 10.º PROJETAR 21 “Projetar em Contexto de Crise” e sendo a crise que se foca a climática, ou melhor das ações antropogénicas, é importante refletir sobre como pode a arquitetura e a construção influenciar positiva-

mente a gama de ações apontadas nos pactos internacionais, como o Acordo de Paris, a Agenda 2030 da ONU e o Pacto Ecológico Europeu para 2050.

A construção, e a arquitetura enquanto agente que informa como construir, é hoje responsável por uma importante emissão de Gases com Efeito de Estufa (GEE's). Segundo relatórios internacionais, este sector de atividade que engloba a extração e transformação das matérias-primas é responsável por cerca de 39% das emissões de GEE's globais (IEA & UNEP, 2019). Por este motivo, importa debater qual poderá ser o papel do arquiteto para combater estes valores, e que tipo de materiais e processos podem começar a ser utilizados em larga escala, não só para diminuir as emissões de GEE's como também para reduzir o impacto ambiental que a construção tem neste momento e eventualmente ter capacidade de abraçar um processo regenerativo.

Sabe-se que o ato de construir terá sempre um impacto, por mínimo que seja, no local construído, no entanto, existe hoje tecnologia que permite que as escolhas feitas pelos arquitetos possam ir além do Desenvolvimento Sustentável (conceito de 1987) almejando alcançar um Desenvolvimento Regenerativo. A inversão da balança dos contributos que damos ao planeta é um passo essencial que a arquitetura e o sector da construção não deve alhear-se, compreendendo o problema e utilizando soluções que resultem de facto num impacto positivo.

Por este motivo, a adoção de sistemas construtivos mais amigos do ambiente e a escolha de materiais renováveis, como a madeira, é essencial. Este material para além de ser renovável apresenta-se como dos poucos com a possibilidade de armazenar CO2 durante o seu ciclo de vida. A resposta à Crise advém do debate “acerca dos processos teóricos e metodológicos do projeto de Arquitetura, (...) na contemporaneidade;” (Faculdade de Arquitetura de Lisboa & Grupo Projetar, 2021). A solução de construir em madeira será uma solução assim a ter em consideração. Atualmente existem sistemas, como o CLT, DLT ou NLT capazes de dar respostas credíveis, e provadas, aos problemas estruturais e também ambientais, dado que a utilização de painéis de madeira maciça provenientes de florestas sustentáveis contribui para o crescimento das florestas, combatendo desertificação dos solos e aumentando o armazenamento de carbono. Isto, aliado à diminuição da produção de betão, poderá ter impactos positivos na pegada ecológica e dará um contributo na direção do Desenvolvimento Regenerativo.

Este artigo apresenta-se como uma parte da investigação que se encontra em desenvolvimento.

O presente artigo debruça-se sobre o papel da arquitetura enquanto contributo para um desenvolvimento que vá além da sustentabilidade, enquadrando-se diretamente nos objetivos do grupo de investigação OBATI (Observatório de Arquitetura, Tecnologia e Investigação), da qual os autores fazem parte. Este grupo de investigação faz parte do CIAUD (Centro de Investigação em Arquitetura, Urbanismo e Design) da Faculdade de Arquitetura da Universidade de Lisboa.

## **DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL AO REGENERATIVO**

O conceito de Desenvolvimento Sustentável surge do relatório de Brundtland de 1987, onde foi apresentado o conceito que estava já a ser desenvolvido desde a década de 70 do século XX. Neste documento, intitulado O Nosso Futuro Comum



(Our Common Future) o Desenvolvimento Sustentável surge como resultado do cruzamento dos três pilares do desenvolvimento, com pesos iguais e intercetados entre si: Economia, Sociedade e Ambiente.

Posteriormente, os três pilares do desenvolvimento foram questionados por Giddings et al. em 2002 quando foi apresentado o conceito de Desenvolvimento Sustentável Aninhado (Nested Sustainable Development) onde a economia depende da sociedade e ambas do ambiente. Este modelo pretendia demonstrar que os pilares do desenvolvimento devem estar na realidade integrados e não interligados (Giddings et al., 2002), onde cada um teria, pelo modelo de Brundtland, zonas sem contacto entre eles.

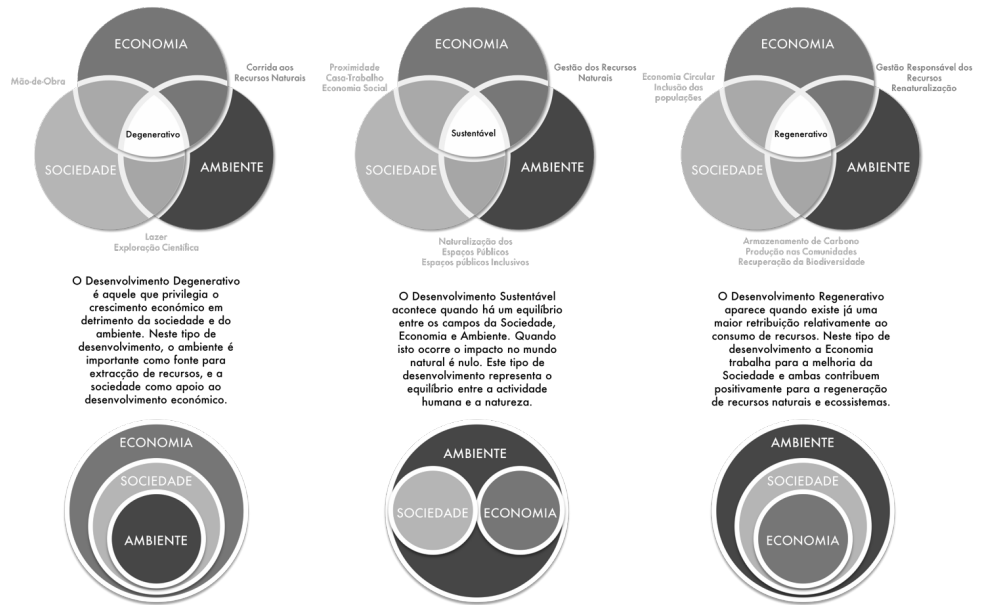
A necessidade da criação de um novo modelo de desenvolvimento está relacionada com a percepção que os esforços feitos no combate às alterações climáticas são insuficientes. As ações de minimização do impacto da atividade humana na natureza começaram timidamente, no entanto, “Uma abordagem fragmentada e tecnológica certamente abre o caminho.” Apesar disso, “(...)mais do mesmo tipo de mudança incremental não é realmente eficaz, especialmente no estado degradante das nossas práticas.” (Reed, 2007) Uma vez que segundo o mesmo autor “É improvável que façamos as mudanças necessárias com rapidez suficiente, a menos que ocorram mudanças significativas e radicais.” (Reed, 2007)

A mudança para um novo modelo de desenvolvimento deve incluir a interação entre os vários pilares de modo a “incluir os principais recursos que produzem” (ambiente), “(...)tecnologia,” – produtos (economia) e “(...) abrigo” – habitação (sociedade). Existe atualmente um modo de relação com o mundo enquanto objeto mecânico, de onde o ser humano se serve do planeta como fonte de recursos e com base nestes existe crescimento económico e consecutivamente desenvolvimento das sociedades. No entanto, a abordagem sugerida é que se olhe para o mundo como um polo de integração e inter-relacionamento, formando um sistema vivo (Reed, 2007)

Segundo Martin Brown et. al., o conceito de Desenvolvimento Sustentável, de Brundtland, já evoluiu, passou pelo Restaurativo e deve-se neste momento focar sobre o conceito de Desenvolvimento Regenerativo.

No relatório do Working Group 1 - Regenerative Construction and Operation de 2020, a Sustentabilidade é apresentada como sendo o ponto 0, em que o consumo que temos é equivalente ao que repomos na natureza; O Restaurativo é o momento em que se começam a restaurar sistemas ecológicos e sociais de modo a chegarem a um estado saudável; e o Regenerativo é já quando se retribui bastante mais do que aquilo que se consome, permitindo que os sistemas ecológicos e sociais se mantenham saudáveis, e possam evoluir. (BROWN, et al, 2018, p. 8).

Percebendo-se que o conceito de desenvolvimento tem evoluído e que dessa evolução surgem diferentes relações entre os três Pilares do Desenvolvimento, criou-se um esquema gráfico que melhor explica estas relações. Este esquema (figura1) pretende demonstrar que mantendo os mesmos três pilares, o modo como estes se relacionam pode alterar o modo como o desenvolvimento é conseguido.



**FIGURA 1**  
3 Pilares do Desenvolvimento – Diferentes Abordagens (Imagem do autor baseada em (Brundtland, 1987), (Giddings et al., 2002), (Reed, 2007), (Moore, 2012), (Brown et al., 2018) e (Morandín-Ahuerma et al., 2019))

O Desenvolvimento Regenerativo, acontece quando a Economia trabalha em função do desenvolvimento da Sociedade e ambas estão já integradas com a natureza, permitindo que exista uma regeneração dos recursos naturais e deste modo um menor impacto positivo para o ambiente.

### A SUSTENTABILIDADE NÃO É SUFICIENTE PARA ALCANÇAR A AGENDA2030

Segundo um relatório da ONU, de 2019, o sector da construção é responsável por 39% das emissões de Gases com Efeito de Estufa (GEE's). E consome 36% dos recursos energéticos do planeta. Em comparação, o sector dos transportes “apenas” consome 28% e emite 23% dos GEE's. (IEA & UNEP, 2019). Já em 2018, a ONU alertava que “O setor de edifícios e da construção é um ator chave na luta contra as mudanças climáticas”(IEA & UNEP, 2018). A grande preocupação com as emissões do sector dos transportes tem levado a uma maior procura e investimento, que deram origem ao desenvolvimento de veículos menos poluentes, no entanto, o principal responsável pelas emissões na construção é o betão (cimento e aço), e este tem passado relativamente despercebido (Ribeiro, 2019). Estima-se que a produção de betão a nível global se aproxime das emissões de toda a União Europeia. Na Europa, a “(...) indústria da construção constitui um dos maiores e mais ativos sectores (...), consumindo mais matérias-primas do que qualquer outra atividade económica.” (Torgal & Jalali, 2008). Para além disto, surge o alerta de que em Portugal as emissões da produção de cimento devem aumentar com o encerramento das centrais a carvão, uma vez que as cinzas desta matéria-prima são usadas como atenuador das emissões de GEE's, afirma Francisco Ferreira (Presidente da associação ambientalista ZERO). (Ribeiro, 2019).

A ONU, publicou em 2015 17 Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável (ODS) dos quais quatro estão diretamente relacionados com o ambiente, oito com a sociedade, quatro com a economia e o último será a interligação de todos (Oberle et al., 2019). A agenda para 2030 pretende que todos os 193 países signatários destes

objetivos os consigam cumprir até 2030. O ODS 11 – “Tornar as cidades e as comunidades mais inclusivas, seguras, resilientes e sustentáveis” – fala diretamente em “Até 2030, reduzir o impacto ambiental negativo per capita nas cidades, prestando especial atenção à qualidade do ar, gestão de resíduos municipais e outros” e “Até 2030, aumentar a urbanização inclusiva e sustentável, e as capacidades para o planejamento e gestão de assentamentos humanos participativos, integrados e sustentáveis, em todos os países” (Organização das Nações Unidas, 2018).

Como foi explicado no ponto anterior, a palavra sustentabilidade está neste momento associada ao ponto de equilíbrio que temos com a natureza. O ponto em que se repõe o que se consome de modo a obter um saldo zero. Atualmente, não se antevê um verdadeiro decréscimo da utilização dos principais materiais construtivos (cimento e aço) que são responsáveis por uma grande parte das emissões de GEE's e conseqüentemente pela extração de matérias primas não renováveis como pedras, areia e ferro que têm como agravante o facto de contribuírem para o aumento da erosão(UNEP, 2014), indo contra o ODS 15 – “Proteger, restaurar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, travar e reverter a degradação dos solos e travar a perda de biodiversidade”.

Atualmente, 55% da população mundial habita em cidades e estas são responsáveis por 70% da produção económica mundial (UNEP, 2019), o mesmo relatório da ONU revela que se prevê que estes números subam para até 70% e 85% respetivamente até 2050. Ou seja, a população urbana está a aumentar e com ela a necessidade do crescimento das cidades, principalmente (segundo indica o mesmo relatório) em pequenas e médias cidades nos países em desenvolvimento. Por outro lado, este movimento das populações rurais para os centros urbanos irá despoletar a necessidade de criação de infraestruturas básicas como redes viárias, saneamento e telecomunicações, o que causará um maior consumo de recursos. “Apesar dos impactos, o uso de betão tenderá a crescer. Estima-se que a área ocupada por cimento deverá aumentar, como resultado das migrações e crescimento demográfico em países em desenvolvimento(UNEP, 2019), até porque em regiões com sobrelotação de população a substituição de “pavimentos em terra por pavimentos em betão em centenas de milhões de habitações” nas zonas “mais pobres do mundo reduziria a incidência de doenças parasitárias em quase 80%” (Smill, 2014). Apesar disto, as Nações Unidas advertem para a necessidade de que a “transformação sustentável é necessária em todas as povoações, não apenas em mega-áreas metropolitanas”(UNEP, 2019).

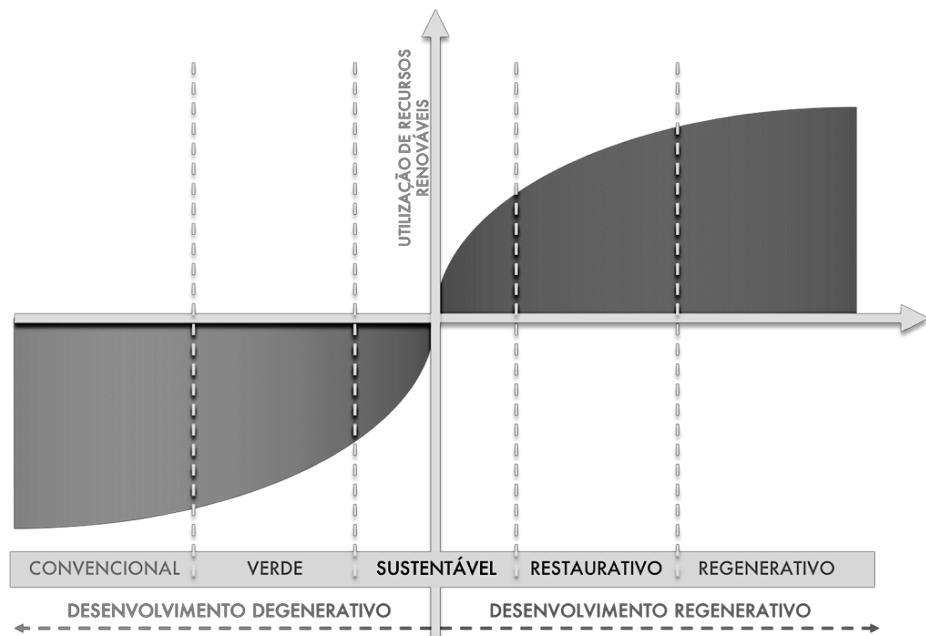
Percebendo que a necessidade de continuar a construir existe, e a utilização do betão como um dos materiais principais nesta atividade vai-se manter, importa à arquitetura refletir sobre como pode a sua atividade contribuir para alcançar as metas da Agenda 2030. Um relatório do Programa Ambiental das Nações Unidas refere que “apenas a Suécia estabeleceu uma meta para preços ambiciosos de carbono no setor industrial. Alguns grandes produtores de aço e cimento recentemente comprometeram-se a ter zero emissões até 2050 para suas operações.”(UNEP, 2019). Ou seja, não só o compromisso de emissões zero está colocado em 2050, como existe, para já, apenas um país com a preocupação de reduzir um impacto do betão nas emissões de GEE's.

Com o objetivo de se conseguir cumprir os ODS acordados, será preciso ir além da sustentabilidade, isto para que quando se alcance a meta de 2030, o saldo ao planeta seja efetivamente 0 e não negativo. A meta da sustentabilidade que é, sem dúvida, uma opção menos má, não é, no entanto, suficientemente boa. (Arponen, 2013). Neste sentido surge a necessidade de se tomarem medidas que estejam já viradas para o Desenvolvimento Regenerativo.

## ARQUITECTURA REGENERATIVA – O QUE IMPLICA

Enquanto atores principais no teatro da construção, e tendo em conta os impactos que este sector tem no ambiente, os arquitetos podem dar o seu contributo na perspectiva de diminuir a pegada ecológica das suas obras. Esta contribuição deverá surgir com a tomada de opções nas várias fases em que a arquitetura está presente. Com o objectivo de se ir contribuindo para o Desenvolvimento Regenerativo, e tendo como ponto de partida os ODS, a adoção de soluções regenerativas por parte dos arquitetos e terão um impacto direto nas obras construídas, e conseqüentemente no desenvolvimento de cidades, sociedades e economias mais próximas do Desenvolvimento Regenerativo.

Alcançar um Desenvolvimento Regenerativo, oposto ao Degenerativo implica que se utilize uma maior quantidade de recursos renováveis (fig.2), deixando a utilização de recursos não renováveis como opção de recurso e em situações que a sua utilização seja imprescindível. O betão por exemplo, continuará a ser usado (como já descrito anteriormente) mas poderá cingir-se à realização de obras de engenharia como, pontes, estradas e barragens e na arquitetura a sua utilização continuará a existir para fazer face a problemas como caves, pisos térreos e fundações (Thistlethton, 2018), onde os materiais renováveis têm maiores riscos de se degradarem.



**FIGURA 2**  
Utilização de Recursos nas Diferentes Fases de Desenvolvimento (Imagem do autor baseada em: (Giddings et al., 2002), (Reed, 2007), (Brown et al., 2018), (Blau et al., 2018) e (ILFI, 2019))

A arquitetura regenerativa começa então a ser uma aspiração relativamente à qual vários autores se têm debruçado. O grupo RESTORE aborda a questão do Design

Regenerativo como uma “abordagem holística” que relaciona a cooperação de sistemas naturais e humanos. Para além disto “No desenvolvimento regenerativo, os projetos construídos, os processos das partes interessadas e a habitação são coletivamente focados para melhorar a vida (...) - humana, outras espécies, sistemas ecológicos (...)” (Brown et al., 2018).

A arquitetura regenerativa será aquela que incorpora não só o edifício em si e as suas conexões ao território, mas também o local onde se insere, a energia necessária à sua construção e utilização, os sistemas socio económicos locais, bem como a biodiversidade como a fauna e a flora (Littman, 2014).

De acordo com o International Living Future Institute (ILFI), a arquitetura que se encontra para além da Sustentabilidade, ou seja, a Sustentável, Restaurativa e Regenerativa deve ser certificada pois só desse modo poderá ser dado a conhecer o seu impacto positivo no ambiente e deste modo criar-se uma cadeia de certificação e construção responsável. Este mesmo instituto criou a certificação Living Building Challenge (LBC). “A Certificação Living é para projetos que buscam o mais alto nível de sustentabilidade e design regenerativo” (ILFI, 2019). Esta certificação está desenhada para avaliar projetos contruídos com base em vinte pontos a serem tidos em conta. Estes pontos estão divididos em sete áreas de atuação ou “pétalas” conforme é descrito pelo ILFI.

Segundo o LBC, as áreas a avaliar para se perceber o impacto de um projeto são: sítio; água; energia; saúde e bem-estar; materiais; equidade e beleza. Estes campos estão diretamente relacionados com os gráficos acima mostrados referentes aos campos do Desenvolvimento Sustentável, Restaurativo e Regenerativo, onde nos últimos dois casos tanto a sociedade como o ambiente começam a ter pesos mais significativos na equação. Os sete campos referidos estão por sua vez diretamente relacionados com conceitos que têm vindo a surgir ligados à arquitetura sustentável, como é o caso da Biofilia e Terrafilia/Topofilia, Design Bioclimático, Renaturalização e Sequestração de Carbono. Tal como referido anteriormente, um dos aspetos que tornam a construção pouco amiga do ambiente é utilização do betão como um dos materiais de eleição “(...) o betão o material mais utilizado na indústria da construção a nível mundial (...)” (Torgal & Jalali, 2008). Por este motivo, um dos pontos importantes a serem alterados na construção é precisamente a escolha sobre o sistema construtivo que se deve utilizar. Aliando a questão do sistema construtivo, à possibilidade de se eleger um material renovável e com a possibilidade de armazenar carbono, os sistemas construtivos em madeira surgem como uma opção natural e que contribuem para alcançar, não só os ODS, mas também para uma aproximação ao Desenvolvimento Regenerativo.

### **A MADEIRA MACIÇA COMO PROPOSTA DE REGENERAÇÃO**

Percebendo-se que a construção “é um ator chave na luta contra as mudanças climáticas” (IEA & UNEP, 2018), e que “Os edifícios residenciais, (...) representaram mais de 70% do consumo total de energia final em edifícios em todo o mundo em 2017 (...)” (IEA & UNEP, 2018), importa entender como a alteração de como se constrói pode influenciar directamente a pegada ecológica. Segundo Michael Green, “A madeira é um dos meios de construção mais sustentáveis e os sistemas de constru-



ção em madeira maciça podem oferecer uma solução eficiente para edifícios altos de grande escala”.

### **A OPÇÃO PELOS SISTEMAS DE MADEIRA MACIÇA**

A escolha de sistemas construtivos como o Cross-Laminated Timber (CLT) (Madeira Lamelada Cruzada), que aparece também com o nome comercial de X-Lam e XLAM (de Kuilen et al., 2011), o Dowel Laminated Timber (DLT) (Madeira Lamelada Cavilhada), ou o Nail-Laminated Timber (NLT) (Madeira Lamelada Pregada), que se enquadram nos sistemas de Madeira Maciça (Mass Timber), surgem como uma opção, quando se tenta cruzar os eixos de preocupação que são o crescimento demográfico e a necessidade de se continuar a construir, com a preocupação ambiental que tem vindo a ser cada vez mais foco de interesse local, nacional e internacional com grandes pactos e acordos globais sobre o assunto, visto que “Os sistemas de construção em madeira maciça oferecem uma solução estimulante e inovadora com possíveis benefícios de longo prazo para o setor de construção, a indústria madeireira e a luta contra as mudanças climáticas” (Green, 2019).

Green, declara que “A madeira é o melhor material principal disponível para estruturas de construção quando se considera o uso total de energia, as emissões de carbono e o uso de água.” (Green, 2019), uma vez que a sua produção e transformação para a construção requer a utilização de menos energia consumida, do que materiais “convencionais” (Hopkins, 2014) como o cimento e o aço (ThinkWood; WoodWorks, 2021), tornando-se uma alternativa com cariz renovável relativamente às estruturas em betão-armado. Tornando-se, a madeira, uma opção natural quando se pretende construir com a ambição de contribuir para as metas da Agenda 2030.

Os painéis de CLT, à semelhança dos de DLT e NLT, são um produto desenvolvido nos anos de 1990 na Europa, no entanto, estes decorrem da colagem de réguas de madeira em camadas de direções opostas (habitualmente rodadas entre si 90º) formando um painel de madeira maciça com um número de camadas ímpar (3, 5, 7) (Karacabeyli & Brad, 2013)(Karacabeyli & Gagnon, 2019)(KLH, 2019)(Green, 2019). O sistema CLT é hoje visto como um “(...) produto extremamente bem adequado para edifícios de vários pisos devido à sua versatilidade.” (de Kuilen et al., 2011) uma vez que os painéis, sempre de camadas ímpares, podem ser utilizados quer como elementos verticais (paredes), quer como elementos horizontais (lajes). Outra vantagem indicada é a sua “(...) eficiência muito boa a testes sísmicos em edifícios de vários pisos (...)” (de Kuilen et al., 2011), o que contribui diretamente para o cumprimento do ODS 11, na sua vertente não só de sustentabilidade, mas também de resiliência. As construções em Mass Timber, como o CLT e o DLT (Dowel Laminated Timber) ou Madeira Lamelada Cavilhada, são mais resistentes aos esforços de corte e de tração que o Betão-armado (Green, 2019) e a possibilidade de construção de edifícios de habitação vai desde os edifícios de 4 pisos, aos de 18 pisos (conforme as regulamentações locais) (Karacabeyli & Brad, 2013) (Tall Wood Design, 2019)

### **SEQUESTRAÇÃO DE CARBONO**

Tanto na Europa, como na América do Norte e na Austrália, o fabrico de painéis estruturais de madeira em Mass Timber, como o CLT, DLT ou NLT é feito a partir de madeiras com origens em produções florestais certificadas. Estas produções certifi-

cadras implicam uma gestão responsável e regenerativa, que significa que os indivíduos abatidos terão uma reposição superior a 1. Este efeito faz com que o consumo de madeira certificada contribua para o ODS 15, na qualidade de “gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, travar e reverter a degradação dos solos”(Organização das Nações Unidas, 2018). Estima-se que a Europa tenha consumido em 2018 1,4 mil milhões de metros cúbicos de madeira, o que equivaleu a um aumento de 5% do ano anterior, no entanto, destes apenas 112,5 milhões de metros cúbicos foram utilizados para serragem (FAO, 2019) e possivelmente para a utilização na construção. Um estudo realizado no Reino Unido, advoga que se forem construídas duzentas mil casas em madeira, essas construções contribuem para armazenar cerca quatro milhões de toneladas de carbono (Hopkins, 2014).

Para além das propriedades físicas que a madeira apresenta quando produzida para fins construtivos (Ramage et al., 2017), a madeira “(...) é o único material de construção que podemos cultivar e isso reduz o dióxido de carbono.”(Ramage, 2019) e consequentemente a pegada ecológica impressa pelas construções.

Estima-se que cada metro cúbico de madeira pese entre 418 Kg (Timberpolis, 2021) e 500 Kg – uma vez que a massa depende da espécie de onde a madeira é proveniente – podendo armazenar até cerca de 1 tonelada de dióxido de carbono<sup>5</sup> (Hopkins, 2014) e (ProHolz, 2014) enquanto cada metro cúbico de CLT (produto já transformado) – cerca de 580 Kg (Timberpolis, 2021) chega a armazenar 741 Kg de CO<sub>2</sub> (Tall Wood Design, 2019).

## CONCLUSÃO

Os sistemas construtivos em Madeira Maciça (CLT, DLT e NLT), surgem então como sistemas capazes de armazenar grandes quantidades de carbono, e simultaneamente com a capacidade física de se apresentarem como uma solução construtiva equivalente ao betão-armado, na sua competência de resolver questões de engenharia. A sua capacidade de construção de edifícios desde a média-altura e altos, torna a escolha deste material uma opção a ter em conta no ato de projetar e de construir. Para além disto, tanto o sector silvícola, como o da transformação da madeira em painéis, são uma oportunidade de criação de novas oportunidades de emprego e com isso haver um desenvolvimento não só económico como social.

Na procura corrente sobre o Design Regenerativo (Brown et al., 2018) a regeneração no material de construção (madeira maciça) advém da utilização massiva (a uma escala urbana – segundo Michael Green) de um material que provém de um sistema regenerativo como as florestas certificadas, promovendo assim o crescimento de maiores áreas florestais, o que contribui para o aumento da retenção de carbono, travando a desertificação e revertendo a degradação dos solos (ODS 15).

Deste modo, a construção em Madeira Maciça, pode ser encarada como uma das formas de a arquitetura contribuir para o Desenvolvimento Regenerativo, uma vez

---

<sup>5</sup> Isto ocorre porque a madeira é composta por cerca de cinquenta por cento de carbono. Ou seja, para cada 500 Kg de madeira, cerca de 250 Kg são carbono. No entanto, no processo químico de oxidação, em que o carbono (C) é transformado em dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), cada quilo de C cria 3,67 Kg de CO<sub>2</sub>. Ou seja, 500 Kg de madeira maciça terão 250 Kg de C. Ao multiplicar 250 por 3,67 obtém-se 917,5 Kg, “(...) o que é cerca de 1 tonelada de CO<sub>2</sub> por metro cúbico de madeira.” (Arno, Frühwald, citado em (Frühwald, n.d.)) e (ProHolz, 2014).

que a escolha deste material construtivo cumpre os aspetos económicos, sociais e sobretudo ambientais, que promovem a gestão sustentável do ambiente e combate a emissão de GEE's, podendo a sua adoção como sistema corrente de construção contribuir para se atingirem as metas da ONU para 2030.

Na sequência deste artigo, continuar-se-á a estudar os contributos que a mudança dos sistemas correntes de construção (para sistemas de madeira maciça) poderá trazer para a pegada ecológica dos edifícios. E como estes novos sistemas poderão ser adotados de um modo corrente na arquitectura e construção em Portugal.

## AGRADECIMENTOS

Este artigo foi financiado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia, I.P. (FCT) através do seu programa de Bolsas de Doutoramento através da Bolsa com a referência 2020.05283.BD.

Este trabalho é financiado por fundos nacionais através da FCT - Fundação para a Ciência e a Tecnologia, I.P., no âmbito do Projeto Estratégico com a referência UIDB/04008/2020.

Para além do apoio financeiro, o artigo faz parte de uma investigação de doutoramento que integra o grupo de investigação OBATI – Observatório de Arquitetura, Tecnologias e Investigação que está integrado no CIAUD – Centro de Investigação em Arquitetura, Urbanismo e Design, Faculdade de Arquitetura, Universidade de Lisboa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arponen, J. (2013). Less bad is not good enough – waste should be eliminated from our vocabulary. Sitra. <https://www.sitra.fi/en/blogs/less-bad-not-good-enough-waste-should-be-eliminated-our-vocabulary/>
- Blau, M. L., Luz, F., & Panagopoulos, T. (2018). Urban river recovery inspired by nature-based solutions and biophilic design in Albufeira, Portugal. *Land*, 7(4). <https://doi.org/10.3390/land7040141>
- Brown, M., Haselsteiner, E., Apró, D., Kopeva, D., Luca, E., & Pulkkinen, K. (2018). Sustainability, Restorative to Regenerative.
- de Kuilen, J. W. G., Ceccotti, A., Xia, Z. Y., He, M. J., de Kuilen, J. W. G., Ceccotti, A., Xia, Z., & He, M. (2011). Very Tall Wooden Buildings with Cross Laminated Timber. *PROCEEDINGS OF THE TWELFTH EAST ASIA-PACIFIC CONFERENCE ON STRUCTURAL ENGINEERING AND CONSTRUCTION (EASEC12)*, 14, 1621–1628.
- Faculdade de Arquitetura de Lisboa, & Grupo Projetar. (2021). 10.o PROJETAR 21 | LISBOA.
- FAO. (2019). Forest Products Annual Market Review, 2018-2019. In Unece. <https://www.unece.org/forests/areas-of-work/forestsfpam/outputs/forestsfpamr/forestsfpamr2019.html>
- Frühwald, A. (n.d.). WOOD AND CLIMATE. Wood Days. Retrieved July 6, 2021, from <https://www.wooddays.eu/en/woodclimate/index.html>
- Giddings, B., Hopwood, B., & O'Brien, G. (2002). Environment, economy and society: Fitting them together into sustainable development. *Sustainable Development*, 10(4), 187–196. <https://doi.org/10.1002/sd.199>
- Green, M. (2019). The Case For Tall Wood Buildings (M. Green, Ed.; 2.a Edição). Blurb.

- Hopkins, D. (2014). The Timber Industry Growing our Low-Carbon Economy.
- IEA, & UNEP. (2018). 2018 Global Status Report: Towards a zero emission, efficient and resilient buildings and construction sector. In Global Alliance for Buildings and Construction. <https://doi.org/978-3-9818911-3-3>
- IEA, & UNEP. (2019). 2019 Global Status report for Buildings and Construction Towards a zero-emissions, efficient and resilient buildings and construction sector. In Global Alliance for Buildings and Construction.
- ILFI, I. L. F. I. (2019). Living Building Challenge 4.0 (Issue June). [livingbuildingchallenge.org](http://livingbuildingchallenge.org) Cover
- Karacabeyli, E., & Brad, D. (2013). CLT Handbook: Cross-Laminated Timber. In E. Karacabeyli & B. Douglas (Eds.), Book (1.a Edição). FPInnovations.
- Karacabeyli, E., & Gagnon, S. (2019). Canadian CLT Handbook (E. Karacabeyli & S. Gagnon, Eds.; 1.a Edição). FPInnovations.
- KLH. (2019). Legno Lamellare a Strati Incrociati (Issue 5264, p. 20131501). KLH.
- Littman, J. A. (2014). Regenerative Architecture : A Pathway Beyond Sustainability. In Thesis (Vol. 303, Issue February). <http://scholarworks.umass.edu/theses/303>
- Moore, T. (2012). Facilitating a transition to zero emission new housing in Australia: Costs, benefits and direction for policy (Issue August).
- Morandín-Ahuerma, I., Contreras-Hernández, A., Ayala-Ortiz, D. A., & Pérez-Maqueo, O. (2019). Socio-ecosystemic sustainability. Sustainability (Switzerland), 11(12). <https://doi.org/10.3390/SU11123354>
- Oberle, B., Bringezu, S., Hatfield-Dodds, S., Hellweg, S., Schandl, H., & Clement, J. (2019). Global Resources Outlook 2019: Natural Resources for the Future We Want. In ONU.
- Organização das Nações Unidas. (2018). Guia sobre Desenvolvimento Sustentável: 17 objetivos para transformar o nosso mundo. In Centro de Informação Regional das Nações Unidas para a Europa Ocidental.
- ProHolz. (2014). Wald & Holz Kleiner CO<sub>2</sub>-Footprint, große Klimaschutzwirkung. <https://www.proholz.at/fileadmin/flippingbooks/footprint-wald-holz/files/assets/common/downloads/publication.pdf>
- Ramage, M. H. (2019). Sowing seeds for timber skyscrapers can rewind the carbon footprint of the concrete industry. University of Cambridge. <https://www.cam.ac.uk/research/news/sowing-seeds-for-timber-skyscrapers-can-rewind-the-carbon-footprint-of-the-concrete-industry>
- Ramage, M. H., Burrige, H., Busse-Wicher, M., Fereday, G., Reynolds, T., Shah, D. U., Wu, G., Yu, L., Fleming, P., Densley-Tingley, D., Allwood, J., Dupree, P., Linden, P. F., & Scherman, O. (2017). The wood from the trees: The use of timber in construction. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 68(October 2015), 333–359. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.09.107>
- Reed, B. (2007). Forum: Shifting from “sustainability” to regeneration. Building Research and Information, 35(6), 674–680. <https://doi.org/10.1080/09613210701475753>

demos-deixar-de-o-usar/

Smill, V. (2014). Making the Modern World - Materials and Dematerialization (1.a Edição). Wiley.

Tall Wood Design. (2019). Cross-Laminated Timber - Info Sheets.

ThinkWood; WoodWorks; (2021). Mass Timber Design Manual. <https://info.thinkwood.com/masstimberdesignmanual>

Thistlethton, W. (2018). 100 Projects UK CLT (1.a Edição). Waugh Thistlethton Architects.

Torgal, F. P., & Jalali, S. (2008). Sustentabilidade - Tendências para a sustentabilidade dos materiais de construção. Engenharia e Vida, 2-5.

UNEP. (2014). Sand, rarer than one thinks. United Nations Environment Program (UNEP) (Vol. 2012, Issue March). [https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/8665/GEAS\\_Mar2014\\_Sand\\_Mining.pdf?sequence=3&isAllowed=y](https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/8665/GEAS_Mar2014_Sand_Mining.pdf?sequence=3&isAllowed=y)

UNEP. (2019). Emissions Gap Report 2019. In United Nations Environment Programme. <http://www.unenvironment.org/emissionsgap>



# NEUROSCIÊNCIA ASSOCIADA À ARQUITETURA E DESIGN BIOFÍLICO PARA A HUMANIZAÇÃO DE ALAS PSIQUIÁTRICAS NO AMBIENTE HOSPITALAR

**TANSINI, Kamila**

Universidade de Caxias do Sul, Brasil, ORCID <https://orcid.org/0000-0002-4165-8808>  
ktansini1@ucs.br

**MARCHETTO, Kátia**

Universidade de Caxias do Sul, Brasil, ORCID <https://orcid.org/0000-0001-5119-5977>  
kfmarchetto@ucs.br

## RESUMO

Este artigo é fruto do estudo desenvolvido no âmbito do curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Caxias do Sul durante o segundo semestre de 2020. Consiste na aplicação de técnicas relacionadas aos conceitos da neurociência aplicada à arquitetura – popularmente conhecida como neuroarquitetura – e design biofílico no ambiente hospitalar. A seleção de estratégias de projeto para implementação no setor psiquiátrico do Hospital Tacchini, na cidade de Bento Gonçalves (Rio Grande do Sul / BR), se deu por meio de análise bibliográfica, levando em consideração a evolução da arquitetura hospitalar no Brasil. O intuito é que por meio destas aplicações, promova-se um ambiente humanizado, mais confortável e aconchegante, o qual atenda às necessidades tanto de pacientes, quanto de profissionais de saúde. Assim, o espaço construído pode auxiliar na adaptação do paciente durante o período de internação e na rotina de trabalho do setor, tornando-a mais leve, prazerosa e eficiente. As estratégias poderão ser empregadas nos demais setores da Instituição de saúde, adaptando-as às necessidades e particularidades de cada local. A análise das percepções sensoriais dos usuários se deu por meio de entrevistas, as quais foram realizadas durante o período de internação do enfermo que estava sendo supervisionado. Através disso, foram gerados dados indicativos importantes para a qualificação dos espaços no Hospital Tacchini, os quais serão relevantes para a continuação da pesquisa no ano de 2021.

## PALAVRAS CHAVE

Neuroarquitetura; Design biofílico; Humanização; Arquitetura hospitalar; Bem-estar.

## INTRODUÇÃO

### CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA

No Brasil, há cerca de uma década, hospitais deixaram de ser apenas locais associados somente a doenças, nos quais a competência dos profissionais e a assepsia das instalações eram os únicos fatores relevantes. Felizmente, a experiência do paciente

se tornou umas das prioridades tanto de quem os cuida, quanto de quem projeta ambientes clínicos. Além da humanização desses ambientes, arquitetos também podem fazer uso das técnicas da hotelaria hospitalar, a qual visa a garantir os serviços necessários para que o paciente receba a atenção e cuidado desejados.

Utentes, em sua maioria, relacionam a permanência no ambiente hospitalar com uma experiência negativa, visto que em muitos casos ela gera medo e incertezas. Além disso, a impressão negativa mesmo em internações nas quais a patologia é facilmente curável se dá em função do desconforto provocado pelo ambiente construído. Ambientes excessivamente impessoais, com iluminação inadequada e sem vida acentuam o incômodo da enfermidade. Portanto, a arquitetura deve buscar tornar a experiência nestes locais menos traumática e mais confortável, explorando os recursos disponíveis e reconhecidamente eficazes, a fim de que o espaço seja mais um agente a contribuir com a recuperação dos pacientes.

Um artifício que auxilia nesse processo e que está ganhando espaço em pesquisas e estudos, é a Neurociência associada à Arquitetura, popularmente conhecida como neuroarquitetura. O estudo de efeitos que o espaço proporciona ao usuário é de extrema importância para transformar a impressão que o hospital desperta nos indivíduos. A neuroarquitetura é um campo multidisciplinar cujo objetivo é empregar o conhecimento da neurociência no desenvolvimento do ambiente construído e assim influenciar o comportamento humano. Associada a esta, muitas estratégias podem ser utilizadas com o intuito de proporcionar bem-estar aos usuários, desde a utilização de cores, inserção de materiais que remetam à determinadas sensações, aberturas de janelas para o contato visual com o exterior, entre outras. Todas servem para promover um estímulo sensorial que resulte em uma impressão agradável. No ambiente hospitalar, o acréscimo do conforto do paciente pode ocasionar uma melhora mais rápida, portanto, um período menor de internação.

Outra técnica muito utilizada e estudada recentemente é o Design Biofílico, que tem como finalidade proporcionar a interação do humano com o ambiente natural principalmente através do uso de vegetação nos espaços internos. Vários recursos usados na neuroarquitetura são comuns às práticas do design biofílico, como por exemplo: contato visual com espaços abertos e com a iluminação natural.

A fim de testar as mencionadas técnicas no ambiente hospitalar, foi realizado o diagnóstico da situação do Hospital Tacchini, localizado na cidade de Bento Gonçalves/RS. Verificou-se uma resistência do corpo técnico do local que questionava até que ponto a arquitetura poderia auxiliar na adaptação durante o período de hospitalização e também na melhora do paciente. A arquiteta supervisora do estudo, Adriana Maria Milani Peccin, responsável pelos projetos da Instituição hospitalar, relatou que em muitos ambientes, houve uma certa dificuldade em implementar técnicas para melhorar o bem-estar e os processos de trabalho no dia-a-dia, principalmente em setores em que a rotina seria afetada devido às mudanças.

Em busca de pesquisas no Rio Grande do Sul envolvendo a percepção do usuário em ambientes hospitalares, para utilizar como um argumento mais sólido ao explicar as estratégias utilizadas nos projetos para os profissionais de saúde, percebeu-se a inexistência desse tipo de estudo na região. Com base nos resultados do relatório indicativo a respeito da influência do ambiente construído no usuário, será possível

inserir as técnicas propostas no projeto de pesquisa em outros setores do Hospital Tacchini. Isto possibilita também que outros hospitais sejam incentivados a qualificar seus espaços para que cada vez mais pacientes possam usufruir de um ambiente humanizado, pensado para que a internação seja menos traumática.

## **METODOLOGIA**

Inicialmente, por meio de uma pesquisa bibliográfica, definiu-se que os conceitos norteadores da pesquisa sobre arquitetura hospitalar seriam a Neuroarquitetura e o Design Biofílico. Contudo, devido aos temas serem muito amplos, foram selecionadas algumas estratégias aplicáveis ao setor psiquiátrico do Hospital Tacchini, levando em consideração a verba disponibilizada para o projeto.

Após esta seleção, foi realizado um projeto para dois quartos no setor psiquiátrico, seguindo as diretrizes previamente estabelecidas. Como o intuito era envolver também os profissionais de saúde na pesquisa, o projeto foi apresentado ao médico responsável do setor e à médica infectologista do hospital. A arquiteta responsável, Adriana Pecin, supervisionou o projeto e intermediou o contato através da apresentação, na qual continha as imagens do projeto proposto, relacionadas com as técnicas selecionadas e moodboard indicando texturas e materialidade aplicadas. Houve ampla aceitação da proposta pelos profissionais, que a partir de então puderam entender o potencial de melhora da qualidade do setor psiquiátrico.

Alguns apontamentos importantes foram feitos pelos médicos para garantir a segurança dos pacientes: o painel ripado deveria ser substituído por um painel liso – os usuários poderiam utilizar como superfície cortante; a vegetação deveria estar a uma altura em que não fosse acessível ao utente. Além disso, a infectologista alertou que o modo de plantio tradicional iria gerar uma proliferação maior de bactérias no espaço, portanto, para que a estratégia biofílica fosse aprovada, devia ser utilizada outra técnica de plantio.

A apuração dos resultados da pesquisa até então foi por meio do mapeamento das reações dos pacientes internados através de entrevistas durante o período de análise, nos ambientes em que as estratégias foram aplicadas. As mesmas perguntas foram respondidas também pelos enfermeiros da unidade, com o objetivo de obter um resultado mais fidedigno. Posteriormente as respostas foram compiladas e analisadas.

Como a intenção era acompanhar a evolução clínica do usuário durante o período de internação, a supervisão e entrevistas com pacientes e profissionais de saúde foi adaptada para este período, que é cerca de trinta dias. Infelizmente houve um atraso nas obras, que estavam previstas para finalizar no mês de setembro. Assim, o acompanhamento iniciou somente no fim do mês de outubro, restringindo o número de pacientes supervisionados.

Dito isto, o estudo pode ser classificado de cunho bibliográfico e pesquisa qualitativa, pois devido ao curto prazo disponível para o desenvolvimento do trabalho, não foi possível obter resultados quantitativos.

## FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### EVOLUÇÃO DE AMBIENTES HOSPITALARES NO BRASIL

Ao longo dos anos, a infraestrutura hospitalar vem acompanhando a evolução social, política e econômica do contexto em que está inserida, contudo, por muitos anos, saúde foi sinônimo somente da ausência de doença no ser humano. A partir de 1946, no entanto, a Organização Mundial da Saúde (OMS) conceituou saúde mais abrangentemente.

[...] A saúde é um estado de completo bem-estar físico, mental e social, e não consiste apenas na ausência de doença ou de enfermidade.

(Constituição da Organização Mundial da Saúde, 1946, definições iniciais.)

Em muitos locais não havia aberturas para ventilação cruzada e entrada de iluminação natural pela crença vigente à época de que poderiam agravar a contaminação e infecções hospitalares em pacientes. No entanto, Florence Nightingale – renomada enfermeira inglesa, que recebeu notoriedade pela atuação no cuidado de feridos durante a Guerra da Crimeia –, no século XIX, já apontava através de seus estudos empíricos como o meio influenciava diretamente no quadro evolutivo do enfermo.

Para ela, a manipulação do ambiente físico, para o bem-estar e segurança do usuário ia além da higienização e cuidados médicos. Foi uma das precursoras a afirmar que a entrada de luz solar e ar fresco auxiliam no controle de infecções hospitalares, além de proporcionar estímulos e sensação de conforto ao paciente. Nightingale também citava a importância de suavizar os ruídos no ambiente com o intuito de manter o usuário mais calmo.

O conforto e bem-estar dos seres assistidos nem sempre são priorizados pela equipe de assistência, desconsiderando que Nightingale primava pelo conforto e bem-estar dos pacientes, orientava a atenção às suas necessidades, sejam físicas ou emocionais. Salientava que a doença nem sempre era a causa dos sofrimentos que a acompanham, mas que os sintomas e/ou sofrimentos, muitas vezes, decorrem da falta de aquecimento, limpeza e pontualidade na assistência às necessidades do paciente, a quem a Enfermagem deve assistir de forma que haja um mínimo de dispêndio do seu poder vital. (CARRARO, 2004, p. 655)

Apesar dos muitos estudos e comprovações de que a humanização no ambiente hospitalar tem influência positiva sob o usuário, percebe-se que ao longo do tempo a arquitetura hospitalar brasileira ocupou-se quase que exclusivamente de viabilizar a produção da infraestrutura necessária com as verbas e as áreas disponíveis. Essa é uma questão que pode ser associada com as inovações tecnológicas e facilidades no âmbito construtivo. Equipamentos de ar-condicionado, por exemplo, podem ter incentivado a perda de cuidados com a oferta de iluminação e ventilação natural – condicionantes que deveriam permear todo o projeto de arquitetura de qualidade. Além disso, a implantação de uma infraestrutura cada vez maior em terrenos exíguos também pode interferir na qualidade dos espaços internos. Felizmente, atualmente há iniciativas no sentido de proporcionar bem-estar psicológico aos pacientes, como relatam Alves, Figueiredo e Sanches:

[...] Assim, entre os principais objetivos do atual sistema de saúde estão o bem-estar psicológico do paciente, o custo da administração e da intervenção médica. O arquiteto compartilha desse mesmo princípio ao buscar projetar espaços personalizados, onde o usuário possa se identificar e se sentir acolhido, confortável, e consequentemente, bem (física e psicologicamente). (ALVES; FIGUEIREDO; SÁNCHEZ, 2003, p. 72).

## NEUROARQUITETURA E DESIGN BIOFÍLICO EM AMBIENTES HOSPITALARES

Atualmente, tanto em reformas hospitalares, quanto em projetos novos, arquitetos vêm se apropriando de técnicas cujo objetivo é tornar os ambientes mais humanizados e adequados para o conforto de pacientes em período de internação. Muitas estratégias testadas e aprovadas podem ser utilizadas, contudo, deve-se avaliar quais são mais adequadas, levando em consideração a verba disponível para a obra e a tridimensionalidade do espaço.

Segundo Sampaio e Chagas (2010), a preocupação com os pacientes deve existir em todo o projeto, desde a concepção até nos detalhes do seu interior. Portanto, deve-se priorizar a inserção de elementos que estimulem a percepção sensorial do usuário, gerando uma resposta positiva ao organismo.

De acordo com Teixeira e Tamanini (2005), a exposição de pacientes e de seus familiares a um ambiente desconhecido que não propicie bem-estar pode interferir diretamente na evolução clínica do enfermo. Muitas vezes, conversar e questionar pacientes e profissionais de saúde que irão utilizar o espaço auxilia na apreensão do local e suas necessidades.

O arquiteto pode colaborar para minimizar o desconforto desses ambientes, projetando ambientes de descanso, tranquilidade, relaxamento, que permitam que o paciente se sinta mais confiante e que tenha condições de se recuperar mais rapidamente e que também propiciem à equipe de profissionais um local de trabalho que possibilite um atendimento de melhor qualidade, resultando em um maior rendimento, mais produtividade, segurança e que esse profissional desempenhe melhor a sua função, com satisfação. (ALVES; FIGUEIREDO; SÁNCHEZ, 2003, p. 73)

O uso da luz natural a favor do ambiente, técnica aparentemente óbvia na arquitetura, pode amenizar consideravelmente a monotonia que os ambientes hospitalares costumam ter. As aberturas permitem a ventilação natural, que é extremamente importante para estes espaços, e estimulam o contato visual com o exterior. Segundo Teixeira e Tamanini (2005), a luz pode gerar efeitos interessantes para a percepção humana, contribuindo para estímulos sensoriais positivos, e consequentemente para a melhor adaptação do usuário.

Nos projetos hospitalares do arquiteto João da Gama Figueiras Lima<sup>6</sup>, popularmente conhecido por Lelé, fica evidente a importância conferida à ventilação e iluminação natural, contrariando toda a sistemática segundo a qual os ambientes hospitalares deveriam apenas utilizar condicionamento térmico mecânico. Lelé, explora ao máximo os recursos arquitetônicos a fim de garantir eficiência energética,

---

<sup>6</sup> Renomado arquiteto brasileiro, conhecido por seus projetos na área da arquitetura hospitalar.



conforto ambiental e economia de meios para assegurar um projeto arquitetônico de qualidade, atitude inovadora para as décadas finais do século passado. A exemplo de Lelé, arquitetos contemporâneos podem utilizar amplamente a criatividade e tecnologia a fim de garantir o conforto térmico no meio e preservar a qualidade ambiental.

A materialidade também é importante na Neuroarquitetura. Deve-se pensar em qual sensação é desejável que o paciente tenha no espaço. A partir disso, elenca-se materiais que oportunizem esses sentimentos e também sejam economicamente e ambientalmente viáveis, portanto, primeiramente deve-se pensar em matérias-primas que beneficiem a qualidade acústica do ambiente. Ruídos excessivos perturbam o usuário, deixando-o desconfortável e muitas vezes nervoso, podendo interferir no progresso do tratamento.

A madeira é uma matéria-prima muito adequada para o uso, pois além de contribuir para o conforto acústico do ambiente, estimula a visão e o tato dos pacientes. Entretanto, deve-se atentar em que setores o material será empregado, pois em ambientes que haja procedimentos invasivos ou que necessitem de assepsia mais rigorosa, não é recomendável. Segundo a pesquisa de Gusmão e Brotherhood (2010) alguns pacientes entrevistados relataram que o material remetia à sensação de lar, quesito interessante para a humanização do espaço e bem-estar do usuário.

A sensação de aconchego também pode ser alcançada através dos tecidos. Além de deixarem o ambiente visualmente mais rico, estimulam sensorialmente. Combinados a outros materiais do projeto ajudam a atingir a experiência desejada.

Deve-se pensar também nas cores que serão utilizadas e qual efeito se quer causar nos usuários. Como diretriz geral, em ambientes de menor permanência indica-se utilizar cores contrastantes, para que o estímulo visual seja intenso e direto. Contudo, em espaços de longa permanência, as cores vistosas devem ser pontuais.

Gusmão e Brotherhood (2010) mencionam que as cores podem modificar a comunicação com os utilizadores. A cor tem a capacidade de alterar as sensações, ou seja, tranquilizar, diminuir o estresse ou aumentar a vitalidade. Entretanto, a influencia diferentemente cada pessoa, de acordo com suas experiências prévias e com o seu estado atual.

Outra estratégia que pode ser empregada em ambientes hospitalares é a inserção de vegetação. Por meio da mudança de tonalidades de cor, texturas e aromas, ela é estimulante, tornando-se agradável. Sampaio e Chagas (2010) comentam como o paisagismo influencia no espaço, pois interfere diretamente no conforto térmico, visual, acústico e olfativo, assim como na sensação de bem-estar e acolhimento por meio do contato com a natureza, quadros ou imagens.

Evidentemente, não é possível usá-la em todos os setores dos hospitais, devido ao risco de infecções, sobretudo em salas onde há a realização de procedimentos invasivos. Entretanto, pode-se explorar a estratégia, por meio de quadros, imagens ou pinturas nas paredes que façam o usuário associar, ainda que inconscientemente, aquele espaço a um ambiente com vegetação.

Por fim, pode-se explorar a iluminação. Além de prever aberturas para a entrada de luz natural, deve-se analisar a iluminação artificial que será inserida em cada ambiente. No caso de hospitais, geralmente a demanda de iluminação difere de

acordo com o setor, portanto cabe ao profissional responsável pelo projeto avaliar o que será mais eficaz no cotidiano daquele ambiente em específico. Em quartos, tem-se o compromisso de promover um espaço em que o usuário se sinta confortável e acolhido, auxiliando no processo de recuperação. Por isso, o projeto luminotécnico pode ser um aliado muito eficaz para a melhora do enfermo.

Golden (2006), em sua pesquisa, submeteu pacientes com transtornos psicológicos a duas formas de iluminação diferentes por um período de uma a duas horas por dia: o grupo 1 foi exposto ao placebo, com iluminação de 300 lux e o grupo 2 a uma iluminação de 3000 lux. Como resultado, uma considerável parcela dos enfermos submetidos à luz de 3000 lux reduziu os sintomas de sua comorbidade.

Pensando a respeito, muitas das estratégias explanadas, podem ser aplicadas à ambientes clínicos sem crescer demasiadamente o orçamento de obra. Como a recuperação dos pacientes tende a ser mais rápida com a implementação das diretrizes propostas, os custos do hospital para a recuperação de cada paciente, por consequência, tendem a diminuir.

### **ESTRATÉGIAS UTILIZADAS NA PESQUISA**

Após o estudo bibliográfico, foi necessário filtrar quais estratégias poderiam ser aplicadas nos quartos do setor psiquiátrico de acordo com a verba disponível e espaço.

Por se tratar de espaço destinado ao tratamento de pacientes com comorbidades mentais, o cuidado foi redobrado ao projetar o quarto. Atentou-se para que os usuários não pudessem utilizar os elementos de marcenaria como mecanismos para mutilação pessoal, por exemplo.

O projeto priorizou o uso de cores menos vibrantes, já que os pacientes passam a maior parte do tempo nos quartos. Utilizou-se também a pintura no teto, para que houvesse estímulo visual mesmo quando o enfermo estivesse deitado. Nas paredes, manteve-se a textura existente.

A madeira foi usada para demarcar o posicionamento da cama e a régua de gases. Foi planejado um novo armário para armazenamento de pertences do usuário, cama sob medida e banco em marcenaria para visitantes. Contudo, por uma questão de redução de custos, manteve-se a cama e o armário existentes. O banco destinado aos visitantes não foi executado, pois o setor não permite visitas nos quartos.

A vegetação foi inserida por meio de vasos em marcenaria fixados na parede em frente ao leito, para que houvesse o contato visual constante. Priorizou-se uma espécie regional, caracterizando a identidade do espaço. Os cachepôs tiveram que ser fixados a três metros de altura para a segurança dos pacientes.

Uma questão importante era a relação entre vegetação e a propagação de infecções. Então juntamente com a infectologista responsável do Hospital Tacchini, implementou-se o plantio com argila expandida na área superior e inferior do vaso e terra como camada intermediária, somente para suprir as necessidades das raízes da vegetação. Assim, diminuiu-se o contato do exterior com a terra, na qual a proliferação de bactérias é constante. A argila expandida tem um importante papel no controle infectológico neste caso, pois evita que a água fique parada na parte inferior do vasilhame, além de manter sempre as raízes úmidas. Isso é importante pois as plantas estão altas, impossibilitando a manutenção constante. Além dos vasos,

foram inseridos dois quadros com imagens de espécies regionais, mantendo o conceito de identidade e apropriação cultural do projeto.

A iluminação também é um ponto forte do projeto. Foi utilizada luz indireta na cabeceira da cama para proporcionar um ambiente mais aconchegante. Além desta, foram colocadas luminárias para iluminação direta, simulando a luz natural, a fim de replicar a técnica utilizada por Golden (2006) em sua pesquisa. No entanto, devido a falta de verba, manteve-se a luminária existente.



**FIGURA 1**

Planta baixa projeto do quarto  
Fonte: produzida pela autora (2020).



**FIGURA 2**

Perspectivas projeto do quarto  
Fonte: produzida pela autora (2020).



**FIGURA 3**

Imagens quarto executado  
Fonte: produzida pela autora (2020).

Como citado, muitos itens do projeto não foram executados, ou pela verba insuficiente, ou pelo atraso na execução. Por isso, a implementação incompleta do projeto pode ter interferido nos resultados da análise.

Além disso, o atraso da obra fez com que apenas um dos dois quartos selecionados no setor psiquiátrico recebesse pacientes no tempo da pesquisa, interferindo no número de pessoas que foram monitoradas.

## **DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO**

O acompanhamento dos pacientes e da equipe médica do quarto adaptado ocorreram por meio de uma entrevista inicial, na ocasião da internação e uma entrevista final, pouco antes da alta.

Antes do contato inicial com a primeira paciente a ser acompanhada pelo estudo, a enfermeira-chefe informou o caso clínico da utente e como deveria ocorrer a entrevista. Além disso, a profissional auxiliou com ideias e melhorias nas perguntas para as entrevistas iniciais e finais dos pacientes e dos profissionais de saúde.

O contato com a paciente foi feito de forma a deixá-la segura para participar da pesquisa. A recepção por parte dela foi excelente, disponibilizou-se a responder todas as perguntas, inclusive ficou muito feliz de participar.

Quanto às entrevistas com os enfermeiros, estes preferiram responder as perguntas em suas residências com calma, pois o turno de trabalho no setor demanda muita atenção e cuidados.

Após a visita, manteve-se a comunicação com a profissional de saúde responsável, a qual informava a situação clínica da paciente. Infelizmente, por se tratar de um leito monitorado 24 horas, os enfermos acabam ficando ali somente até a estabilização, para que sempre haja leitos disponíveis para situações mais graves. Assim, a paciente foi transferida para outro leito após três dias. Contudo, continuou-se acompanhando a paciente durante a internação e assim foi possível que a usuária pudesse comparar o ambiente adaptado e um não adaptado durante a mesma internação.

Durante o período de acompanhamento, de setembro a novembro, outra paciente internou e passou a utilizar o quarto com as aplicações da pesquisa. Foram repetidos os procedimentos de aproximação empregados anteriormente. Devido ao caso clínico e às medicações que estavam sendo administradas, a paciente estava um pouco sonolenta, porém isso não chegou a interferir na sua participação na entrevista, pelo contrário, o retorno foi bastante satisfatório.

Em função de dificuldades encontradas no cronograma da equipe de enfermagem, não foi possível realizar a entrevista final na segunda paciente monitorada. Consequentemente, não será possível ter o comparativo durante a internação sob o ponto de vista das usuárias.

## **ANÁLISE DE RESULTADOS**

Verificando as respostas de pacientes e profissionais de saúde no início do período da internação, fica evidente o reconhecimento pela iniciativa de melhorar a qualidade e conforto nos espaços do setor psiquiátrico. A contribuição de todos gerou dados

importantes sobre as técnicas selecionadas para a aplicação no projeto.

As utentes, de forma geral, elogiaram a inserção de vegetação no quarto, inco- mum em ambientes hospitalares. Além da vegetação, as pacientes avaliaram posi- tivamente as cores utilizadas no ambiente.

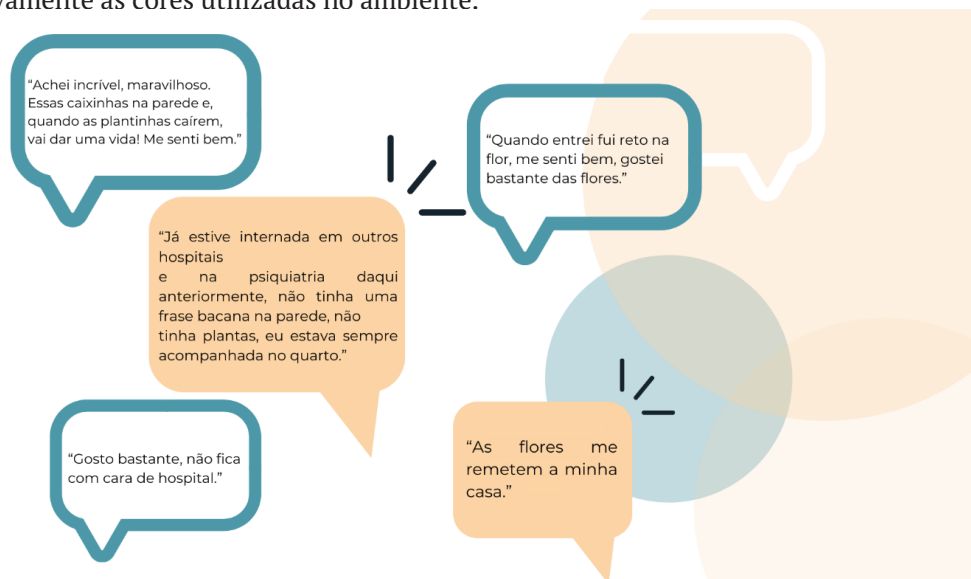


FIGURA 4

Quadro de citações de pacientes  
Fonte: produzida pela autora (2020).

Em suas entrevistas, os profissionais de saúde apontaram que as aplicações utiliza- das auxiliariam na adaptação dos pacientes durante o período de internação, além de tornar o ambiente mais acolhedor. Citaram também como é agradável trabalhar em um lugar pensado para o bem-estar, além de aliviar a rotina e pressão do setor psiquiátrico. Também apontam que seria de importante um ambiente assim des- tinado a eles, para que possam espairer. Um dos enfermeiros salientou que no ambiente hospitalar é raro encontrar espaços assim, com cores, mensagem acolhe- dora e vasos com vegetações.

O retorno dos profissionais foi extremamente positivo, impulsionando ainda mais o propósito de transformar a internação hospitalar em uma experiência mais positiva.



FIGURA 5

Quadro de citações de profissionais de saúde  
Fonte: produzida pela autora (2020).



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo, realizado num curto período de tempo, representou o passo inicial da realização do propósito de tornar a experiência do paciente menos traumática e trazer conforto e aconchego ao ambiente hospitalar. Considera-se que um estudo deste teor não poderia ser feito sem que se ouvissem relatos de utentes e de cuidadores, que usam os espaços e podem dar uma percepção real dos efeitos da aplicação da técnica.

Como mencionado pelos próprios enfermeiros em suas entrevistas, a intenção é proporcionar a todos, enfermo e profissional de saúde, um espaço pensado para eles, que contribua para a adaptação durante a internação e para que a rotina de trabalho se torne mais leve e prazerosa. Apesar das entrevistas serem escassas até o momento, o prognóstico é bastante otimista, tendo em vista os resultados obtidos em outros locais e as respostas das entrevistas até o momento.

Existe a intenção de continuidade da pesquisa no ano de 2021. Para o prosseguimento do estudo deve-se aprimorar o método de coleta de dados. Evidentemente esta análise será retomada juntamente com a supervisora, orientadora, equipe de profissionais de saúde do setor administrativo do hospital, para que as mudanças sejam adequadas para a verba disponível. Inclusive, será verificada a possibilidade de execução do projeto em quartos não supervisionados 24 horas – sugestão pertinente da enfermeira-chefe do setor –, para que o paciente possa ficar internado mais tempo neste espaço, gerando relatórios mais ricos à pesquisa.

Deverão ser revistas as estratégias de iluminação e inserção de mobiliários em marcenaria, pois estes terão interferência direta nas respostas das próximas entrevistas. Quanto à forma de obtenção de informações, como haverá mais pacientes, esta será adaptada para questionário, a fim de que se possam obter dados quantitativos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alves, Samara Neta, Figueiredo, Chenia Rocha, Sánchez, José Manoel Morales. A percepção visual como elemento de conforto na arquitetura hospitalar. *Revista Projetar: Projeto e percepção do ambiente*. v. 03, n° 03, p. 71-83, 2018.
- Boni, Cláudio, Da Silva, Conrado Renan, Fortuna, Talita Carli. Conforto ambiental hospitalar na perspectiva dos hospitais da rede Sarah Kubistchek. *Revista Contemporânea: Revista Unitoledo: Arquitetura, Comunicação, Design e Educação*. v. 03, n° 01, p. 74-88, 2018.
- Carraro, Telma Elisa. Os postulados de Nightingale e Semmelweis: poder/vital e prevenção/contágio como estratégias para a evitabilidade das infecções. *Revista Latino-Americana de Enfermagem*. v. 12, n° 04, p. 650-657, 2004.
- Cooperativas, & Empresas. *Hotelaria hospitalar: entenda o conceito e os benefícios*. Empresas e Cooperativas, 2019. Disponível em: <<https://empresasecooperativas.com.br/hotelaria-hospitalar/>>. Acesso em: 25 nov. 2020.
- Dias, Máira Vieira, Scarazzato, Paulo Sérgio, Moschim, Edson, Barbosa, Felipe Rudge. Iluminação e saúde humana: estado da arte em dispositivos de medição de luz no nível dos olhos. *Pós: Revista Do Programa De Pós-Graduação Em Arquitetura E Urbanismo Da FAUUSP*. v. 21, p. 210-227, 2015.
- Golden, R.N. Review: light therapy is an effective treatment for seasonal affective disorder.

- Evidence-Based Mental Health. v.09, p.162, 2006.
- Goiás, Conselho de Arquitetura e Urbanismo de. Entrevista inédita relembra arquiteto Lelé. Notícias CAU/GO, 2015. Disponível em:< <https://www.caugo.gov.br/entrevista-inedita-relembra-o-arquiteto-lele-2/>>. Acesso em: 24 out. 2020.
- Gusmão, Vania Costa; Brotherhood, Rachel. A influência das cores no estado psicológico de pacientes em ambientes hospitalares. Artigo (Especialização em Projetos de Interiores) – Centro Universitário de Maringá, Maringá, 2010;
- Lohr, Virginia I., Pearson-mims, Caroline H.. Physical Discomfort May Be Reduced in the Presence of Interior Plants. Hort Technology. v.10, p. 53-58, 2000.
- Lopes, Leila, Naoumova, Natalia. O uso da cor como ferramenta de humanização de ambientes de assistência à saúde infantil sob a percepção do usuário: caso de estudo, Pelotas, RS. IV Enanparq - Encontro da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. Porto Alegre, 2016.
- Marcílio, Maria Luiza. Constituição da Organização Mundial da Saúde (OMS/WHO) – 1946. Universidade de São Paulo: Biblioteca virtual de Direitos Humanos. Disponível em: <<http://www.direitoshumanos.usp.br/index.php/OMS-Organiza%C3%A7%C3%A3o-Mundial-da-Sa%C3%BAde/constituicao-da-organizacao-mundial-da-saude-omswho.html>>. Acesso em: 12 out. 2020.
- Matarazzo, Anne Ketherine Zanetti. Composições cromáticas no ambiente hospitalar: estudo de novas abordagens. Dissertação (Mestrado em Tecnologia da Arquitetura) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.
- Pallasmaa, Juhani. Os olhos da pele - Arquitetura e os sentidos. Porto Alegre: Bookman, 2011.
- Perera, Stefan, Eisen, Rebeca, Bhatt, Meha, Bhatnagar, Neera, De Souza, Russel, Thabane, Lehana, Samaan, Zainab. Light therapy for non-seasonal depression: systematic review and meta-analysis. Cambridge University Press. Canadá, v.02, p.116-126, 2018.
- Sampaio, Ana Virgínia, Chagas, Suzana Souza. Avaliação de conforto e qualidade de ambientes hospitalares. Gestão & Tecnologia De Projetos. v. 05, nº 02, p. 155-179, 2010.
- Teixeira, Jaqueline Gaspar, Tamanini, Carlos Augusto de Melo. A contribuição da arquitetura na qualificação dos ambientes hospitalares. Akrópolis. v. 13, p. 81-83, 2005.

# AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DE FACILITY: CONTRIBUIÇÕES DO PROCESSO AVALIATIVO SISTÊMICO E CONTÍNUO APLICADO À EDIFÍCIOS

**SILVA, Marcus Vinicius Rosário da**

Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, Brasil, <https://orcid.org/0000-0003-2483-2875>  
marcusrosario@usp.br

**ORNSTEIN, Sheila Walbe**

Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, Brasil, <https://orcid.org/0000-0002-5684-921X>  
sheilawo@usp.br

## RESUMO

As avaliações sobre o desempenho em uso representam um importante tópico para a operação & manutenção (O&M) das edificações no decorrer de sua vida útil. Atualmente, tornam-se cruciais em razão de aspectos sustentáveis (ambiental, econômico e social), como emissão de gases de efeito estufa, redução dos custos operacionais, e afastamento social e retomada das atividades no contexto da pandemia de SARS-CoV-2 (COVID-19). O objetivo deste trabalho é mapear as particularidades da Avaliação de Desempenho de Facility dentre os processos avaliativos sistêmicos de desempenho em edifícios em uso, e as contribuições para implementação de Benchmarking e para o desenvolvimento de futuros projetos de edificações. Esta pesquisa exploratória foi desenvolvida a partir da revisão bibliográfica realizada junto a literatura específica sobre o assunto dentro do recorte temporal de 2001 a 2021. Como resultado, são apresentadas a evolução da normalização e publicações relevantes sobre desempenho em edificações, assim como as particularidades da Avaliação Pós-Ocupação (APO), da Avaliação de Desempenho de Edifício (ADE) e da Avaliação de Desempenho de Facility (ADF). Também são apresentados os benefícios da participação do profissional de Facility Management (FM) na etapa de elaboração de projeto. Esse mapeamento contribui para a tomada de decisão por pesquisadores e profissionais na escolha do tipo de avaliação a ser aplicada, de acordo com as características do objeto e foco de pesquisa, visando o desempenho em uso de edifícios, e seus sistemas, equipamentos e componentes.

## PALAVRAS CHAVE

Avaliação de desempenho; Ocupação; Facility Management; Benchmarking; Retroalimentação de projeto.

## INTRODUÇÃO

Devido à rápida (re)construção promovida pós-Segunda Guerra Mundial, muitos estudos e pesquisas foram realizados até o surgimento das primeiras diretrizes para desempenho das edificações. Nos últimos anos, o conceito de desempenho foi

expandido, abordando o impacto das escolhas dos materiais, métodos e recursos de construção, incluindo o uso de energia, água e sistemas sanitários, a fim de contribuir para o desenvolvimento sustentável (International Organization for Standardization [ISO], 2016; Preiser e Schramm, 2005; Preiser e Nasar, 2008).

As avaliações de desempenho em uso representam um tópico relevante para o desempenho da edificação no decorrer de sua vida útil, a partir de aspectos sustentáveis, como por exemplo: (a) ambiental – emissão de Gases de Efeito Estufa (Silva, Meiriño, Castañon & Pina Filho, 2021); (b) econômico – redução dos custos operacionais (Koch e Eitzinger, 2019); e (c) social - afastamento social devido a pandemia ocasionada pela SARS-CoV-2 (COVID-19). Há a necessidade de apoiar a análise funcional dos ambientes em relação às regras de distanciamento social, bem como a adequação espacial de edifícios previstos para alta densidade ocupacional para garantir a segurança dos usuários finais em suas atividades diárias (Comai et al., 2020).

A Avaliação Pós-Ocupação (APO) é voltada para o estudo das relações “especialistas versus usuários”, promovendo melhorias contínuas nos ambientes construídos, incluindo a fase de projeto por meio processos sistêmicos realimentadores (OrNSTEIN, 2017). A Avaliação de Desempenho de Edifícios (ADE) expandiu a abrangência, partindo da ocupação para todo o Ciclo de Vida (CV) (Preiser e Schramm, 2005).

O parque imobiliário especialmente no caso daquele gerido pelo setor público é pressionado para se tornar: (a) mais eficiente; (b) voltado para o usuário final; (c) consistente em suas metas de desempenho; e (d) e fornecer medições de desempenho das edificações. Nesta direção foi desenvolvida a Avaliação de Desempenho da Facility (ADF) (Zimring, Dogan, Dunne, Fuller & Kampschroer, 2005).

O termo facility atualmente não compreende apenas as instalações físicas. Este fato foi preponderante para que o International Organization for Standardization / Technical Committees (ISO/TC) 267 relaciona-se o termo a coisa real, abstrata ou associação entre elas. Desta forma, incorpora a diversidade de recursos que podem gerar valor agregado pela função organização de Facility Management (FM) (Jensen, 2010), tais quais: (a) Instalações; (b) Real Estate; (c) Tecnologia; (d) Mão-de-obra; (e) Atividades; e o (f) saber-fazer. No Quadro 1, são apresentados, de forma sintética, os termos associados a facility, utilizados para fundamentar esta pesquisa.

Termo	Descrição
Facility	Conjunto de ativos que é construído, instalado ou estabelecido para atender às necessidades da organização demandante, sejam elas específicas, abstratas ou expectativas de uma coisa, seja ela real, abstrata ou associações entre elas.
Serviço de facility	Provisão de suporte às atividades primárias de uma organização, entregue por um prestador interno ou externo.

.....  
**QUADRO 1**

Termos associados a facility,  
adaptado da norma ISO 41.011  
(2017)

Processo de facility	Conjunto de atividades inter-relacionadas ou de interação que transforma entradas em saídas de forma integrada e gerenciada por uma pessoa ou grupo de pessoas que tem suas próprias funções, com responsabilidades, autoridades e relações para alcançar seus objetivos de FM.
Facility management	Função organizacional que integra pessoas, propriedade e processo dentro do ambiente construído com o objetivo de melhorar a qualidade de vida das pessoas e a produtividade do negócio principal.

Sob este cenário, pergunta-se: o que difere a Avaliação de Desempenho de Facility (ADF) dos outros processos avaliativos sistêmicos de desempenho de edifícios em uso? O que há de convergência entre a ADF e os outros processos avaliativos sistêmicos de desempenho de edifícios em uso?

Por esta razão o objetivo principal deste artigo é o mapeamento das particularidades da ADF no contexto dos vários processos avaliativos sistêmicos de desempenho em edifícios em uso, bem como as contribuições para implementação de Benchmarking e para o desenvolvimento de futuros projetos de edificações.

### **MÉTODOS E MATERIAIS**

Trata-se de uma pesquisa exploratória, cujo objetivo é proporcionar maior familiaridade com o problema, com vistas a torná-lo mais explícito. Foi executada a partir da revisão bibliográfica realizada junto a livros acadêmicos e técnicos publicados entre 2001 e 2021 (obras de divulgação) e das publicações periódicas (artigos científicos) Facilities and Journal of Facilities Management no período entre janeiro de 2012 e abril de 2021 (Gil, 2002).

### **DESEMPENHO DE EDIFÍCIOS EM USO**

Em 2013, é publicada no Brasil a ABNT NBR 15575 Edificações habitacionais - desempenho, visando estabelecer desempenhos mínimos para sistemas construtivos utilizados nas habitações brasileiras (Okamoto e Melhado, 2014). Atualmente, a norma passa por revisão tendo sido emitido emendas até o momento (ABNT, 2021).

A edição da ISO 19208:2016 cancela e substitui a ISO 6240: 1980 - Performance standards in building — Contents and presentation, ISO 6241: 1984 - Performance standards in building — Principles for their preparation and factors to be considered, ISO 7162: 1992 - Performance standards in building — Contents and format of standards for evaluation of performance, ISO 9699: 1994 - Performance standards in building — Checklist for briefing — Contents of brief for building design, e ISO / PAS 22539: 2007 - User guidance to ISO 15928 — Houses — Description of performance, que foram revisados tecnicamente (ISO, 2016).

No Quadro 2 é apresentada a correlação entre os requisitos dos usuários presentes na norma internacional ISO 19208 (2016) e na norma brasileira ABNT NBR 15575 (2013).



Item	ISO 19208:2016	ABNT NBR 15575:2013 e Emendas 2021
1	Estabilidade	Desempenho estrutural
2	Segurança contra incêndio	Segurança contra incêndio
3	Segurança no uso	Segurança no uso e na operação
4	Estanqueidade	Estanqueidade
5	Higrotérmico	Desempenho térmico
6	Pureza do ar	Saúde, higiene e qualidade do ar
7	Higiene	
8	Acústico	Desempenho acústico
9	Visual	Desempenho lumínico
10	Tátil	Conforto tátil e antropodinâmico
11	Dinâmico	
12	Sustentabilidade de espaços para usos específicos	Funcionalidade e acessibilidade
13	Acessibilidade	
14	Durabilidade	Durabilidade e manutenibilidade
15	Econômico	
16	Contribuições para o desenvolvimento sustentável	Adequação ambiental

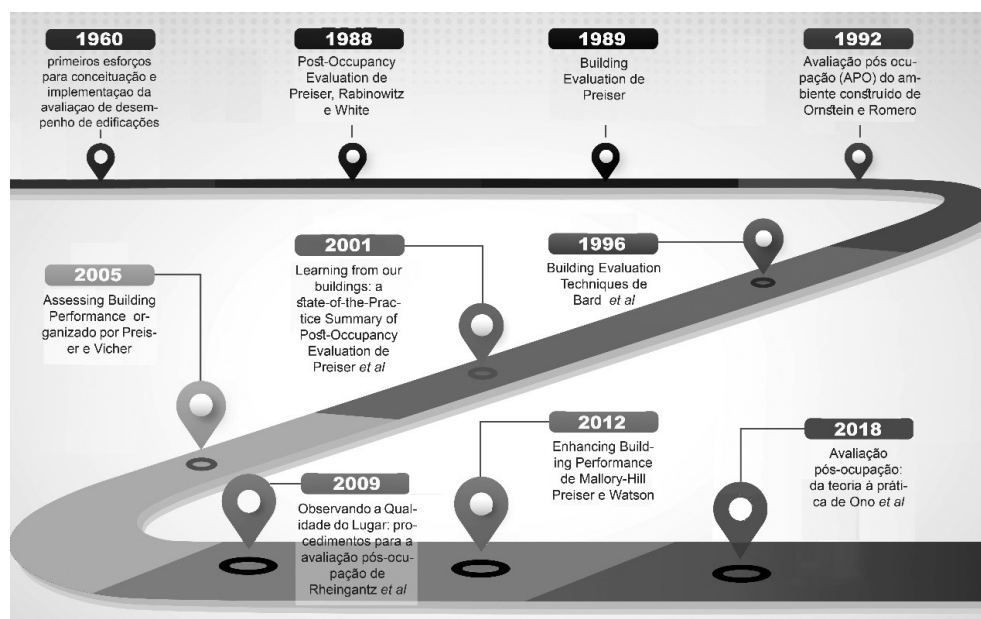
**QUADRO 2**

Correspondência entre requisitos dos usuários nas normas vigentes.

A ABNT NBR 15.575 (2013) apresenta o conteúdo de seus requisitos parcialmente compatível com a ISO 19208 (2016). As lacunas são: (a) segurança no uso e na operação – Segurança contra intrusos humanos e animais; (b) estanqueidade – estanqueidade do ar e do gás, e estanqueidade (da neve e) da poeira; (c) desempenho térmico – controle de condensação; (d) Desempenho acústico – inteligibilidade do som, e tempo de reverberação; (e) desempenho lumínico (expansível para desempenho visual) – possibilidade de escuridão, e contato visual interno e com o mundo externo; (f) conforto tátil e antropodinâmico – liberdade de descargas de eletricidade estática, limitação da aceleração e vibração de todo o corpo (transição e contínuo), e conforto do pedestre em áreas com ventania; (g) saúde, higiene e qualidade do ar – instalações para cuidado e limpeza do corpo humano; (h) funcionalidade e acessibilidade – serviço; e (i) durabilidade e manutenibilidade – capital, funcionamento e custos de manutenção, e custos de demolição.

Conforme o exemplo apresentado, há diferenças de terminologia e/ou abrangência que podem diferir ligeiramente entre países.

Para verificação do atendimento do desempenho de edificações, os processos avaliativos sistêmicos podem ser uma solução viável e orientativa com vistas às adequações ambientais, a partir do diagnóstico não invasivo e do fornecimento de recomendações de melhoria. Na Figura 1 é apresentada uma linha do tempo contemplando algumas publicações relevantes internacionais e nacionais para o desenvolvimento desses processos, incluindo: (a) Avaliação Pós-ocupação (APO); (b) Avaliação de desempenho das edificações (ADE); e (c) Avaliação de desempenho



**FIGURA 1**  
Contribuições relevantes para os tipos de avaliação de desempenho de edifícios em uso.

A seguir, no Quadro 3 são apresentadas as pesquisas publicadas no Facilities e Journal of Facilities Management que abrangem processos avaliativos sistêmicos com aplicação multimétodos qualitativos e/ou quantitativos. São evidenciados os autores, ano, uso da edificação, objetivo, instrumentos de pesquisa, e o grupo amostral constituído por pessoas.

Autor(es) e ano	Uso	Objetivo	Instrumentos	Pessoas
Piroozfar, Adeyeye, Rosenkind & Winstanley (2013)	Escolar	Relatar as conclusões parciais de um projeto de pesquisa sobre o processo pós-ocupação em escolas	visitas técnicas, entrevistas e co-criação	13
Adeyeye, Piroozfar, Rosenkind, Winstanley & Pegg (2015)	Escolar	Revisar o impacto das decisões de projeto e especificação durante os processos pós-ocupação, manutenção de rotina e FM.	Entrevistas, observações e grupo focal	13
Gou e Lau (2013)	Edifício verde	Descobrir se as intenções de alto desempenho ambiental de projeto estão sendo entregues durante o uso.	Pesquisa com usuários e medições físicas	182
Leung, Yu, Dongyu & Yuan (2014)	Casa de repouso para idosos	Investigar os principais componentes de Facility Management sob a perspectiva dos usuários finais.	Questionários	119
Khajehzadeh e Vale (2016)	Dormitório estudantil	Fornecer diretrizes para vantagens e desvantagens para futuras remodelações e desenvolvimentos.	Entrevistas, observações e questionários	100
Hasaniyan, Alnuaimi e Sanni-Anibire (2017)	Escritório	Avaliar a satisfação do usuário com relação ao ambiente flexível de trabalho.	Questionários (satisfação dos usuários)	142

.....

### QUADRO 3

Aplicação de processos avaliativos sistêmicos em edifícios em uso.

Husin, Nawawi, Ismail & Khalil (2017)	Habi-tação social	Desenvolver uma estrutura de APO integrada aos riscos à segurança pessoal (safety) em habitação de baixo custo.	Questionários (segurança e satisfação dos usuários)	380
Kamaruzzaman e Azmal (2018)	Habi-tação social	Identificar a qualidade do ambiente interno, bem como a saúde dos usuários.	Observações e questionários	30
Benammar, Anouche, Lesгаа & Cherif (2018)	Escritório (open plan)	Explorar a percepção dos usuários segundo diretrizes de qualidade do ambiente interno e conforto psicológico.	Questionários e pesquisas exploratórias.	296
Rasmussen (2021)	Edifícios (e navios)	Investigar e comparar como o conhecimento operacional é integrado ao projeto.	Grupos focais, entrevistas, documentos e observações.	14

### AVALIAÇÃO PÓS-OCUPAÇÃO (APO)

No final dos anos de 1960, começaram a ser realizadas avaliações pontuais por meio de estudos de caso, progredindo para uma avaliação transversal de todos os sistemas, inicialmente aplicadas a ambientes residenciais e também em hospitais. Os problemas sociais e arquitetônicos que surgiram posteriormente levaram ao interesse na avaliação sistemática dos ambientes físicos em termos de como as pessoas os usam (Preiser e Vischer, 2005).

A APO consiste em uma avaliação multimétodos não invasivos e de caráter quali-quantitativa, aplicada ao ambiente construído após ao menos um ano de ocupação (Ono, Ornstein, Villa & França, 2018). O diagnóstico resultante pode conter a aferição dos níveis de satisfação dos usuários e/ou avaliação de especialistas com possibilidade de aplicação de: questionários; walkthroughs; wayfinding; entrevistas; grupos focais; poema dos desejos; observações; e discurso do sujeito coletivo, dentre outros instrumentos (Rheingantz, Azevedo, Brasileiro, Alcântara & Queiroz, 2009).

### AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO DO EDIFÍCIO (ADE)

A ADE é decorrente da APO. Contudo, sua estrutura é integrativa e permeia todo o ciclo de vida da edificação: (a) planejamento estratégico; (b) programação; (c) projeto; (d) construção; (e) ocupação; (f) reutilização/reciclagem adaptativa. O desempenho físico dos edifícios é diretamente vinculado às qualidades arquitetônicas e construtivas percebidas pelos usuários. No Quadro 4 são reveladas as ações realizadas em cada etapa do ciclo de vida (Preiser e Schramm, 2005).

Etapa do ciclo de vida (CV)	Ciclo de avaliação	Descrição das atividades
Planejamento estratégico	Revisão da eficácia	Verificação da eficácia da missão, objetivos, simbolismo corporativo e imagem, visibilidade, tecnologia inovadora, flexibilidade e reutilização adaptativa, e custos do CV.
Programação	Revisão do programa	Programa avaliado passo a passo e modificado em resposta à requisitos ou novas prioridades.

.....  
**QUADRO 4**

Etapas e ciclo na ADE (Adaptado de Preiser e Schramm, 2005).

Projeto	Revisão de projeto	Os aspectos formas e estilísticos da solução da construção são avaliados de formas diferentes por clientes, usuários, arquitetos especialistas e outros arquitetos.
Construção	Comissionamento	Ao final da construção, verificar o cumprimento do contrato e critérios específicos de desempenho, bem como o atendimento à normas e padrões relevantes.
Ocupação	Avaliação pós-ocupação	Ativação da APO, fornecendo informações dos usuários sobre o que funciona ou não nos ambientes, preferencialmente aplicados em intervalos regulares e ciclos de 1 a 5 anos.
Reutilização / adaptação	Análise de mercado / necessidades	Avaliar o potencial de reabilitação de uma edificação destruída ou abandonada, ou com potencial de atender a necessidades futuras.

### **AValiação DE DESEMPENHO DE FACILITY (ADF)**

A ADF foi desenvolvida por um grupo de trabalho, constituído por seis agências norte-americanas, que se reuniu para compartilhar experiências, ferramentas e resultados no esforço de reduzir custos e ser capaz de comparar o desempenho de suas instalações com um grupo maior de instalações. Trata-se de um processo contínuo que se inicia imediatamente após a ocupação (ZIMRING et al., 2005).

O setor público permite ADF contínuos porque: (a) suas agências têm responsabilidade sobre seus edifícios no decorrer de todo o seu ciclo de vida útil; (b) Têm estoques de edifícios semelhantes, produção e manutenção que pode se beneficiar de uma base de conhecimento construída ao longo de um período; (c) pode fornecer uma vantagem competitiva real em um mercado orientado para o usuário final; e (d) impacta significativamente na indústria de edificações públicas que abrangem orçamentos elevados e no trabalho diário de milhões de pessoas (Zimring, Rashid & Kampschroer, 2016).

A estruturação de indicadores de desempenho pode ser aplicada a partir de métodos de Decisão Multicritério, como o Método de Análise Hierárquica (Analytic Hierarquic Process - AHP). Concentrando-se na qualidade entre as metas de Facility Management (FM), finanças e prestação de serviços, fornecendo o status da Facility. É um método sistemático e integrado à gestão. Na pesquisa desenvolvida por Lee, Lee & Park (2012), a estrutura foi organizada a partir de quatro estágios: (a) avaliação de operação e manutenção (O&M); (b) desempenho da Facility / status da avaliação; (c) avaliação da satisfação das partes envolvidas; e (d) Avaliação de resposta a mudanças sustentáveis. No Quadro 5 é apresentado, de forma sucinta, a descrição destes estágios.

<b>Estágio</b>	<b>Descrição das atividades</b>
Avaliação da O&M	Inspeção e avaliação do gerenciamento de operação e do plano de manutenção.
Avaliação do desempenho / status da Facility	Inspeção do status das instalações e do estado de situação atual do edifício e das instalações críticas, incluindo instalações elétricas, mecânicas, de combate a incêndio, e comunicação.
Avaliação da satisfação das partes envolvidas	Avaliação da satisfação dos usuários em geral, autoridades responsáveis e da empresa operadora.

.....  
**QUADRO 5**

Atividades x estágios da etapa de avaliação na etapa de uso (Adaptado de Lee, Lee & Park, 2012).

Avaliação da resposta a mudanças sustentáveis	Avaliação das perspectivas a longo prazo, incluindo tecnologia onipresente e instalações complexas, bem como aspectos de eco-compatibilidade, utilização de energia renovável e conservação de energia.
---	---

A exploração e a análise dos dados de desempenho permitem identificar padrões de uso, bem como uma visão sobre tendências à longo prazo, imperceptíveis à inspeção visual, podendo ser uma fonte valiosa de inteligência na gestão e na melhoria do desempenho (Gerrish, Ruikar, Cook, Johnson & Phillip, 2016).

**BENCHMARKING**

Trata-se de uma ferramenta de planejamento estratégico, utilizada para apoiar a tomada de decisão, incluindo processos de terceirização e padronização de práticas. O Benchmarking envolve análise contínua e comparação de estratégias, funções, processos, produtos ou serviços, desempenhos, etc. dentro ou entre as melhores organizações (Adewunmi, Omirun e Koleoso, 2015).

A medição do desempenho para fins de benchmarking impulsiona a inovação e agrega valor (Støre-Valen e Lohne, 2016). Sendo um instrumento essencial para: (a) analisar as razões de aumento dos custos operacionais; (b) revelar o potencial de redução de custos; e (c) melhorar a qualidade de manutenção da Facility (Koch e Eitzinger, 2019).

Entretanto, a implementação e o gerenciamento do benchmarking possuem desafios, compreendidos dentre as categorias de barreiras organizacionais, desafios de gerenciamento de projeto, e barreiras de dados (Quadro 6) (Amaral e Sousa, 2009; Adewunmi, Omirun e Koleoso, 2015).

<b>Categoria</b>	<b>Descrição dos desafios de <i>benchmarking</i></b>
Barreiras organizacionais	Resistência e falta de vontade de mudar; relutância do funcionário em cooperar e envolver-se quando a mudança for necessária devido ao estresse quando necessário para sair da zona de conforto; desafio de aprender novas habilidades ou medo de exclusão.
Desafios no gerenciamento de projetos	Problemas de liderança de projetos e pressões de negócios; ineficiência / inadequabilidade de habilidades e compreensão dos processos organizacionais pelos funcionários; falta de habilidades suficientes para implementação do benchmarking.
Barreiras de dados	Dificuldade de acesso/comparação a partir da obtenção e uso de dados de benchmarking, devido a confidencialidade, dados incomparáveis ou parceiros não cooperativos.

.....  
**QUADRO 6**

Desafios (Adaptado de Amaral e Sousa, 2009; Adewunmi, Omirun e Koleoso, 2015).

Uma referência de implementação e gerenciamento de benchmarking são os edifícios existentes da cidade de Nova Iorque, que a partir da Lei local 84 instituiu a divulgação do consume anual de energia e água (Yang, Lee e Li, 2018). As organizações devem fazer mais do que apenas comparar com os concorrentes, mas desenvolver práticas superiores a partir do aprendizado das melhores práticas (Adewunmi, Omirun e Koleoso, 2015). Podendo ser utilizada a Análise da Envoltória de Dados por meio dos critérios de entrada e saída para consolidação do benchmarking (Koch e Eitzinger, 2019).



## CONTRIBUIÇÕES DE FACILITY MANAGEMENT PARA A FASE DE PROJETO

Destaca-se a necessidade de integração do conhecimento operacional na fase de projeto, visando redução de despesas, redução do impacto negativo sobre o meio ambiente e melhoria da satisfação do usuário e/ou produtividade (Rasmussen, 2021). Cabendo ao FM focar nas necessidades dos usuários e na criação de valor agregado (Pancovska, Petrusheva e Petrovski, 2017).

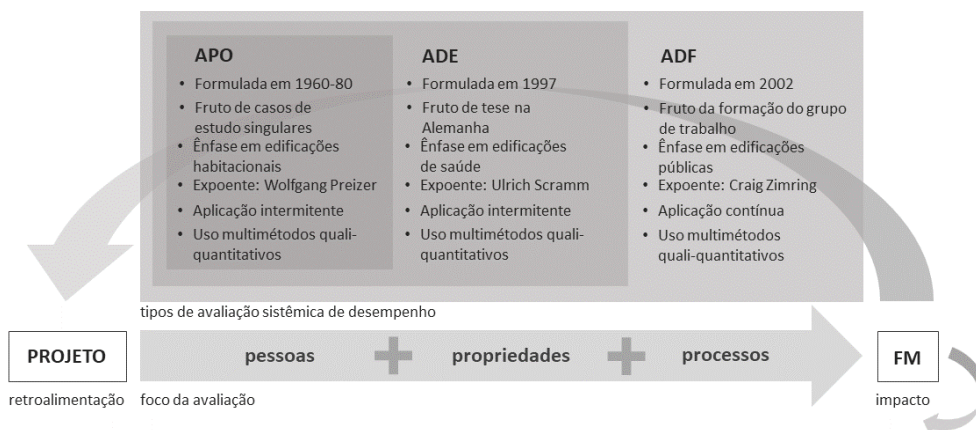
Autores, como Becker (1990), Hendrickson e Au (2008), e Pilanawithana e Sandanayake (2016) apoiam o Facility Manager como coordenador dos esforços relacionados ao planejamento, projeto, construção e gestão de edifícios, seus sistemas e serviços para melhorar o desempenho da organização.

Este apoio se dá pelo fato que o gestor de projeto ter o foco na conclusão do projeto e não nas operações da edificação em uso (Rasmussen, 2021). Apresenta como barreiras, a separação das etapas de projeto e operação, projetos únicos e mudanças de equipes de projeto (Rasmussen, 2021), e a busca por redução de escopo pelo gerente de projeto que podem ser uma ameaça para o funcionamento do edifício, dificultando as atividades de FM (Olsson, 2016).

De acordo com Pancovska, Petrusheva e Petrovski (2017), a participação do FM desde a fase inicial de projeto pode aumentar a sustentabilidade, no que tange a usabilidade e operabilidade da Facility, por meio do conhecimento acumulado da função organizacional.

## DISCUSSÃO

Relativamente às questões de pesquisa constantes do item 1 deste artigo, tem como resposta que a ADF é uma avaliação sistêmica contínua, o que difere das demais por ser aplicada de forma intermitente com intervalos de 1 a 5 anos, preconizado pela APO. Outra diferença, é que a ADF é aplicada concomitantemente à ocupação. As avaliações sistemáticas intermitentes de desempenho preconizam, no mínimo, a aplicação após 1 ano de ocupação, conforme recomendação na APO. As três avaliações possuem foco em diferentes elementos da FM, a saber: (a) APO – em pessoas, mas também no desempenho físico dos ambientes; (b) ADE – propriedades; e (c) ADF – processos. Tanto a APO quanto a ADE surgiram para potencializar a qualidade de vida das pessoas e dos sistemas construtivos, permitindo a retroalimentação por meio de informações para futuros projetos. Nota-se ainda que ADF surgiu da necessidade de reduzir custos e permitir a realização de benchmarking.



**FIGURA 2**  
Estrutura sintética da evolução das avaliações até a constituição da ADF

As convergências se dão pela origem pela referência adotada – a APO. Cada uma apresenta particularidades (Figura 2, anterior). A ADE surgiu da expansão da aplicação da APO, sendo possível aplicá-la ao longo do CV e não apenas aplicá-la na etapa de uso da edificação, oportunizando melhorias contínuas. A ADF é uma derivação da ADE, articulada para a realidade e as oportunidades presentes no setor público que concebem, executam, operam e/ou ocupam grande número de edifícios com uso semelhante.

Comumente, os multimétodos de APO são aplicados em determinadas tipologias arquitetônicas como, por exemplo, a escolar (Piroozfar, Adeyeye, Rosenkind & Winstanley, 2013; Adeyeye, Piroozfar, Rosenkind, Winstanley & Pegg, 2013); de habitação social (Husin, Nawawi, Ismail & Khalil, 2017; Kamaruzzaman e Azmal, 2018); e de escritórios (Hassanian, Alnuaimi e Sanni-Anibire, 2017; Benammar, Anouche, Lesгаа & Cherif, 2018).

Cabe evidenciar como melhores práticas, a divulgação das atividades realizadas junto às Facilities da U.S. General Services Administration (GSA, 2019). A incorporação das lições aprendidas sobre o site/paisagismo, envoltória/estrutura, arquitetura/interiores, sistema mecânico/hidráulico, sistema elétrico/iluminação durante os processos de planejamento e projeto vem demonstrando maior potencial para economizar tempo nas atividades de O&M, recursos financeiros e humanos, bem como o aumento da satisfação do usuário e a produtividade.

## CONCLUSÕES

O atendimento ao objetivo de mapear as particularidades da ADF dentre os outros processos avaliativos sistêmicos de desempenho em edifícios em uso foi contemplado por meio da elaboração de descrição e figura síntese que apresentam características que divergem e convergem entre a APO, ADE e ADF.

A ADF consiste em uma avaliação sistêmica e contínua de desempenho de edifícios em uso. Enquanto a APO e a ADE são processos avaliativos sistêmicos intermitentes, isto é, com intervalos que podem se estender em ciclo de 1 a 5 anos. A ADF é aplicada concomitante a ocupação, podendo, inclusive, participar da revisão e/ou da definição das etapas anteriores do ciclo de vida a fim de contribuir para as atividades prévias a etapa de uso da edificação.

Este trabalho contribui para as tomadas de decisões de pesquisadores e profissionais na escolha do tipo de avaliação a ser aplicada de acordo com as características do objeto e foco de pesquisa tendo em vista a qualidade do ambiente construído em uso.

Como trabalhos futuros, sugere-se o mapeamento do nível de envolvimento do Facility Manager nos processos avaliativos sistêmicos em diferentes países.

### Agradecimentos

O autor Marcus Vinicius Rosário da Silva agradece ao programa de pós-graduação da FAU/USP pelo acolhimento para realização do doutorado. A autora Sheila Walbe Ornstein agradece ao CNPq pela bolsa produtividade – processo 304131/2020-2.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adeyeye, K., Piroozfar, P., Rosenkind, M., Winstanley, G. & Pegg, I. (2013). The impact of design decisions on post occupancy processes in school buildings. *Facilities*, 31(5/6), 255-278. doi: 10.1108/02632771311307142.
- Adewunmi, Y. A. e Koleoso, M. O. H. (2015). Benchmarking challenges in facilities management in Nigeria. *Journal of Facilities Management*, 13(2), 156-184. doi: 10.1108/JFM-09-2013-0049.
- Amaral, P. e Sousa, R. (2009). Barriers to internal benchmarking initiatives: an empirical investigation. *Benchmarking: An International Journal*, 16(4), 523-542. doi: 10.1108/14635770910972441
- Associação Brasileira De Normas Técnicas. (2013). NBR 15575: Edificações habitacionais - desempenho. Rio de Janeiro: ABNT.
- Associação Brasileira De Normas Técnicas. (2021). NBR 15575: Edificações habitacionais - desempenho. Parte 1: Requisitos gerais. Emenda 1. Rio de Janeiro: ABNT.
- Baird, G., Gray, J., Isaacs, N., Kernohan, D., and McIndoe, G. (1996). *Building Evaluation Techniques*, Wellington, New Zealand: McGraw-Hill.
- Benammar, A., Anouche, K., Lesгаа, H. & Cherif, Y. H. (2018). Open-plan office post-occupancy evaluation: inquiring Algerian gender specificity. *Facilities*, 36(11/12), 546-570. doi: 10.1108/F-08-2017-0086
- Becker, F. (1990). Facility management: a cutting-edge field? *Property Management*, 8(2), 108-116. Doi: 10.1108/EUM0000000003355
- Comai, S., Costa, S., Mastrolembro Ventura, S., Vasena, G., Tagliabue, L. C., Simeone, D., Bertuzzi, E., Seurati, G. W., Ferrise, F. & Ciribini, A. L. C. (2020). Indoor mobile mapping system and crowd simulation to support school reopening because of COVID-19: a case study. *The International Archives of The Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, V XLIV-3W1-2020. doi: 10.5194/isprs-archives-XLIV-3-W1-2020-29-2020.
- Federal Facilities Council. (2011). *Learning from our buildings: A State-of-the-Practice Summary of Post-Occupancy Evaluation*. Washington: National Academy Press.
- Gerrish, T., Ruikar, K., Cook, M., Johnson, M. & Phillip, M. (2017). Analysis of basic building performance data for identification of performance issues. *Facilities*, 35 (13/14), 801-817. doi: 10.1108/F-01-2016-0003.
- Gil, A. C. (2002). *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4 ed. São Paulo: Editora Atlas.
- Gou, Z. e Lau, S. S. Y. (2013). Post-occupancy evaluation of the thermal environment in a green building. *Facilities*, 31(7/8), 357-371. doi: 10.1108/02632771311317493.
- GSA. U.S. General Services Administration (2019). *Design guide for operational excellence: applying lessons learned through Post Occupancy Evaluation*. Washington DC: Office of Facilities Management.
- Hassanain, M. A., Alnuaimi, A. K. & Sanni-Anibire, M. O. (2017). Post occupancy evaluation of a flexible workplace facility in Saudi Arabia. *Journal of Facilities Management*, 16(2), 102-118 doi: 10.1108/JFM-05-2017-0021.
- Hendrickson, C. e Au, T. (2008). *Project Management for Construction: Fundamental Concepts for Owners, Engineers, Architects, and Builders* (2nd ed.). New Jersey: Prentice Hall.
- Husin, H. N., Nawawi, A. H., Ismail, F. & Khalil, N. (2017). Improving Safety performance

- through post occupancy evaluations (POE): a study of Malaysian low-cost housing. *Journal of Facilities Management*, 16(1), 65-86. doi: 10.1108/JFM-06-2017-0028.
- International Organization for Standardization. (1980) ISO 6240 Performance standards in building – Contents and presentation. Suíça: ISO.
- International Organization for Standardization. (1984) ISO 6241 Performance Standards in building: Principles for their preparation and factors to be considered. Suíça: ISO.
- International Organization for Standardization. (1992) ISO 7162 Performance standards in building – Contents and format of standards for evaluation of performance. Suíça: ISO.
- International Organization for Standardization. (1994) ISO 9699 Performance standards in building – Checklist for briefing – Contents of brief for building design. Suíça: ISO.
- International Organization for Standardization. (2007) ISO / PAS 22539 User guidance to ISO 15928 – Houses – Description of performance. Suíça: ISO.
- International Organization for Standardization. (2016) ISO 19208: Framework for specifying performance in buildings. Suíça: ISO.
- International Organization for Standardization. (2017). ISO 41011: Facility management – Vocabulary. Suíça: ISO.
- Jensen, A. P. (2010) The Facilities Management Value Map: a conceptual framework. *Facilities*, 28 (3/4), 175-188. doi: 10.1108/02632771011023131.
- Kamaruzzaman, S.N. e Azmal, A.M. (2019). Evaluation of occupants' well-being and perception towards indoor environmental quality in Malaysia affordable housing. *Journal of Facilities Management*, 17(1), 90-106. doi: 10.1108/JFM-11-2017-0070.
- Khajehzadeh, I. e Vale, B. (2016). Shared student residential space: a post occupancy evaluation. *Journal of Facilities Management*, 14(2), 102 – 124. doi: 10.1108/JFM-09-2014-0031.
- Koch, D. e Eitzinger, S. (2019). Pitfall benchmarking of cleaning costs in hospitals. *Journal of Facilities Management*, 17(3), 284-300. doi: 10.1108/JFM-08-2018-0050.
- Lee, K. J., Lee, C. K. & Park, T. K. (2012). Indicator of Facility Performance Evaluation (FPE) for Educational Facilities of BTL Projects. *Architectural Research*, 14(1), 35-44. doi: 10.5659/AIKAR.2012.14.1.35.
- Leung, M. Y., Yu, J., Dongyu, C. & Yuan, T. (2014). A case study exploring FM components for elderly in care and attention homes using post occupancy evaluation. *Facilities*, 32(11/12), 685-708. doi: 10.1108/F-11-2012-0086.
- Mallory-Hill, S., Preiser, W. F. E. & Watson, C. G. (2012). *Enhancing Building Performance*. Oxford: Wiley-Blackwell.
- Okamoto, P. S. e Melhado, S. B. (2014). A norma brasileira de desempenho e o processo de projeto de empreendimentos residenciais. *Anais do XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído*. Maceió, AL, Brasil.
- Olsson, N. O. E. (2016). Reduction lists as tool for cost control in public building projects, *Journal of Facilities Management*, 14(1), 84-100. doi: 10.1108/JFM-06-2015-0022.
- Ono, R., Ornstein, S. W., Villa, S B. & França, A. J. G. L. (2018). *Avaliação pós-ocupação na arquitetura, no urbanismo e no design: da teoria à prática*. São Paulo: Oficina de Textos.
- Ornstein, S. e Roméro, M. (1992). *Avaliação pós-ocupação (APO) do ambiente construído*. São Paulo: Studio Nobel: Editora da Universidade de São Paulo.
- Ornstein, S. W. (2017). *Avaliação Pós-Ocupação (APO) no Brasil, 30 anos: o que há de novo?* *Revista PROJETAR: Projeto e Percepção do Ambiente*, 2(2). 7-12.

- Pancovska, V.Z., Petrusheva, S. & Petrovski, A. (2017) Predicting sustainability assessment at early facilities design phase, *Facilities*, 35(7/8). doi: 10.1108/F-03-2016-0033.
- Pilanawithana, N. M., Sandanayake, Y. G. (2016). Positioning the facilities manager's role throughout the building lifecycle, *Journal of Facilities Management*, 15(4), 376-392. doi: 10.1108/JFM-06-2016-0024
- Piroozfar, P., Adeyeye, K., Rosenkind, M. & Winstanley, G. (2013) A cocreation platform for postoccupancy decision support, *Journal of Facilities Management*, 11(2), 101-122. doi: 10.1108/14725961311314598
- Preiser, W.F.E., Rabinowitz, H.Z., and White, E.T. (1988). *Post-Occupancy Evaluation*. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Preiser, W. F. E. (1989). *Building Evaluation*. New York: Springer US. doi: 10.1007/978-1-4899-3722-3.
- Preiser, W. F. E. e Nasar, J. L. (2008). Assessing Building Performance: Its evolution from Post-Occupancy Evaluation. *International Journal of Architectural Research*, 2(1). doi: 10.26687/archnet-ijar.v2i1.179.
- Preiser, W. F. E. e Vischer, J. C. (2005). The evolution of building performance evaluation: an introduction. In: Preiser, W. F. E., Vischer, J. C., *Assessing Building Performance*. Amsterdam: Elsevier.
- Rasmussen, H. L. (2021). The challenge of intergrating operational knowledge in building and ship design. *Facilities*, 39(3/4), 136-155. doi: 10.1108/f-10-2019-0106.
- Rheingantz, P. A., Azevedo, G. A., Brasileiro, A. Alcantara, D. & Queiroz, M. (2009). Observando a qualidade do lugar: Procedimentos para a avaliação pós-ocupação. Rio de Janeiro: Proarq/FAU/UFRJ ([https://www.researchgate.net/publication/308740248\\_Observando\\_a\\_Qualidade\\_do\\_Lugar\\_procedimentos\\_para\\_a\\_avaliacao\\_pos-ocupacao](https://www.researchgate.net/publication/308740248_Observando_a_Qualidade_do_Lugar_procedimentos_para_a_avaliacao_pos-ocupacao)).
- Støre-Valen, M. e Lohne, J. (2016). Analysis of assessment methodologies suitable for building performance, *Facilities*, 34(13/14), 726-747. doi: 10.1108/F-12-2014-0103.
- Silva, M. V. R., Meiriño, M. J., Castañón, J. A. B. & Pina Filho, A. C. (2021). Técnicas e tecnologias para mitigação de gases de efeito estufa em edificações existentes à luz do LEED. In: Sousa, B. A. A., Castro, A. C., Sales, R. S. & Sales, R. E. S., *A construção civil em uma perspectiva econômica, ambiental e social*. Guarujá: Editora Científica. doi: 10.37885/210303663.
- Yang, E., Lee, Y. C. e Li, Q. (2018). Energy disclosure law in New York City: Building energy performance benchmarking progress. *Facilities*, 36 (11/12), 571-583. doi: 10.1108/F-08-2017-0090.
- Zimring, C., Dogan, F., Dunne, D., Fuller, C. & Kampschroer, K. (2005). The facility performance evaluation working group. In: Preiser, W. F. E., Vischer, J. C., *Assessing Building Performance*. Amsterdam: Elsevier.
- Zimring, C., Rashid, M. & Kampschroer, K. (2016). *Facility Performance Evaluation (FPE)*. WBDG Whole Building Design Guide (<https://www.wbdg.org/resources/facility-performance-evaluation-fpe>).



# **AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO ESPAÇO URBANO DO PEDESTRE NAS CIDADES AMAZÔNICAS: A APLICAÇÃO DE INDICADORES DE CAMINHABILIDADE NO CENTRO DA CIDADE DE MACAPÁ, BRASIL.**

**SILVA, Marcelle V.**

CIAUD, Centro de Investigação em Arquitetura, Urbanismo e Design, Faculdade de Arquitetura, Universidade de Lisboa, ORCID 0000-0002-0800-2268  
cellevilar86@yahoo.com.br

**ALMEIDA, Paulo P.**

CIAUD, Centro de Investigação em Arquitetura, Urbanismo e Design, Faculdade de Arquitetura, Universidade de Lisboa, ORCID 0000-0001-5649-0246  
ppaarq@gmail.com

## **RESUMO**

Este estudo avalia a qualidade da infraestrutura urbana destinada para o pedestre, em uma parcela do bairro Central em Macapá, capital do estado do Amapá, localizada na região amazônica, no extremo norte do Brasil. Para a definição dos indicadores de caminhabilidade foi realizada uma revisão de literatura sobre o tema, após isso, foram destacados os indicadores utilizados como base, com destaque para os que compõem o índice de caminhabilidade – iCam 2.0, do Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento (ITDP), onde avaliou-se as categorias como: calçada; mobilidade; segurança viária; atração e ambiente. Essa avaliação utiliza como base de dados, os mapas cadastrais da cidade, fotos obtidas in loco em 2019, imagens de satélite do Google Earth e Google Street View. Posteriormente, foram selecionados os indicadores passíveis de avaliação apenas com as imagens e os mapas disponíveis. De nove indicadores avaliados, que compõem as categorias, observa-se que em três deles, a maioria de seus segmentos não necessitam de intervenções, sendo eles, a largura mínima das calçadas, a dimensão das quadras e a coleta de lixo ou limpeza, sendo recomendado apenas manutenção. Os indicadores mais preocupantes são o uso misto dos pavimentos da edificação; a segurança viária nas travessias e a presença de sombra ou abrigo nas calçadas, que necessitam de intervenção imediata para sua melhoria. Já o indicador que precisa de intervenções a curto prazo, na maioria dos seus segmentos, foi a tipologia de rua, e dentre os que necessitam de intervenções a médio prazo, destacam-se a pavimentação das calçadas e a distância até o ponto de ônibus.

## **PALAVRAS CHAVE**

Espaço urbano; Caminhabilidade, micromobilidade, cidades amazônicas, Macapá.

## INTRODUÇÃO

Na cidade de Macapá, há um grande desconforto térmico sentido pelos pedestres ao caminhar pelas ruas, devido ao calor excessivo e a forte radiação, característicos de seu clima quente e úmido e da baixa latitude, estando localizada na linha do equador, latitude 0°, aliada a uma deficiência na quantidade de arborização nos passeios, deixando o pedestre exposto a radiação.

De acordo com Labdaoui et al. (2021), a melhora do conforto térmico em espaços urbanos ao ar livre para melhorar a saúde e bem-estar dos cidadãos e promover atividades ao ar livre (por exemplo, caminhada, ciclismo), já é o foco de muitos estudos sobre caminhabilidade.

Outros fatores também podem interferir na qualidade do ambiente do pedestre, além do desconforto térmico, como os que envolvem o conceito de caminhabilidade, que foi definida como a extensão em que o ambiente urbano é favorável aos pedestres. Ao medi-lo, os profissionais de planejamento podem ser capazes de abordar a qualidade do ambiente de pedestres, apoiando estratégias e intervenções relacionadas a caminhadas mais objetivas, eficazes e abrangentes (Moura et al., 2017).

O termo 'walkability' (caminhabilidade) foi introduzido na década de 1960, em parte em resposta à revolução no pensamento urbano iniciada por Jacobs. Em 1990, o uso do termo cresceu, conforme os problemas de obesidade e mudança climática se tornaram mais aparentes. Destaca-se que a busca por uma compreensão da capacidade de caminhar surgiu em parte, a partir da compreensão de que caminhar traz resultados positivos para a saúde e o meio ambiente (Dovey e Pafka, 2020).

Segundo Speck (2016) e sua Teoria Geral da Caminhabilidade, existem quatro condições para que uma caminhada seja considerada adequada: ser interessante; proveitosa; segura e confortável. Nenhuma dessas qualidades presentes isoladamente é suficiente, mas sim em conjunto, juntamente com que o autor denomina de os dez passos da Caminhabilidade: pôr o automóvel em seu lugar; mesclar os usos; adequar o estacionamento; deixar o sistema de transporte fluir; proteger o pedestre; acolher as bicicletas; criar bons espaços; plantar árvores; criar faces de ruas agradáveis e singulares e por fim, eleger suas prioridades.

A acessibilidade, segundo Vasconcellos (2001), se divide em macroacessibilidade, que é a facilidade transitar pela cidade e alcançar o destino, seja a pé, de bicicleta, transporte público ou privado e a microacessibilidade, é a facilidade de acesso ao veículo, ou ao destino desejado, avaliado pelo conforto do pedestre deslocando-se a pé. (Pires e Magagnin, 2018). A microacessibilidade se relaciona diretamente com a caminhabilidade, uma vez que ela traduz a qualidade de ambiente onde o pedestre irá deslocar-se.

A importância da avaliação da caminhabilidade é fornecer indicativos de áreas deficientes no espaço urbano e que necessitam de investimentos do poder público, e de acordo com Silva et al. (2019, p. 9), ações municipais "são fundamentais para garantir os interesses da comunidade relacionados à acessibilidade". Utilizando-se da conscientização, assistência técnica, fiscalização e desenvolvimento de políticas públicas, pode-se facilitar a melhoria das áreas caminháveis.

De acordo com o ITDP (2019) as avaliações auxiliam na priorização de ações, possibilitando intervenções mais eficientes, a partir das análises realizadas. O fluxo

de pedestres diurno e noturno, por exemplo, permite perceber que áreas são as de maior uso pelos pedestres, logo a que impactará mais na caminhabilidade, já a presença de mobiliário urbano, oportuniza um ambiente atrativo, aumentando o tempo permanência do pedestre no espaço público. Quanto à segurança, recomenda-se avaliação com grupos locais para construir ações que possam melhorar a sensação de segurança e atrair os pedestres. Avaliar calçadas e vias no período chuvoso, talvez indique a necessidade de intervenções na drenagem urbana.

Sabe-se que, as sociedades desenvolvidas, segundo Ghidini (2011), tem como um de seus objetivos para com a sustentabilidade, quando se trata de mobilidade, o uso de modelos de baixo consumo de carbono e menor consumo energético, sempre com critérios de equidade social e distribuição justa da riqueza. Daí a importância de promover espaços mais adequados ao pedestre, para estimular os deslocamentos a pé, pois “só é possível atingir uma mobilidade urbana sustentável atendendo aos três aspectos: econômico, social e ambiental. E faz-se possível atendê-los através do deslocamento ativo” (Bernardinis et al., 2021, p. 101).

O índice de caminhabilidade é, portanto, uma ferramenta de gestão dos recursos públicos e de promoção de uma cidade acessível e igualitária a todos os seus habitantes. Esses preceitos são de grande importância, pois estão alinhados com a Agenda 2030 e seus Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), como promoção de saúde e bem-estar, de cidades e comunidades sustentáveis e promoção da igualdade, onde a mobilidade também tem “foco no transporte público e em soluções mais sustentáveis e inclusivas, que apesar de não estarem detalhadas no documento, certamente abrangem o pedestrianismo” (Mendonça e Fonseca, 2020, p. 380).

## **METODOLOGIA**

Neste estudo analisa-se alguns indicadores de caminhabilidade, aplicando-os em um recorte de quatro quadras no centro de Macapá, bairro Central, através do mapa urbano da cidade e de fotos cedidas de levantamentos realizados em 2019, complementadas com imagens do Google Earth, também de 2019 e do Google Street View, que são imagens mais antigas com a última atualização no ano de 2012.

A área de estudo foi escolhida, pois contém a maioria dos edifícios com gabaritos mais elevado da cidade, o que no geral caracteriza uma área de alta especulação imobiliária, com concentração de investimentos em infraestrutura, equipamentos urbanos e serviços. A definição desta área, permitirá realizar a avaliação de uma área onde as condições de infraestrutura, teoricamente, são mais favoráveis e verificar como isso se dá na prática.

Os indicadores utilizados foram definidos, a partir de três métodos de cálculo para o índice de caminhabilidade, o de Silva et al. (2019) de Pires e Magagni (2018) e o do Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento (IDPT, 2019). Aqueles indicadores que foram passíveis de serem analisados através das imagens e dos mapas, foram selecionados. Esses indicadores foram quantificados e classificados, a partir da metodologia principal definida, que é a ferramenta “Índice de caminhabilidade - iCam 2.0” do IDPT Brasil.

Não foi possível realizar o cálculo do índice final de caminhabilidade, pois aqui apresenta-se um estudo inicial, que necessitará de continuidade para um levanta-

mento de dados mais detalhado como exige o cálculo final do índice.

O iCam 2.0 possui quinze indicadores, divididos em seis categorias: segurança viária (tipologia da rua e travessias), segurança pública (iluminação; fluxo de pedestres diurno e noturno), atração (fachadas fisicamente permeáveis; fachadas visualmente ativas; uso público diurno e noturno e usos mistos), calçada (largura e pavimentação), ambiente (sombra e abrigo; poluição sonora e coleta de lixo e limpeza) e mobilidade (dimensão das quadras e distância a pé ao transporte). Destes quinze, para este estudo, foram utilizados nove indicadores, a categoria segurança pública não foi avaliada, na categoria atração, apenas o uso misto foi avaliado e na categoria ambiente, o indicador poluição sonora também não pôde ser avaliado.

Para uma avaliação mais completa de alguns indicadores, foram utilizados outros métodos, além do iCam 2.0, no caso dos abrigos de ônibus e obstrução das calçadas, uma avaliação mais detalhada foi realizada, de acordo com a metodologia de Pires e Magagni (2018).

A avaliação do iCam 2.0, é realizada dividindo as calçadas em segmentos, definido como uma parte calçada delimitada por uma via (ver figura 1), e cada segmento de calçada é avaliado a partir dos indicadores e pontuado, isso geraria um índice único de caminhabilidade para a área, porém não será utilizada aqui por completo a metodologia do ITDP (2019), serão realizadas aproximações, que foram condicionadas pelos dados disponíveis.

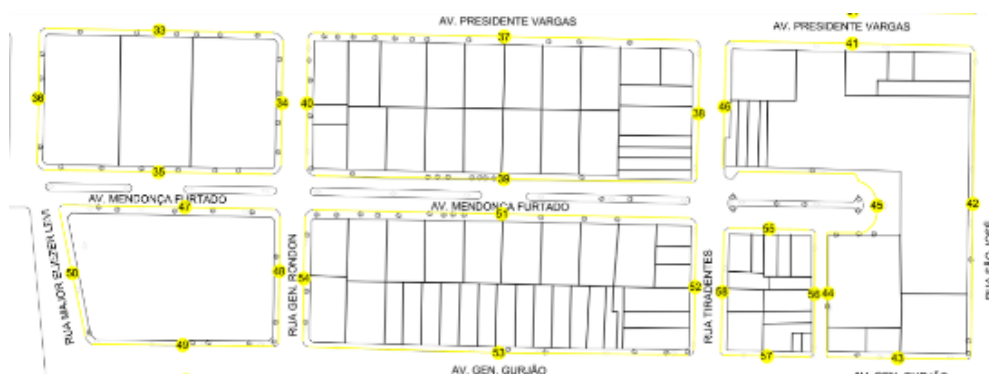


FIGURA 1  
Mapa de exemplificação  
da contagem de segmentos  
de calçada.

Todos os indicadores são classificados em: ótimo, recomendando-se manutenção e aperfeiçoamento; bom, onde uma intervenção é desejável a médio prazo; suficiente, a intervenção deve ser prioritária em curto prazo; insuficiente, a intervenção também é prioritária e deve ser imediata. Assim é possível programar as ações de melhorias urbanas de forma mais objetiva e clara.

## CALÇADA

A avaliação das calçadas toma como base dois indicadores, a largura mínima de calçada observada em cada segmento e a pavimentação, observando se a calçada é totalmente pavimentada, se há buracos ou desníveis.

A avaliação das larguras mínimas encontradas nas calçadas, foi realizada de acordo com a classificação a seguir: ótimo, para calçada com largura mínima  $\geq 2\text{m}$ ; bom, para largura mínima  $\geq 1,5\text{m}$ ; insuficiente, para calçadas de largura mínima  $< 1,5\text{m}$ . A metodologia utiliza também a avaliação de fluxo de pedestres que passa-

riam nessa largura mínima, para avaliar se a largura mínima  $\geq 1,5\text{m}$ , seria bom ou apenas suficiente, porém o fluxo não foi contabilizado, neste estudo.

Para avaliar a pavimentação das calçadas, aos critérios utilizados são os seguintes: ótimo, onde todo o trecho é pavimentado, não há buracos ou desníveis; bom, onde todo o trecho é pavimentado e há um número  $\leq$  que 5 buracos ou desníveis a cada 100 m de extensão; suficiente quando todo o trecho é pavimentado, e há uma quantidade  $\leq$  que 10 buracos ou desníveis a cada 100 m de extensão; insuficiente, onde há inexistência de pavimentação em algum trecho ou mais de 10 buracos ou desníveis a cada 100 m de extensão.

## MOBILIDADE

Nesta categoria são avaliados dois indicadores, a dimensão das quadras e a distância a pé até o transporte público, neste caso, até os pontos de ônibus. As quadras são classificadas, conforme a dimensão da sua lateral, para cada segmento existente, segundo o ITDP (2019, p. 26) “sua dimensão deve colaborar para uma melhor mobilidade do pedestre, permitindo oportunidades de cruzamentos e proporcionando rotas mais diretas”.

Quanto à distância percorrida pelo pedestre, até o acesso a um transporte público, observa-se que a área possui sete pontos de ônibus (ver figura 2). Não há nenhum ponto com avaliação ótima, pois para esta classificação é necessário “ponto de embarque/ desembarque em corredores e faixas de ônibus com prioridade viária” (ITDP, 2019, p. 27) o sistema viário da área não possui essas faixas, portando pode



**FIGURA 2**  
Mapa dos pontos de ônibus  
com abrigos.

Sobre os abrigos de ônibus, o índice de caminhabilidade do ITDP, não avalia a configuração desses abrigos, porém em sua metodologia Pires e Magagnin (2018), fazem uma avaliação detalhada, com onze itens, sobre a condição desse abrigo e sobre sua implantação na calçada, e aqui define-se o abrigo como um elemento muito importante para o conforto do pedestre, por este motivo, eles foram destacados.

Utilizando-se de alguns dos onze itens para avaliar o abrigo, pode-se notar na figura 3, que todos são cobertos e possuem assentos fixos, porém dos sete, apenas



dois deles possuem espaço coberto e livre de bancos, para serem utilizados pelos cadeirantes. Não há painéis informativos com as rotas e linhas de ônibus, porém todos possuem espaço para informações que é reservado para propagandas comerciais. Em nenhum deles há presença de sinalização tátil direcional ou de alerta e apenas um possui rampa para acesso do cadeirante à via. Julga-se que sejam necessárias intervenções imediatas, para adequação mínima dos abrigos às normas de acessibilidade e para facilitação da utilização das linhas do transporte público pelos pedestres.



FIGURA 3

Abrigos dos pontos de ônibus.

### ATRAÇÃO

Nesta categoria são avaliados quatro indicadores: fachadas fisicamente permeáveis; fachadas visualmente ativas; uso público diurno e noturno e usos mistos. Foi possível estimar apenas o indicador usos mistos, a partir da disponibilidade dos dados. O uso da área é predominantemente residencial, mas com grande volume de uso comercial e possui também algumas edificações mistas, cuja sua maioria é quatro pavimentos, onde geralmente o pavimento térreo é comercial e o restante é residencial.

As classificações para esta categoria, são dadas a partir da predominância de uso nos pavimentos da edificação, sendo: ótimo, onde o total de pavimentos é ocupado pelo uso predominante é  $\leq 50\%$ ; bom, onde o total de pavimentos é ocupado pelo uso predominante é  $\leq 70\%$ ; suficiente, com o total de pavimentos ocupado pelo uso predominante sendo  $\leq 85\%$  e insuficiente, com um total de pavimentos ocupado pelo uso predominante, maior que 85% ou o quando o segmento não cumpre dois requisitos.

### SEGURANÇA VIÁRIA

Nesta categoria dois indicadores são avaliados, a tipologia das ruas, avaliada segundo o compartilhamento das vias, a velocidade máxima permitida e as travessias, analisadas a partir da presença de requisitos de qualidade como: faixa de travessia de pedestres visível; acesso completo a cadeiras de rodas; piso tátil de alerta e direcional e tempos de travessia adequados a pessoas com mobilidade reduzida. A velocidade máxima foi estimada, a partir da hierarquização das vias e as travessias não puderam ser avaliadas quanto ao tempo de travessia.

A tipologia das vias é de vias com calçadas segregadas e circulação de veículos motorizados e sua classificação é realizada da seguinte maneira:

Ótimo: vias exclusivas para pedestres (calçadas)

Bom: vias com calçadas segregadas e circulação de veículos motorizados com velocidade regulamentada  $\leq 30$  km/h

Suficiente: vias com calçadas segregadas e circulação de veículos motorizados com velocidade regulamentada  $\leq 50$  km/h

Insuficiente: vias com calçadas segregadas e circulação de veículos motorizados com velocidade regulamentada  $> 50$  km/h

Para poder analisar o sistema viário existente, foi construído um mapa com a hierarquização das vias (ver figura 4). A classificação foi realizada, segundo Mascaró (2005), dividindo-se em vias locais (em verde), as que não possuem linhas de ônibus e vias coletoras (em roxo), as que possuem alguma linha de ônibus, passando por elas. O código brasileiro de trânsito define a velocidade máxima para vias urbanas coletoras de 40km/h e para as locais de 30km/h (Código de Trânsito Brasileiro, 1997).



FIGURA 4  
Mapa do sistema viário.

Quanto às travessias, avaliou-se a presença dos requisitos de qualidade, onde cada travessia deveria possuir, uma faixa de pedestre, duas rampas com faixa tátil e um semáforo. As travessias foram classificadas, segundo os critérios a seguir:

Ótimo: 100% das travessias a partir do segmento da calçada cumprem os requisitos de qualidade

Bom:  $\geq 75\%$  das travessias a partir do segmento da calçada cumprem os requisitos de qualidade

Suficiente:  $\geq 50\%$  das travessias a partir do segmento da calçada cumprem os requisitos de qualidade

Insuficiente:  $< 50\%$  das travessias a partir do segmento da calçada cumprem os requisitos de qualidade

## AMBIENTE

A categoria ambiente se relaciona às avaliações sobre sombra e abrigo; poluição sonora; coleta de lixo e limpeza. O indicador sombra e abrigo é determinado através da medição da extensão do elemento sombra na calçada, considerando-se árvores,

marquises, toldos e até abrigos de ônibus. Como não será possível realizar tal medição, quantificou-se apenas quantos elementos que geram sombra foram encontrados em cada segmento de calçada.

A poluição sonora não foi possível de ser avaliada, pois demanda medições in loco, dos níveis sonoros. O item coleta de lixo e limpeza, foi avaliado de acordo com a tabela da figura a seguir, com a pontuação sendo subtraída a partir de 100.

Nota -10	Presença de 3 ou mais sacos de lixo espalhados ou concentrados ao longo da calçada.
Nota -20	Há visivelmente mais de 1 detrito a cada metro de extensão na calçada.
Nota -40	Presença de lixo crítico (seringas, materiais tóxicos, preservativos, fezes, vidro, materiais perfluorocarbonados) ou presença de animal morto no ambiente de circulação de pedestres.
Nota -30	Presença de bens irreversíveis (por exemplo, um sofá); entulho no trecho; presença de galhadas ou pneus no ambiente de circulação de pedestres.

**FIGURA 5**

Requisitos para avaliação do indicador coleta de lixo e limpeza.

A análise é realizada, a partir da pontuação final dos segmentos, onde a coleta de lixo e limpeza são avaliados como:

Ótimo: Resultado da avaliação = 100

Bom: Resultado da avaliação = 90

Suficiente: Resultado da avaliação = 80

Insuficiente: Resultado da avaliação < 80 ou a limpeza urbana está inadequada ao pedestre

O indicador sombra ou abrigo, é avaliado verificando-se quantos por cento da extensão do segmento da calçada é ocupado pela extensão abrigo, no caso deste estudo, apenas foi contabilizada a quantidade de abrigos por segmento. É importante ressaltar que, a arborização também faz parte deste indicador.

Considerando que, a extensão média dos segmentos é de 108,69m, esse valor é correspondente ao tamanho da face de quadra, julga-se suficiente ter cinco elementos de sombra ou abrigo, que corresponderia, a mais ou menos, um elemento a cada 20m de calçada, para que o pedestre possa caminhar com conforto, as classificações a seguir, foram adaptadas para esta condição:

Ótimo: o segmento da calçada apresenta um número de elementos de sombra/abrigo > 10 a cada 100m.

Bom:  $\geq 50\%$  da extensão do segmento da calçada apresenta elementos de sombra/abrigo  $\leq 10$  a cada 100m.

Suficiente: o segmento da calçada apresenta um número de elementos de sombra/abrigo  $\leq 5$  a cada 100m.

Insuficiente: o segmento da calçada apresenta um número de elementos de sombra/abrigo  $\leq 2$  a cada 100m.

#### ANÁLISE DOS INDICADORES DE CAMINHABILIDADE

Na primeira categoria avaliada, as calçadas, quando classificadas quanto a sua pavimentação, verifica-se que apenas 23% são avaliadas como ótimas, não necessitando de intervenções; a maioria delas é considerada boa, apresentando-se com

47%, porém necessitam de intervenção a médio prazo; 5% são consideradas suficientes, precisando de intervenções em curto prazo e 24% insuficientes, exigindo intervenções imediatas. Um item considerado de importância neste estudo para as avaliações das calçadas, é a obstrução das mesmas, muito comum em centros comerciais brasileiros, devido a presença de ambulantes, como é o caso da área de estudo que abrange parte do centro comercial de Macapá. Essas obstruções, apesar de não serem avaliadas no iCam 2.0, são consideradas por Pires e Magagnin (2018) como indicadores, onde se leva em conta obstáculos temporários ou permanentes que reduzam a largura da faixa de circulação de pedestres.

Na área de estudo, há 61% dos segmentos sem nenhum obstáculo, 19% apresentam com apenas um obstáculo, 8% apresentam dois obstáculos no segmentos, 7% possuem três obstáculos e 4% apresentam entre quatro e oito obstáculos no segmento de calçada .

Os resultados da avaliação das quadras, relacionado a categoria mobilidade, demonstram que pouco menos da metade foi considerada ótima, 27% foi avaliada como boa, 6% como suficiente e quase 19% como insuficiente, o que de acordo com o ITDP (2019) , significa que quase 53% necessitam de uma intervenção, seja ela imediata (19%), a curto (6%) ou a médio prazo (27%) para melhoramento da caminhabilidade do pedestre. Este item pode ser aperfeiçoado, por exemplo, promovendo ações que garantam a segurança pública, e reduzam a velocidade nas vias, já que alterar a dimensão das quadras pode não ser uma opção viável.

Quanto à classificação da distância percorrida pelo pedestre até o ponto de ônibus, item também inserido na mobilidade, aproximadamente 63% foram consideradas boas, 16% suficiente e 20% insuficiente. Neste contexto seriam necessárias intervenções a médio e curto prazo e imediatas, visando melhorar esse indicador, através da inserção de mais pontos de ônibus.

Sobre a categoria atração, conclui-se que, a área até possui certa diversificação de usos, se compararmos as edificações entre elas, mas analisando os pavimentos das edificações, estima-se que, a maioria das edificações possui apenas um uso. As que apresentam uso misto, possuem em torno de 75% de um dos usos predominantes nos pavimentos, que são os edifícios de quatro pavimentos, com o térreo comercial e o restante residencial. Logo, o uso misto seria classificado como insuficiente, uma vez que esses usos mistos citados, são exceções e a maioria dos edifícios, possui apenas um uso.

De acordo com o índice, há necessidade de uma intervenção imediata, procurando diversificar mais os usos, acredita-se que tal recomendação seria para inibir áreas estritamente residenciais, que não apresentam muito fluxo no horário comercial (8h as 18h) e/ou áreas estritamente comerciais, que fora desse horário comercial, tem pouquíssimo fluxo, tornando assim ambas as áreas desertas e inseguras, nos horários de menor fluxo.

A análise da categoria segurança viária demonstra que, dentre as vias da área de estudo, nenhum segmento está em vias classificadas como ótimas, pois não há presença de vias exclusivas para pedestre. As vias locais, que são classificadas como boas, representam 49% dos segmentos, e nas vias coletoras, classificadas como suficientes, encontram-se 51% dos segmentos. Há necessidade de intervenção na área,

promovendo mais espaços exclusivos para o pedestre e/ou reduzindo as velocidades máximas permitidas nas vias.

Quanto ao indicador travessia, nenhum dos cruzamentos possui sinalização tátil, apenas 5% possuem duas rampas, que garantem a entrada e saída da calçada de forma acessível, somente 22% possuem faixa de pedestre e apenas 15% possuem semáforo. Conclui-se que, não há nenhuma travessia que possua todos os requisitos de qualidade, logo, todas seriam consideradas como insuficientes, necessitando de intervenções imediatas para implantação de todos os requisitos de necessários.

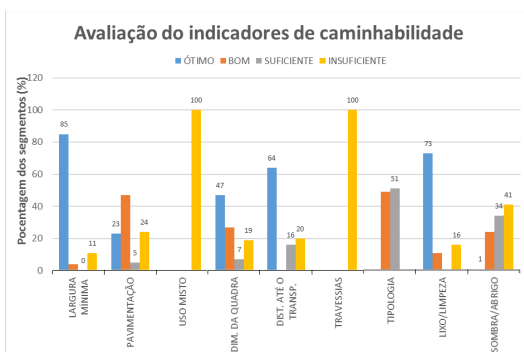
Na avaliação da categoria ambiente, a maioria dos segmentos de calçada foi classificado como ótimo, quanto a sua coleta de lixo e limpeza, observada através das imagens, sendo 73% deles, 11% são considerados bons e 16% insuficientes, estes dois últimos devem prever intervenções para melhorias, a médio prazo e imediatas, respectivamente.

Na avaliação do indicador sombra e abrigo, ainda da categoria ambiente, constatou-se que: 41% das calçadas são consideradas insuficientes; 34% suficientes; 24% bom e apenas 1% ótimo, somando 99% que precisam de intervenções imediatas, de médio e curto prazo, indica-se a inserção de arborização como intervenção prioritária.

A arborização é um item que merece um peso diferenciado, mais elevado, no cálculo final, para adequá-lo à realidade local amazônica, pois a sombra é necessária em todas as épocas do ano, no clima quente e úmido da cidade de Macapá, recomenda-se uma contagem distinta, apenas da arborização, dada a sua importância para o conforto do pedestre e para o desempenho ambiental da cidade.

Analisando os resultados dos nove indicadores (ver gráfico 1), observa-se que, há apenas três deles, onde a maioria de seus segmentos não necessitam de intervenções, sendo classificados como ótimos, que seriam a largura mínima das calçadas, a dimensão das quadras e a coleta de lixo ou limpeza, sendo recomendado apenas manutenção.

Os indicadores mais preocupantes são: o uso misto dos pavimentos da edificação; a segurança viária nas travessias; presença de sombra ou abrigo nas calçadas, que necessitam de intervenção imediata para sua melhoria, pois a maioria dos segmentos foi classificada como insuficiente. Já o indicador que precisa de intervenções a curto prazo, na maioria dos seus segmentos, foi a tipologia de rua, e dentre os que necessitam de intervenções a médio prazo, destacam-se a pavimentação das calçadas e a distância até o ponto de ônibus.



**GRÁFICO 1**  
Avaliação do Indicadores de caminhabilidade.



## CONCLUSÃO

Todos os indicadores de caminhabilidade avaliados necessitam de alguma intervenção, pois nenhum deles foi considerado 100% ótimo, a prioridade de intervenção seria, em ordem decrescente: segurança viária nas travessias; uso misto dos pavimentos das edificações; sombra e abrigo nas calçadas; tipologia das vias; pavimentação das calçadas; distância até o ponto de ônibus; dimensão das quadras; coleta de lixo e limpeza e por último, a largura mínima das calçadas.

No geral, as calçadas da área possuem largura adequada, boa pavimentação, sem muitos obstáculos, e boa limpeza. O tamanho das quadras e a distância até o transporte, permite ao pedestre realizar os percursos a pé.

Itens fundamentais para o conforto do pedestre necessitam de atenção especial, como a segurança viária nas travessias e o sombreamento das calçadas, que foram os mais mal avaliados, chegando no caso das travessias, a serem considerados 100% insuficientes.

Permite-se concluir então, que não há segurança para o pedestre nos cruzamentos. Já o sombreamento, não é suficiente para promover o conforto para os pedestres, que é vital para garantir o uso efetivo e qualidade do espaço ao caminhar, pois no clima quente e úmido amazônico, o sombreamento é necessário em todas as épocas do ano.

O índice de caminhabilidade apresentou-se como uma ferramenta que torna de fácil identificação as categorias mais deficientes na avaliação do espaço urbano, permitindo reconhecer onde encontram-se as maiores deficiências, o que auxilia no mapeamento da área, na tomada de decisão das intervenções e na melhor gestão e aplicação do recurso público. Destaca-se a necessidade de adaptação do índice a realidade local, que pode trazer parâmetros que são mais importantes, dependendo da região estudada.

## AGRADECIMENTOS

Este trabalho é financiado por fundos nacionais através da FCT - Fundação para a Ciência e a Tecnologia, I.P., no âmbito do Projeto Estratégico com a referência UIDB/04008/2020.

Este artigo faz parte de um projeto de investigação de doutoramento em arquitetura da Faculdade de Arquitetura de Lisboa - Universidade de Lisboa, integrada no grupo de investigação OBATI - Observatório da Arquitetura, Tecnologias e Inovação, que faz parte do CIAUD - Centro de Investigação em Arquitetura, Urbanismo e Design.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bernardinis, M. A. P., Straub, J. D., & Pavelski, L. M. (2021). A caminhabilidade em cidades de pequeno porte: um estudo de caso na cidade de Prudentópolis. *Revista Brasileira de Planejamento e Desenvolvimento*, 10 (01), 99-126. [https://doi: 10.3895/rbpd.v10n1.10475](https://doi.org/10.3895/rbpd.v10n1.10475)
- Código de Trânsito Brasileiro. Lei Nº 9.503 (1997). [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L9503Compilado.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9503Compilado.htm).

- Dovey, K. , & Pafka, E. (2020). What is walkability? The urban DMA. *Urban Studies*, 57 (1), 93-108. <https://doi: 10.1177 / 0042098018819727>.
- Ghidini, R. (2011). A caminhabilidade: medida urbana sustentável. *Revista dos Transportes Públicos – ANTP*, 127, 21-33. <http://files.antp.org.br/2016/4/8/revista-completa-127.pdf>
- Instituto de Políticas de Transporte e Desenvolvimento (ITDP). (2019) . Índice de Caminhabilidade 2.0: Ferramenta. [https://itdpbrasil.org/wp-content/uploads/2019/05/Caminhabilidade\\_Volume-3\\_Ferramenta-ALTA.pdf](https://itdpbrasil.org/wp-content/uploads/2019/05/Caminhabilidade_Volume-3_Ferramenta-ALTA.pdf).
- Labdaoui, K., Mazouz, S., Moeinaddini, M., Cools, M., & Teller, J. (2021). The Street Walkability and Thermal Comfort Index (SWTCI): A new assessment tool combining street design measurements and thermal comfort. *Science of The Total Environment*, 795. <https://doi:10.1016/j.scitotenv.2021.148663>.
- Magagnin, R. C. , Lima, B. S., & Fontes, M. S. G. C. (2019). Fatores que interferem na caminhabilidade: proposta de um método de identificação gráfica. In R. F. B. Salcedo, S. H. T. Gomes & V. Benincasa. (Org.), *Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo: Novos Contextos e Desafios* (1ª ed.). Cultura Acadêmica.
- Mascaró, J. L. (2005). *Loteamentos Urbanos*. Masquatro.
- Mendonça, A. L. C., & Fonseca, D. B. C. (2020). Caminhabilidade em questão: práticas, políticas e cotidiano. *Anais do VI Encontro da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo*. Universidade de Brasília.
- Moura, F., Cambra, P., & Gonçalves, A. B. (2017). Measuring walkability for distinct pedestrian groups with a participatory assessment method: A case study in Lisbon. *Landscape and Urban Planning*, 157, 282–296. <https://doi:10.1016/j.landurbplan.2016>.
- Pires, I. B., & Magagnin, R. C. (2018). Elaboração de índice de caminhabilidade sob a percepção de especialistas. *Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades*, 6 (38). <https://doi.org/10.17271/2318847263820181772>.
- Speck, J. (2016). *Cidade caminhável*. (Di Marco, A. & Natividade, A., Ed. & Trad). Perspectiva.
- Silva, O. H., Pitilin, T. R., Gobbo, C. A. R., Caxambu, M. G., Sanches, S. P., & Angelis Neto, G. (2019). Accessibility index for urban walkable spaces. *Acta Scientiarum. Technology*, 42(1). <https://doi.org/10.4025/actascitechnol.v42i1.45181>.

# ARQUITETURA ESCOLAR E APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA: UMA EXPERIÊNCIA DE PROJETO PARA UMA EDIFICAÇÃO NA CIDADE DE NATAL

**DANTAS, Petterson M.**

Instituto Federal do Rio Grande do Norte, Brasil, ORCID 0000-0003-3642-7842  
petterson.dantas@ifrn.edu.br

**RAMOS, Henrique S. M.**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil, ORCID: 0000-0002-8525-0943  
henriquesmramos@gmail.com

## RESUMO

A disponibilidade hídrica é fator preponderante para ocupação de territórios e a gestão eficiente da água potável é um importante aspecto para concepção de edificações ambientalmente sustentáveis. Inserido no contexto de racionalização do consumo de água potável, este trabalho explora o potencial de um sistema de aproveitamento de água de chuva para usos não potáveis em um projeto arquitetônico escolar executado na cidade de Natal, Brasil. Embora a captação de água pluvial seja comum na zona rural da região Nordeste, a mais seca do Brasil, sua utilização na zona urbana ainda é um recurso pouco explorado. Apresenta-se aqui uma visão geral do projeto; a metodologia para definição do sistema de aproveitamento da água da chuva; e as soluções adotadas para integrar as instalações do sistema à arquitetura. Para seu dimensionamento, foram seguidos os princípios apontados pela Norma brasileira, utilizando-se o método da simulação para definição do reservatório de água de chuva, e o programa Netuno para simular volumes e estimar o potencial de economia de água potável. As superfícies de cobertura do edifício foram definidas, ainda na fase de projeção, como elementos para a captação das águas pluviais, conferindo às decisões arquitetônicas grande influência nos resultados pretendidos. As instalações foram visualmente exploradas no prédio, deixando evidente aos usuários a existência do sistema de aproveitamento de água de chuva. Espera-se com este relato contribuir para o debate sobre o papel da arquitetura na proposição de soluções de enfrentamento à crise hídrica e servir como referência para outros projetos de intenções semelhantes.

## PALAVRAS CHAVE

Projeto arquitetônico; Arquitetura escolar; Crise hídrica; Conservação da água; Água de chuva.

## INTRODUÇÃO

A disponibilidade de água foi e continua sendo um aspecto condicionante para a ocupação de territórios. Em áreas de escassez hídrica, as populações precisam desenvolver formas de amenizar as condições adversas do meio e lidar com a variação de disponibilidade natural de água ao longo do ano. No Brasil, a região Nordeste é um

exemplo de área atingida de forma crônica pela escassez hídrica.

Além das áreas que naturalmente já sofriam com a escassez, a crise hídrica no Brasil atingiu regiões anteriormente reconhecidas pela abundância de água e levou grandes centros urbanos ao colapso. Esta situação ocorreu, por exemplo, do final de 2013 até 2015, na Região Metropolitana de São Paulo, uma das áreas mais populosas do país. Diante de um evento climático considerado atípico, da grande demanda de água da região e da impossibilidade de utilizar outros reservatórios naturais existentes, seus moradores foram submetidos a inesperadas medidas compulsórias de racionamento de água.

A situação afetou sobretudo a população da região, mas dada sua grande repercussão, acabou provocando uma reflexão na forma de consumir água potável em todo o país.

No âmbito dos projetos para edificações, a crise hídrica chama a atenção para o aspecto da gestão eficiente da água, que já era relevante em projetos situados em áreas de escassez natural e abordada com mais ênfase em edificações que almejam bom desempenho ambiental.

Contudo, mesmo a gestão da água sendo um dos aspectos mais relevantes para edificações contemporâneas, é raro ou limitado o acesso a soluções de projeto de arquitetura que pretendem contribuir com a redução do consumo de água potável.

Partindo da discussão sobre estratégias para redução do consumo de água potável nas edificações e as contribuições da arquitetura neste contexto, este trabalho explora o potencial de instalação de um sistema de aproveitamento de água de chuva, a partir da experiência de projeto executado na área urbana da cidade de Natal, Brasil.

A edificação tratada aqui foi projetada para funcionamento da Open School, escola infantil privada com foco na educação bilíngue. A escola entrou em operação em 2017 e teve a participação dos autores deste artigo como autor do projeto de arquitetura<sup>7</sup> e consultor para dimensionamento e implantação do sistema de aproveitamento de água de chuva<sup>8</sup>.

No decorrer deste artigo é apresentada uma visão geral do projeto, o processo de dimensionamento do reservatório de água de chuva e as soluções adotadas para integrar as instalações do sistema à arquitetura.

Espera-se que este relato contribua para a debate sobre o papel da arquitetura na proposição de soluções de enfrentamento à crise hídrica e sirva como referência para outros projetos que tenham intenções semelhantes.

## **APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA: DA NECESSIDADE À ECONOMIA**

Impulsionada por crises energética ou hídrica, aprovação de leis e criação de certificações ambientais para edificações, a abordagem de uma arquitetura ambientalmente sustentável tornou-se uma pauta constante nos projetos contemporâneos.

.....  
<sup>7</sup> O autor do projeto de arquitetura é o arquiteto Henrique Ramos.

<sup>8</sup> O arquiteto Petterson Dantas atuou como consultor no projeto para fins de dimensionamento e implantação do sistema de aproveitamento de água de chuva.

Isto tem ampliado as intenções iniciais dos projetos arquitetônicos, que passaram a considerar com frequência o emprego de soluções redutoras de impactos ambientais entre seus desígnios.

No campo da conservação da água nas edificações, os autores Sodré, Fukasawa e Oliveira (2019) destacam que as ações empregadas envolvem basicamente dois aspectos: a gestão da demanda, que consiste em utilizar meios para controlar o consumo de água; e a gestão da oferta, que consiste na disponibilização de água para a edificação proveniente de fontes alternativas.

Para Dantas (2012), as soluções para a conservação da água mais relacionadas ao projeto arquitetônico passam pela redução do consumo no ponto de utilização, com a especificação de mecanismos economizadores, por exemplo, e pela substituição da fonte de água utilizada para os usos não potáveis, como o aproveitamento de água da chuva e o reuso de efluentes tratados. Para o autor, entre essas soluções, a que apresenta maior interface com o projeto arquitetônico é o aproveitamento de água de chuva. Visto que a própria cobertura da edificação é utilizada como área de captação do sistema, isto abre espaço para as decisões arquitetônicas terem mais influência nos resultados pretendidos com a captação de água de chuva.

A qualidade da água da chuva é influenciada diretamente pelas condições atmosféricas locais e pelas características da área de captação utilizada – geralmente, as coberturas das edificações.

Fernandes, Medeiros Neto e Mattos (2007) compararam amostras de água pluvial em Natal para estudar a influência da área de captação na qualidade da água armazenada. Uma amostra foi captada na cobertura de uma edificação e outra em um pluviômetro instalado na área externa ao prédio. Os resultados das análises confirmaram a necessidade de desinfecção para a água captada na cobertura da edificação, caso seja desejável sua utilização para ingestão. Entretanto, para utilização como meio de descarga em vasos sanitários, lavagem de carros, limpeza da casa e irrigação de jardins, os resultados sinalizaram que a água da chuva captada apresentava uma condição apropriada.

Melo e Andrade Neto (2007) estudaram a variação da qualidade da água de chuva em Natal a partir de amostras sequenciais nos primeiros 10 milímetros de precipitação, sem passar por superfície de captação, em três pontos distintos da cidade. Os autores concluíram que a qualidade da água melhorou após o primeiro milímetro de chuva, confirmando que esta precipitação inicial de um milímetro geralmente é suficiente para carrear partículas e micróbios das camadas baixas da atmosfera na cidade.

No Brasil, a Norma Técnica NBR 15527, elaborada pela Associação Brasileira de Normas Técnicas [ABNT] (2019), especifica os requisitos para o aproveitamento de água de chuva de coberturas para fins não potáveis. De acordo com a norma, são considerados usos não potáveis e passíveis de utilização de água pluvial: sistemas de resfriamento a água, descargas de bacias sanitárias e mictórios, lavagem de veículos, lavagem de pisos, reserva técnica de incêndio, uso ornamental e irrigação paisagística.

O sistema de aproveitamento de água de chuva nas edificações consiste na captação, pré-tratamento, armazenamento, tratamento (se necessário) e posterior uti-



lização da água nos usos definidos (Sodré et al., 2019). Para tanto, o sistema é composto por: área de captação, calhas e condutores, dispositivos de descarte de sólidos, dispositivos de desvio de água dos primeiros escoamentos e reservatórios de armazenamento de água de chuva. Outros componentes podem ser acrescentados, caso sejam necessários para garantir o envio da água aos pontos de consumo, ou para aumentar a proteção sanitária dos reservatórios de acumulação de água de chuva.

O sistema de aproveitamento de água de chuva para usos não potáveis em área urbana deve funcionar de forma independente ao de água potável, fornecida pela rede pública. Apenas na falta de chuva, a água da rede pública deve abastecer os pontos que originalmente receberiam água pluvial.

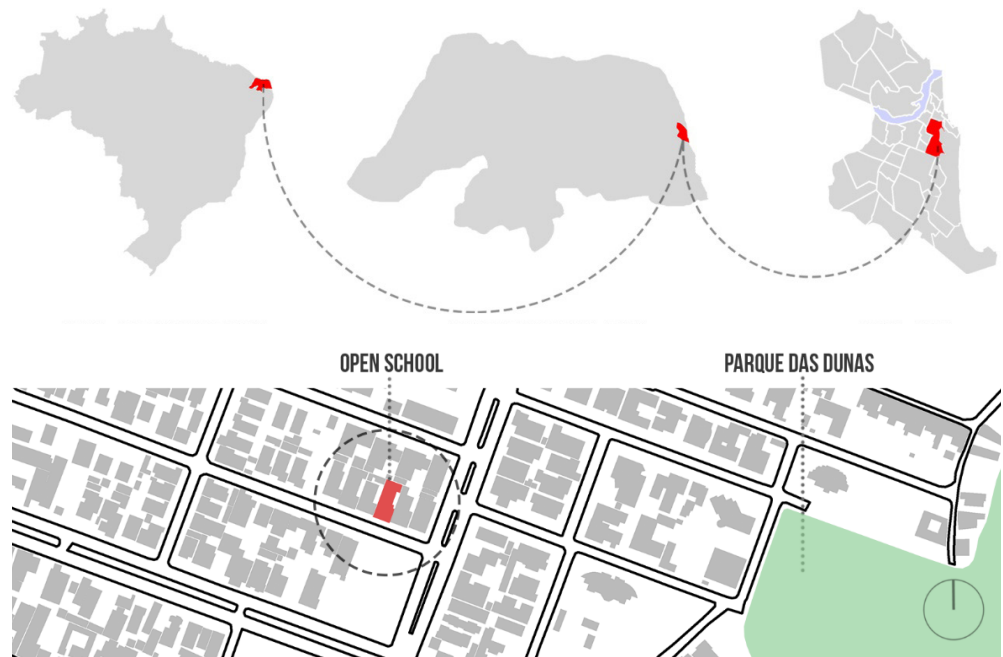
Marinoski e Ghisi (2008) estudaram a implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial para usos não potáveis em uma escola localizada em Florianópolis, região Sul do Brasil. A partir de estimativa dos usos finais de água, os autores verificaram que as atividades consideradas para fins não potáveis totalizavam 63,5% da demanda total da escola. Os resultados obtidos com simulações indicaram que esta demanda poderia ser parcialmente suprida por água de chuva, atingindo um potencial de economia de água potável de 45,8% e um período de retorno de 4 anos e 10 meses para o investimento necessário à implantação do sistema.

Com a necessidade de um investimento inicial pequeno, quando comparado ao emprego de outras tecnologias, a instalação de um sistema de aproveitamento de água de chuva pode trazer diferentes benefícios. Quando se trata de um contexto de escassez hídrica, o primeiro benefício é ter uma reserva de água independente, deixando o sistema público para os usos que realmente requerem potabilidade e, portanto, contribuindo para manutenção dos níveis dos reservatórios que abastecem as cidades. Como benefício direto e pontual ao usuário, dependendo do regime pluviométrico da região, o aproveitamento de água da chuva pode trazer uma economia significativa na conta do consumo de água, com um baixo custo de operação, ressarcindo o valor investido ao longo de alguns anos.

### **UM PROJETO DE ARQUITETURA EM ÁREA URBANA QUE UTILIZA ÁGUA DA CHUVA: OPEN SCHOOL – ESCOLA INFANTIL BILÍNGUE EM NATAL, BRASIL**

O projeto de arquitetura da Open School Educação Bilíngue nasceu e se desenvolveu concomitantemente à sua concepção institucional. Após 20 anos de experiência de ensino de idiomas, o grupo com sede em Natal, decidiu criar uma unidade dedicada à educação infantil. Além do bilinguismo, a instituição da rede privada se caracteriza pela abordagem pedagógica Reggio Emilia, que prioriza a expressão simbólica e estimula o potencial criativo infantil.

O projeto para a Open School foi idealizado em um lote contíguo a uma escola de idiomas do mesmo grupo empresarial, no bairro de Tirol, Natal, Rio Grande do Norte. (Figura 1). O lote apresenta dimensões de 12,70m x 30,00m, com frente para o Sudoeste e vista para o Parque das Dunas, uma reserva de Mata Atlântica e importante unidade de conservação ambiental implantada no estado do Rio Grande do Norte.



**FIGURA 1**  
Localização do terreno destinado ao projeto da Open School – Acervo dos autores.

O projeto arquitetônico teve como foco a adequação da arquitetura à escala da criança, a otimização dos espaços para um lote urbano de dimensões reduzidas e o emprego de estratégias para melhor desempenho ambiental da edificação. Um dos pontos mais enfatizados no projeto, e que contou com consultoria específica, foi o sistema de aproveitamento de água da chuva para uso em sanitários, torneiras de jardim e de limpeza de pisos.

### APRESENTAÇÃO DA EDIFICAÇÃO

A escola se desenvolve em dois pavimentos principais, além de um piso intermediário na porção posterior do lote, que é utilizado como pátio de recreação e atividades lúdicas (Figura 2).



**FIGURA 2**

Visão geral do projeto/ espaços da escola.



No térreo, encontra-se o acesso à recepção junto à rua, bem como vagas de estacionamento e área de embarque e desembarque exigidas pela legislação municipal. A interface entre os espaços público e o privado é marcada pelo acesso direto e permeabilidade visual entre o ponto de entrada na escola e a rua local.

Ao entrar no edifício, os usuários encontram uma recepção visualmente aberta para o pátio lateral da escola, que também dá acesso às duas salas de aula do térreo. Neste pavimento também estão localizados o refeitório e instalações sanitárias de uso comum e exclusivas aos alunos, integradas às salas de aula. Atravessando o pátio lateral, chega-se ao sistema de rampas que conecta o térreo ao nível intermediário com área de recreação, e, na sequência, com o pavimento superior. Neste pavimento existem mais três salas para atividades pedagógicas, além de instalações sanitárias, vestiário infantil e um quarto de descanso para os alunos.

## **DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE APROVEITAMENTO DE ÁGUA DA CHUVA**

Para dimensionar o sistema de aproveitamento de água de chuva para o prédio da Open School, foram seguidos os princípios da NBR 15527 Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis (ABNT, 2019)<sup>9</sup> e o método utilizado para dimensionamento do reservatório de água de chuva foi o da simulação.

O sistema foi concebido durante o desenvolvimento do projeto arquitetônico e antes do projeto de instalações hidráulicas, o que permitiu a interação entre projetistas. As instalações foram visualmente exploradas no prédio, deixando evidente aos usuários a existência do sistema de aproveitamento de água de chuva.

A simulação para dimensionamento do reservatório foi realizada a partir de estimativas de consumo para os usos não potáveis – descarga em bacias sanitárias, irrigação de jardins e limpeza geral –, da frequência de utilização das instalações pela população do prédio e de dados de precipitação diária para Natal. Ao todo, foram simulados 5842 dias dos anos de 2000 a 2015, coletados do banco de dados do Instituto Nacional de Meteorologia [INMET]. Também foi considerado o descarte de volume equivalente ao primeiro milímetro da precipitação para melhorar a qualidade da água armazenada. Para simular o balanço hídrico com base diária e identificar o volume do reservatório foi utilizado o programa Netuno 4 (Ghisi & Cordova, 2014).

A partir do carregamento dos dados identificados (Tabela 1), o programa gera diversos produtos que auxiliam no processo de dimensionamento do sistema. O

<sup>9</sup> Esta norma foi revisada em 2019. A versão utilizada neste projeto foi a de 2007 por ser a vigente na época (2016), contudo a atualização da norma não altera os resultados das simulações realizadas.

principal resultado é um gráfico que identifica o potencial de economia de água potável substituída por água pluvial em função de diferentes capacidades para o reservatório.

A simulação de aproveitamento de água de chuva para a Open School foi realizada considerando-se seu funcionamento durante cinco dias por semana, ao longo de todo o ano, em dois cenários: com a ocupação máxima e com ocupação da metade da população, uma vez que a escola poderia iniciar sua operação sem ter todas as suas vagas para alunos preenchidas.

Parâmetros do programa	Dados inseridos
Número de dias simulados	5842 dias (2000-2015)
Descarte escoamento inicial	1mm
Área de captação	277,07m <sup>2</sup>
Demanda diária <i>per capita</i> de água para fins não potáveis	7,74 litros/dia
População máxima	221 pessoas

TABELA 1

Síntese dos dados utilizados para simulação no programa Netuno.

O gráfico gerado (Figura 3) ilustra o potencial de economia para ocupação máxima (221 pessoas – curva vermelha) e ocupação parcial (121 pessoas – curva verde).

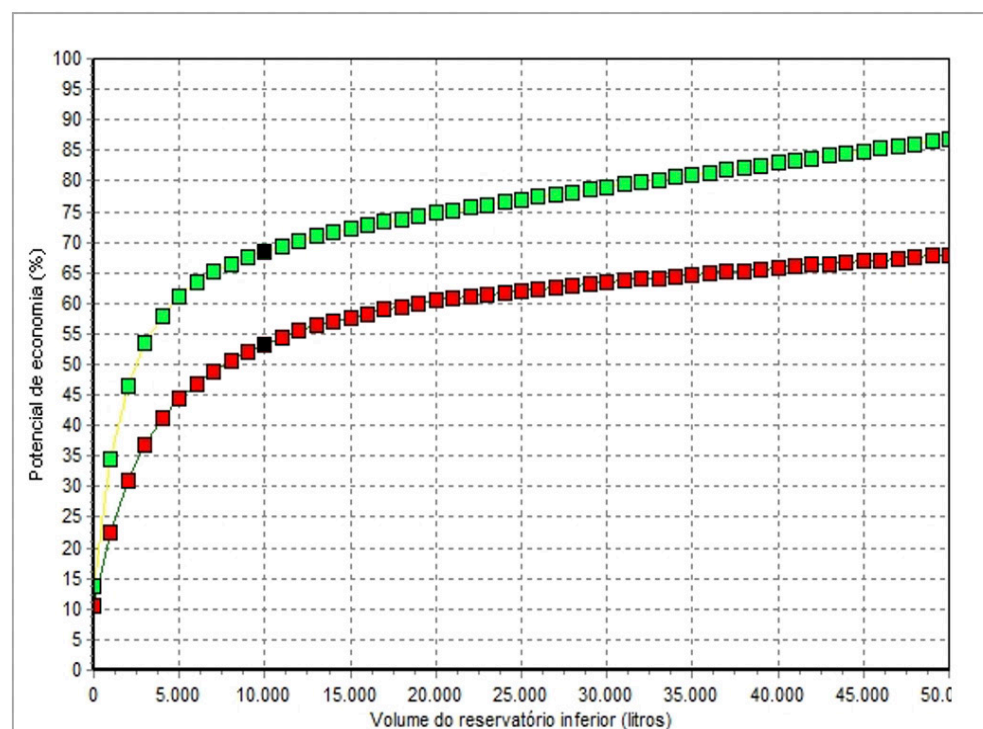


FIGURA 3

Volume x potencial de economia: simulação do reservatório de água da chuva – Acervo dos autores.

Em busca de uma boa relação custo-benefício, a análise das curvas indicou a adoção preferencial de volume de armazenamento entre 10.000 litros e 15.000 litros. Verificou-se que a partir de 15.000 litros, o aumento do volume do reservatório tem pouca repercussão no crescimento da economia de água potável. Acrescenta-se, ainda, a

indisponibilidade de espaço na escola para grandes reservatórios de água e por esse motivo, foi adotado o reservatório de água de chuva de 10.000 litros.

Com o volume de 10.000 litros para o reservatório inferior, de acordo com a simulação, espera-se um potencial de economia de cerca de 55% para a escola funcionando com ocupação total e cerca de 70% para ocupação parcial. Ou seja, com este volume de armazenamento, em função do regime de chuvas de Natal no período simulado, seria possível atender de 55% a 70% do volume de água necessário para os usos não potáveis na escola.

Como resultado da simulação, o programa também fornece outros dados sobre o atendimento da demanda de água em função do período de dias simulados (Tabela 2).

Resultados da simulação		Ocupação total	Ocupação parcial
Potencial de economia		54,97%	70,5%
Porcentagem de dias no período de análise em que a demanda de água pluvial é atendida	Completamente	63,76%	76,86%
	Parcialmente	8,54%	3,95%
	Não atende	27,7%	19,19%
Consumo total mensal		37986,46 litros	20798,02 litros
Volume extravasado		219390 litros/ano	294863 litros/ano

.....  
**TABELA 2**  
 Síntese dos dados utilizados para simulação no programa Netuno.

O cenário com ocupação parcial resulta em aumento significativo no potencial de economia em comparação ao cenário com ocupação total. Isto acontece porque, nesta situação, a demanda é reduzida pela metade, mas a disponibilidade de água se mantém. Com menor consumo, a água permanece mais tempo no reservatório, suprimindo parte do consumo do período seco do ano.

Outro resultado apresentado na tabela 2 é o volume de água extravasado por ano nos dois cenários de estudo. Isto acontece quando o reservatório permanece em constante abastecimento durante o período mais chuvoso em Natal, nos meses de março a julho.

## **A INTEGRAÇÃO DO SISTEMA À ARQUITETURA E AS NOVAS POSSIBILIDADES DO PROJETO**

A definição do sistema de aproveitamento e água de chuva aconteceu em constante interação com o projetista de arquitetura. Em síntese, três aspectos principais conduziram as escolhas projetuais: a localização dos reservatórios, o desenho da cobertura como área de captação e os percursos para os condutores que interligam a cobertura ao reservatório inferior (Figura 4).





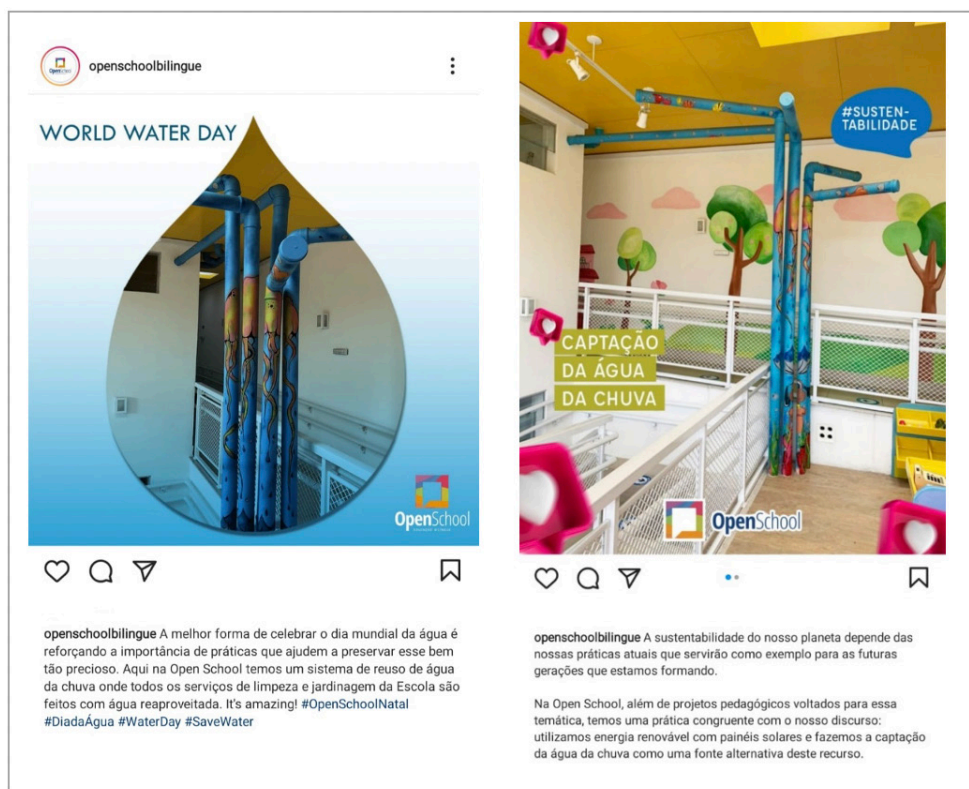
**FIGURA 4**

A presença das tubulações do sistema de aproveitamento de água da chuva nos espaços da escola.

A área de captação do sistema foi composta por toda a cobertura central e por parte da marquise que contorna a edificação, com uma área total de 277,07m<sup>2</sup>. As calhas da cobertura foram prolongadas e drenadas por uma tubulação visível aos usuários ao longo de toda a circulação que dá acesso ao pavimento superior. No final desta tubulação, foi instalado o mecanismo de descarte do escoamento inicial. O mecanismo é constituído por uma tubulação vertical embutida em um pequeno compartimento de alvenaria com volume calculado em função da área de captação. Nesta tubulação, ocorre a separação entre os volumes descartado e armazenado no reservatório de água de chuva, localizado sob as rampas do pátio de recreação.

Do reservatório inferior, a água é bombeada para um reservatório elevado específico para água da chuva e a partir daí, por gravidade, chega aos pontos de consumo para usos não potáveis. O sistema de água potável funciona na edificação independente dos sistemas convencionais. Em caso de falta de água de chuva, uma válvula é acionada automaticamente e o reservatório superior de água da chuva recebe diretamente água potável da rede pública. Como intenção do projeto de arquitetura, as tubulações de coleta de água de chuva foram deixadas à mostra e grfitadas com

motivos que remetem à água. É possível acompanhar a tubulação de coleta da água por toda a circulação que interliga os pavimentos. O tubo que conduz a água do mecanismo de descarte ao reservatório, no pátio, recebeu um tratamento especial, tornando-se elemento escultórico e lúdico<sup>10</sup>. Além de poder ser utilizado didaticamente pelos professores frente aos pequenos alunos, o sistema de aproveitamento de água da chuva, e, principalmente a escultura de tubos do pátio, vem sendo utilizada pela escola como forma de comunicar seus valores institucionais, como em publicações nas suas redes sociais (Figura 5).



**FIGURA 5**  
Publicações da escola nas redes sociais mostrando o sistema de aproveitamento de água da chuva.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho se iniciou unicamente como um projeto de arquitetura e se transformou em novas oportunidades. A primeira delas foi a de fechar um ciclo de trabalho entre o conhecimento produzido no meio acadêmico e sua utilização a projetos reais, uma vez que o aproveitamento de água de chuva foi tema abordado em dissertação de mestrado de um dos autores deste artigo, desenvolvido na UFRN. Sua aplicação no projeto da Open School se efetivou graças ao interesse dos clientes em desenvolver uma edificação com desempenho ambiental adequado e a articulação do autor do projeto arquitetônico para formação da equipe do projeto. Este ciclo agora se completa com a produção deste artigo, que transforma de volta em conhecimento científico, um trabalho de arquitetura que explorou uma tecnologia conhecida, mas pouco difundida no meio urbano. Com o aproveitamento de água de chuva, espera-se que seja possível suprir de 55% a 70% de todo o volume necessário para os usos não potáveis na escola: abastecer bacias sanitárias, irrigar jardins e lavar pisos.

<sup>10</sup> A pintura das tubulações foi executada pelo arquiteto/ artista Thiago Frizon.

A partir de referências estudadas, identificou-se um caso em que a demanda de água para fins não potáveis em uma escola pode corresponder a 60% do consumo total. Utilizando-se este mesmo percentual para a Open School, o intervalo de 55% a 70% passa a representar 33% a 42% de todo o consumo de água estimado para a escola.

Contudo, deve-se ressaltar que embora a intenção do trabalho seja apresentar resultados próximos à realidade, existem fatores que fogem do controle do estudo, tais como a intensidade da precipitação futura no município de Natal, mudanças na população da edificação e novos hábitos dos usuários. As variações desses fatores podem alterar o potencial de economia de água potável estimado. Também é necessário registrar que a simulação considerou o funcionamento da escola apenas nos dias úteis da semana, ou seja, adotou-se um ciclo de cinco dias de consumo normal intercalados por dois dias sem consumo de água. Nas simulações realizadas, não se considerou a paralisação ou redução de atividades na escola nos períodos de férias.

Respostas mais concretas podem ser obtidas com a continuidade do estudo desta edificação e seu sistema de aproveitamento de água de chuva, agora em operação. O monitoramento dos níveis dos reservatórios de água da chuva e água potável da edificação e a identificação do consumo real de água podem contribuir para validar as simulações realizadas na fase de projeto.

Acredita-se que o aproveitamento de água de chuva tem grande potencial para ser aplicado nas edificações urbanas, pois requer manutenção convencional – a mesma que já é requerida para os sistemas prediais de drenagem e água fria.

Além da economia de água potável, outro benefício alcançado com o emprego em larga escala do aproveitamento de água pluvial é a redução do volume de água da chuva drenado pelos coletores públicos, mitigando alagamentos recorrentes nos centros urbanos com grandes áreas de solo impermeabilizado.

Com o desenvolvimento deste projeto, ficou claro que a arquitetura também tem sua contribuição para obtenção de melhores resultados com o sistema de aproveitamento de água de chuva. Além de viabilizar a acomodação de cada componente, pode trazer soluções criativas para incluir o sistema na rotina dos usuários da edificação, como foi o caso das tubulações expostas no projeto da Open School, em especial da escultura criada no pátio posterior.

Espera-se que este trabalho contribua com a difusão do aproveitamento de água de chuva nos projetos contemporâneos, uma vez que relatou as etapas de dimensionamento, concepção e implantação do sistema. Por abordar um recurso específico associado ao projeto arquitetônico – o aproveitamento de água de chuva –, acredita-se que este pode se constituir um precioso material, sobretudo por se tratar de um projeto executado no setor privado brasileiro e em funcionamento há alguns anos, o que o diferencia da maioria das iniciativas existentes na área.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Associação Brasileira de Normas Técnicas (2019). NBR 15527: Aproveitamento de água de chuva de coberturas para fins não potáveis - Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT.
- Dantas, P. M. (2012) Projeto de um edifício para fins educacionais com foco na racionalização do consumo de água. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, Brasil.

- Fernandes, D. R. M., Medeiros Neto, V. B. de, & Mattos, K. M. da C. (2007). Viabilidade econômica do uso da água da chuva: um estudo de caso da implantação de cisterna na UFRN/RN. Anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 27.
- Ghisi, E., & Cordova, M. M. (2014). Netuno 4. Programa computacional. Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, Brasil. Disponível em: <http://www.labeee.ufsc.br/>.
- Marinoski, A. K., & Ghisi, E. (2008). Aproveitamento de água pluvial para usos não potáveis em instituição de ensino: estudo de caso em Florianópolis – SC. Ambiente Construído, 8(2), 67-84.
- Melo, L. R. C., & Andrade Neto, C. O. de. (2007). Variação da Qualidade da Água de Chuva em Três Pontos Distintos da Cidade de Natal-RN. Anais do Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Belo Horizonte, MG, Brasil, 24.
- Sodré, V. D. de A., Fukasawa, B. N., & Oliveria, M. R. (2019). Guia orientativo das normas de conservação de água, fontes alternativas não potáveis e aproveitamento de água de chuva em edificações. Brasília, Câmara Brasileira da Indústria da Construção - CBIC.

# REQUALIFICAÇÃO DA ANTIGA USINA PILOTO “FERNANDO COSTA” NA ESALQ/USP, PIRACICABA: UM EXEMPLO DE ARQUITETURA SUSTENTÁVEL PARA A AGRICULTURA ORGÂNICA.

## **DIBBERN, Rafaella**

FIEL, Brasil, ID 0000-0002-5717-3012  
rafaelladibbern@gmail.com

## **CACHIONI, Marcelo**

FAU USP, Brasil, ID 0000-0002-5493-3741  
mcachioni@gmail.com

## **BOUERI, J. Jorge**

Faculdade de Arquitetura da Universidade de Lisboa, Portugal, ID 0000-0002-3423-4775  
jjboueri@gmail.com

## **RESUMO**

O município brasileiro de Piracicaba - SP teve seu início e desenvolvimento devido à exploração agrícola dos colonizadores portugueses. Engenhos e fábricas voltados à produção de cana-de-açúcar, cultura priorizada pela Coroa Portuguesa, trouxeram a tecnologia europeia para o interior juntamente com profissionais qualificados, o que incentivou a criação de uma Escola Superior Agrícola no município, idealizada pelo agrônomo Luiz de Queiroz, que viera a ser integrada à Universidade de São Paulo - USP. A busca pela especialização de mão-de-obra na agricultura levou à idealização de uma Usina Piloto dentro da Universidade, pelo instituto responsável por pesquisas de novas técnicas para o cultivo da cana-de-açúcar e reaproveitamento de resíduos que, por razões burocráticas, nunca entrou em funcionamento. A proposta do Trabalho Final de Graduação do curso de Arquitetura e Urbanismo das Faculdades Integradas Einstein de Limeira-SP consiste na criação de um instituto voltado para a agricultura orgânica visa restaurar a edificação da usina em estado de ruínas e devolvê-la uma de suas funções originais: o desenvolvimento, aplicação e instrução de técnicas agrícolas, porém em uma proposta sustentável, a fim de democratizar produtos orgânicos, encontrados em valor elevado no mercado.

## **PALAVRAS-CHAVE**

Patrimônio cultural, patrimônio industrial, agricultura orgânica, sustentabilidade.

## **CONTEXTUALIZAÇÃO E HISTÓRICO**

A indústria agrícola foi a principal fonte de economia no Brasil desde o esgotamento das minas exploradas pelos colonizadores. Ainda no sistema de sesmarias, a coroa portuguesa viu condições favoráveis para a implantação de engenhos de açúcar no Brasil, após já adquirirem certa experiência com as terras das ilhas do Oceano Atlântico. Para isso, os maquinários e engenheiros especialistas vinham da Europa e traziam consigo suas técnicas construtivas, de uma nova arquitetura desenvolvida



principalmente a partir da Primeira Revolução Industrial.

O Município de Piracicaba, localizado no interior do Estado de São Paulo, Brasil, teve importância no processo de industrialização da agricultura, pois seu território cercado por mananciais tornava as terras férteis e atrativas para os portugueses que implantaram engenhos de açúcar e aguardente com fim comercial e para abastecimento. Além disso, é considerada pioneira no Estado em se tratando do processo de industrialização brasileiro.

Em meados do século XX, descobriu-se no Brasil o álcool derivado do açúcar, como fonte energética e com a necessidade de um órgão responsável pelo controle e orientação na produção sucroalcooleira, foi criado o Instituto do Açúcar e do Alcool - IAA, pelo decreto federal nº 22.789 de 1º de junho de 1933.

Tendo em vista a necessidade de profissionalização e especialização de técnicas agrícolas devido ao desenvolvimento no município, o agrônomo Luiz de Queiroz idealizou a Escola Superior Agrícola “Luiz de Queiroz” que posteriormente foi vinculada à Universidade de São Paulo - USP.

Buscando ampliação das instalações da Universidade, em 1954, um de seus institutos responsáveis por pesquisas relacionadas à produção de açúcar e álcool, o Instituto Zimotécnico, dirigido pelo Prof. Dr. Jayme Rocha de Almeida, propôs a criação de uma usina em parceria com o Instituto do Açúcar e do Alcool - IAA, que recebeu o nome de Usina Piloto ‘Fernando Costa’ em homenagem à essa figura importante para a universidade. A instalação semi-industrial teria como principais objetivos o desenvolvimento de aulas práticas aos alunos da Escola Superior, a disponibilidade de estágios aos recém-diplomados e aos pós-graduandos e de cursos práticos para destiladores para emprego de técnicas modernas de fabricação, além de oferecer álcool retificado industrial para todos os institutos e escolas da USP por um preço menor que o de mercado.

A construção da Usina Piloto teve início em setembro de 1954, em um terreno localizado à margem direita do rio Piracicaba no sentido norte-sul e segundo último registro fotográfico encontrado no arquivo da Universidade, teria avançado até julho de 1955. Após diversas tentativas de conclusão de suas instalações, o prédio em fase de finalização foi abandonado juntamente com o processo que permitiria seu funcionamento, por motivos de descuido e falta de verba.

Atualmente, a Usina Piloto ‘Fernando Costa’, símbolo importante para a instituição de ensino Esalq - USP, de Piracicaba encontra-se em estado de ruínas.

#### Questões de Sustentabilidade

O desenvolvimento das civilizações ocorreu por base no consumo de recursos naturais, modelo que traz crescente deterioração do meio ambiente. Países desenvolvidos utilizam esses recursos para manter seu padrão de vida e os subdesenvolvidos o fazem para seu crescimento e suposta melhoria na qualidade de vida. Porém, para reais melhorias e equilíbrio nas três dimensões, ou como cita Motta e Aguilar (2009), o triple bottom line - econômica, social e ambiental, é necessário que haja práticas de manejo dos recursos naturais para um desenvolvimento sustentável (MOTTA e AGUILAR, 2009).

A indústria, juntamente com a agricultura, trouxe tecnologias para o país, gerando crescimento econômico e social. Não prezando por um desenvolvimento sustentá-

vel, essas tecnologias usaram de recursos naturais e lançaram resíduos nos solos e rios, gerando a contaminação de diversos leitos. Assim como na agricultura, onde a produção em massa exigiu a utilização de tóxicos para o aceleração e menores perdas nas colheitas, os quais também podem contaminar lençóis freáticos e rios, a segunda maior causa de contaminação, segundo dados do IBGE, sendo o Brasil considerado o maior consumidor de agrotóxicos do mundo, utilizando de 19% do que é produzido mundialmente, de acordo com Mohamed Habib, engenheiro agrônomo e professor da Unicamp. Além de esta contaminação afetar a saúde dos seres humanos, a fauna e flora dos rios sofre perda de equilíbrio, já que os venenos (herbicidas e inseticidas) podem matar algas e animais aquáticos.

#### Arquitetura Sustentável

Dados apontam que todas as atividades humanas utilizam 50% da energia gerada por fontes naturais, sendo a construção civil responsável pelo consumo de 40% destas, tendo grande participação nas causas do aquecimento global.

O conceito de construção sustentável teve seu primeiro sistema de avaliação e certificação somente em 1990, o Building Research Establishment Environmental Assessment Method - BREEAM e, no mesmo ano, o arquiteto Norman Foster publicou o artigo *Architecture and Sustainability*, que pontuava o impacto ambiental causado pelas construções civis e a necessidade de recuperação de áreas, questionamentos relacionados à uma arquitetura de qualidade, como a possibilidade de suprimir iluminações artificiais ou até mesmo condicionadores de ar.

No Brasil, os principais instrumentos institucionais para a garantia desse desenvolvimento sustentável seriam as Agendas 21, que decidem metas e ações a serem cumpridas. Juntamente com o CBCS e a Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura - AsBEA, definem boas práticas no planejamento de uma construção sustentável, como a redução de impactos no entorno, levando em conta a implantação do edifício, uma administração e gerenciamento corretos da obra, a utilização das condições climáticas locais, entre outros, devendo a sustentabilidade estar presente em todas as etapas, desde estudos preliminares e elaboração do projeto. Sendo assim, a proposta sustentável para a construção civil parte do restauro do equilíbrio entre os ambientes naturais e construídos pelo homem, a fim de garantir igualdade social e econômica (MOTTA e AGUILAR, 2009).

A idealização e concepção de um projeto sustentável prepara a construção para um menor consumo de energia em sua fase de uso de manutenção, considerada a fase que gera mais gastos e mais consome energia. Para isso, é necessária uma mudança cultural que insira os conceitos de sustentabilidade de forma “inventiva, criativa e dialética” com multidisciplinaridade, segundo Motta e Aguilar (2009), com o objetivo de atingir melhores resultados em consumo de energia e recursos.

#### Agricultura Orgânica

A agricultura orgânica consiste na utilização de microrganismos para a fertilização e equilíbrio do solo, suprimindo os minerais necessários para a nutrição e proteção da vegetação, excluindo totalmente o uso de minerais não-renováveis no processo. Para o sucesso do cultivo, é necessária a escolha certa de espécies e variedades e um solo convertido ou novo. Considerada um “manejo local”, o sucesso na produção de orgânicos depende de diversos fatores, como o microclima local, a iluminação, ven-

tilação, condições hídricas, entre outros. A forma de cultivo e aplicação de técnicas deve considerar a todos e o conhecimento avançado do solo disponível (ORMOND et al, 2002).

Seu conceito foi criado na primeira parte da década de 1920, com o inglês Albert Howard, que passou a pesquisar técnicas para o cultivo sem a utilização de compostos químicos e que em 1940, lançou o livro “Um Testemunho Agrícola” com suas conclusões. Na mesma época, o francês Claude Albert desenvolveu práticas da agricultura sem o uso de fertilizantes artificiais, através de rotação de culturas, estercos, adubos e outros resíduos vegetais (ORMOND et al, 2002).

Na década de 1970, produtos orgânicos chegaram ao mercado e, no Brasil, a produção atrelou-se ao contato puro com a terra como fonte de vida em discordância com o consumismo gerado pelo mercantilismo da sociedade moderna. Até que, em 1980, a conscientização a respeito da preservação do meio ambiente e da alimentação saudável levou a criação de “cooperativas de produção e consumo de produtos naturais” (ORMOND et al, 2002). Porém, a padronização e legislação quanto à produção e comércio de produtos orgânicos se deu somente na década de 1990, com o documento 2092/91, de 24 de junho de 1991, criado pelo Council Regulation (EEC), na Europa (ORMOND et al, 2002).

Apesar de todo o desenvolvimento e atenção dados pelas mídias internacionais, a participação de produtos orgânicos no mercado ainda é pequena devido ao antagonismo em relação a produtos geneticamente modificados. No Brasil, onde a cana-de-açúcar e frutas ocupam maiores áreas pelo território, a pequena parcela de produtores de alimentos orgânicos no Brasil recebe influência direta dos custos para a sua certificação, resultando em um custo mais de 100% maior quando comparados com os convencionais, tendo como justificativa a necessidade de mão-de-obra mais intensa e a forma de embalar o produto. Por conseguinte, a lei da oferta e da procura prevalece no mercado: a produção e logística são insuficientes, não há diversidade de opções de compra e o consumo tem aumentado. Assim, a vantagem na produção de alimentos naturais é a geração de maior diversidade destes no mercado e o fornecimento de produtos que não agridem o meio ambiente e a saúde (ORMOND et al, 2002).

## **TEORIAS DE RESTAURO**

Entre os séculos XIX e XX, o amadurecimento advindo da tecnologia e história da arte trouxe conceitos-chave para o restauro, como a reversibilidade e a mínima intervenção, além do aparecimento da profissão do restaurador.

Diversas teorias foram adotadas e discussões a favor da inserção de elementos contemporâneos nas áreas ganharam força após a necessidade de uma reconstrução em massa causada pela Segunda Guerra Mundial: o “restauro filológico, fundamentalmente contra a consideração dos monumentos quase exclusivamente como documentos históricos, ignorando sua realidade figurativa” (CUNHA, 2016, p. 3) ou seja, o que prega o valor histórico como única autoridade para o restauro. Deste pensamento, passou-se a criticar construções novas que traziam elementos antigos com o objetivo de se dissolverem na paisagem destruída, “simplificando detalhes construtivos”, nas palavras de Cunha (2016). Acreditava-se, em oposição a este

pensamento, que a arquitetura não poderia ser neutra e que as intervenções deveriam estar explícitas, daí o “restauração crítica”, negando que “monumentos históricos possam ser enquadrados em categorias previamente determinadas ou esquemas e regras pré-concebidos, como defende o restauro filológico” (CUNHA, 2016, p. 4).

### **O RESTAURO CRÍTICO DE CESARE BRANDI**

O pensamento de Cesare Brandi, publicado em seu livro ‘A teoria’, em 1963, veio como um paralelo ao restauro crítico e como coordenador do Instituto Central de Restauração de Roma (ICR), o artista contribuiu com a recuperação de diversas obras destruídas na segunda guerra.

Brandi leva em conta duas atribuições à arte de ação humana: a estética e a histórica, de formas separadas: “a restauração constitui o momento metodológico do reconhecimento da obra de arte, na sua consistência física e na sua dúplice polaridade estética e histórica, com vistas à sua transmissão para o futuro” (BRANDI in CUNHA, 2016, p. 6).

Devia-se considerar o contexto em que a obra estava inserida, mas restaurar apenas o edifício em foco, visando à reconstituição de sua essência, sem desabonar sua imagem e conteúdo histórico ou marcas do tempo. Para o artista, a ação temporal era de suma importância, portanto o restauro não deveria retomar as características originais da obra, permitindo que sejam adicionados ou removidos alguns elementos, sem que a descaracterizem, pois anexos fazem parte da história do monumento.

Em meados da década de 1960, foram feitas diversas críticas ao pensamento brandiano, que tratam da subjetividade e idealismo de seu pensamento, alegando que suas teorias não poderiam ser aplicadas à risca na arquitetura e arqueologia, pois o “juízo de valor” tratado pelo autor, permite que a intervenção se torne tendenciosa e, além disso, o valor histórico da obra não deveria ser separado do valor artístico, pois ambos a compõem.

Restauro Crítico-conservativo de Giovanni Carbonara

Pensamentos mais recentes desenvolvidos a partir da Carta de Restauração de 1972 geraram uma perspectiva crítica em relação à intervenção arquitetônica, trazendo equilíbrio entre o conservadorismo e um papel “revelador” que facilitou a compreensão dos testemunhos históricos e artísticos (CARBONARA, 2000).

Giovanni Carbonara ainda considera os princípios brandianos, mas os complementa com esta perspectiva crítica a respeito do restauro, em concordância com Paul Philippot, que define o restauro como “uma hipótese crítica não expressa verbalmente, mas concretizada em ação” (CARBONARA apud PHILIPPOT, p. 2, 2000), esta hipótese é determinante para os princípios do restauro crítico-conservativo, como a distinguibilidade, a reversibilidade, a intervenção mínima e o respeito à autenticidade (CARBONARA, 2000).

Carbonara (2000) destaca, ao lado do restauro crítico, a recuperação dos bens culturais, definida como o retorno ou devolução de algo que foi perdido, também repercutindo politicamente com a reivindicação social dos bens, que antes era privilégio das elites, por isso prevalecendo os interesses econômicos e sociais quando a reutilização seria condenável ao patrimônio. Já, a restauração do edifício em si valorizaria o bom reuso do mesmo, prevalecendo o interesse cultural. Essa reutili-

zação, para o autor, demonstraria qualidade no restauro, desde que não denegrisse ou desalinhasse o valor cultural do patrimônio, a exemplo do Panteão de Roma (126 d.C.), templo que fora reutilizado como igreja no início do século VII, o que permitiu sua conservação (CARBONARA, 2000).

O restauro crítico-conservativo, segundo o autor, traz a conservação como o objetivo de se perpetuar uma obra e a “consciência histórica” relacionada a ela e a crítica como a elaboração teórica de cada ocasião, pois cada elemento estudado é um caso específico que deve ser levado em conta e não se pode adotar um padrão para sua intervenção (CARBONARA, 2000).

O que garante a autenticidade da obra são os valores de sua imagem e estrutura, unidos ao que o autor define como estratificação do edifício, o discernimento dos elementos úteis e recursos técnicos disponibilizados pelo objeto de restauro em si é determinante da ação, rejeitando ideologias e atitudes pré-concebidas, daí o questionamento que deve ser feito: o porquê da intervenção sobre este, antes mesmo da designação da maneira de fazê-lo, por isso a técnica e a competência estão essencialmente atadas ao conhecimento histórico (CARBONARA, 2000).

### PROPOSTA DE INTERVENÇÃO

As edificações construídas para a Usina Piloto Fernando Costa representam o crescimento da produção sucroalcooleira no município de Piracicaba, com aproximadamente 2.000m<sup>2</sup> de área construída, no estilo arquitetônico industrial “manchesteriano” em alvenaria de tijolos cerâmicos com aparelho inglês, possui uma chaminé de 48 metros de altura. Além de estarem localizadas em ponto estratégico, de fácil acesso e destaque devido ao fluxo gerado pela Rodovia Deputado Laercio Corte - SP 147, km 142, por onde pode-se acessar através de via não pavimentada.

Na área composta por três prédios, o prédio mais novo, cuja proposta denomina “Prédio Administrativo”, encontra-se em estado satisfatório por fora, porém, seu interior está em degradação. O “armazém” apresenta problemas de infiltração e suas esquadrias estão em mau estado de conservação. O denominado “prédio principal” está em ruínas e perdeu uma de suas seções, parte do prédio não chegou a receber esquadrias e sua cobertura é inexistente.



.....  
**FIGURA 1**  
Prédio Principal em ruínas.  
Autoria própria.



## IMPLANTAÇÃO

A proposta consiste na divisão dos espaços e acessos para circulação livre de pessoas. As ruas não pavimentadas e os espaços de estacionamento de carros receberão cascalhos para evitar impermeabilização do solo e asfalto. Os espaços de circulação de pedestres receberão também pisos em blocos ecológicos intertravados com juntas alargadas de três cores diferentes para composição de desenhos e haverá sistema de escoamento e reutilização de águas pluviais.

Como serviços preliminares, para sua implantação, serão feitas mínimas alterações na topografia do local, somente para facilitar o acesso da população e fornecedores, especificamente na entrada de serviços e estacionamento, mantendo o acesso principal, bem como a portaria já construída em alvenaria de tijolos. Quanto à vegetação, serão realocadas algumas árvores presentes na região dos canteiros e sementeiros, também as próximas à fachada que se volta para o Rio, para a área verde mais próxima, que receberá o nome: “Praça Fernando Costa”, com calçadas para caminhada e espaços de contemplação.

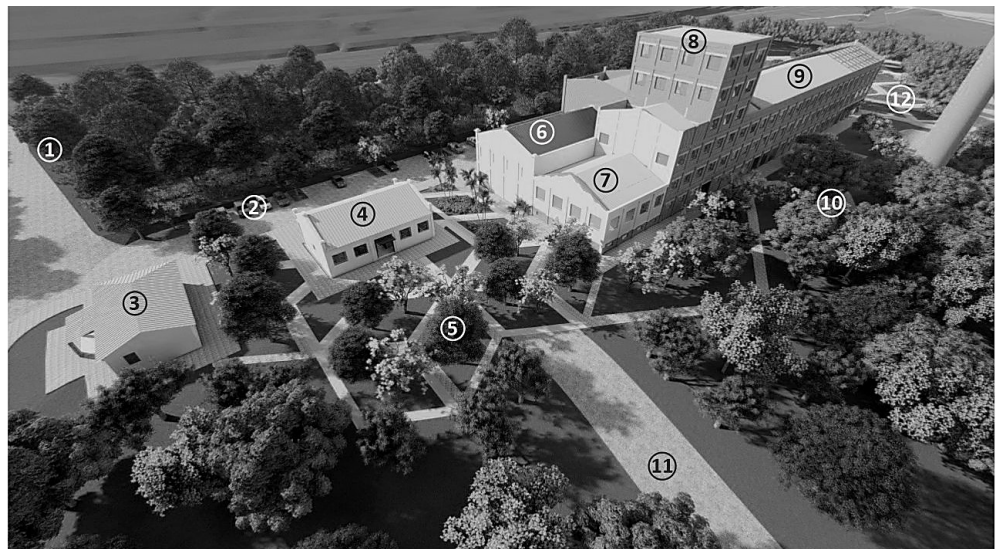


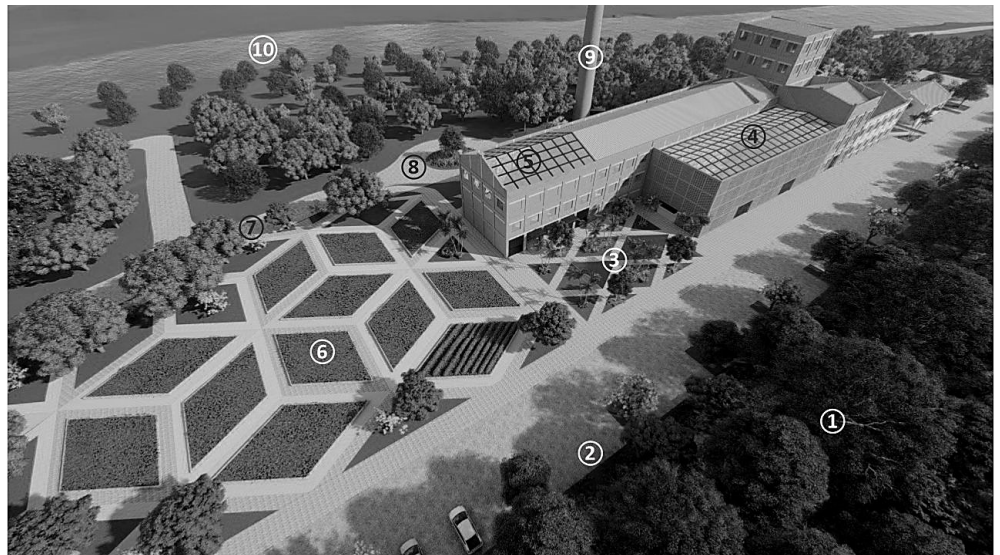
FIGURA 2

Implantação vista Sul.  
Autoria própria.

1	Acesso Principal - Rodovia	4	Armazém	7	Sala Multiuso	10	Espaço de Lazer Contemplativo
2	Estacionamento	5	Praça 'Fernando Costa'	8	Espaço Café	11	Acesso ao Rio Piracicaba
3	Administrativo	6	Auditório	9	Salas de aula e laboratórios	12	Canteiros e Sementeiros

Toda a implantação foi desenvolvida com base na produção artística de Maurits Cornelis Escher, artista gráfico holandês que faz uso da ilusão de ótica em suas xilogravuras e litografias, com desenhos em três dimensões.

A orientação solar foi determinante para o posicionamento dos canteiros e plantações de hortaliças específicas e o número de canteiros será deliberado segundo a técnica de rotação de culturas e a época de plantio de cada vegetal, selecionados os que mais utilizam de agrotóxicos no Brasil, segundo dados da Anvisa (2016). Posicionados ao Norte do terreno para maior recebimento de luz solar e elevados a 40 cm do chão, evitando contato direto com o solo contaminado para plantação orgânica. Seus formatos acompanharão a implantação assim como os passeios para circulação de pedestres no entorno, a Praça “Fernando Costa” e o espaço de lazer contemplativo, que permitirão a valorização da paisagem local juntamente com o acesso direto ao Rio Piracicaba.



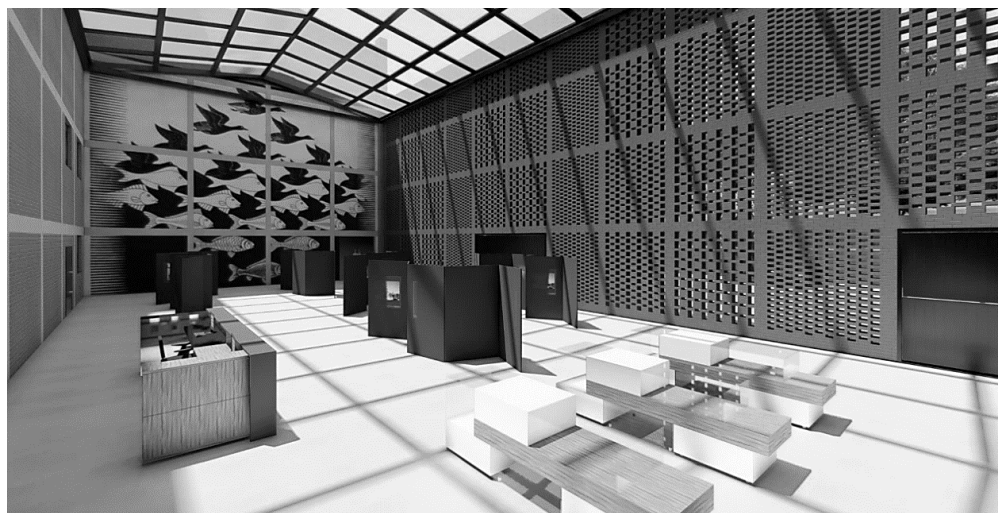
**FIGURA 3**  
Implantação vista Norte.  
Autoria própria.

1	Maciço Vegetal existente	4	Anexo Proposto	7	Acesso de Serviços	10	Rio Piracicaba
2	Estacionamento	5	Estufa interna	8	Área de Carga e Descarga		
3	Jardim contemplativo	6	Canteiros e Sementeiros	9	Chaminé		

### PRÉDIO DA ANTIGA USINA/ PRÉDIO PRINCIPAL

O prédio da antiga usina, ou Prédio Principal, abrigará os espaços para eventos e palestras, laboratórios, auditório, espaço café e salas de aula - toda estrutura necessária para o desenvolvimento e aplicação de técnicas para agricultura orgânica. O acesso ao seu interior se dá passando pelo Jardim Contemplativo com espelho d'água em formato de peixe, com Palmeiras e vegetação local.

O volume descaracterizado e inexistente será reconstituído para um hall de exposições construído com tijolos ecológicos fabricados a partir de resíduos gerados por construção civil em amarrações inspiradas no Terra Cotta Studio, instalação criada para artesanato e agricultura e localizado no distrito de Dien Ban - Vietnã, próximo ao rio Thu Bon. O interior deste volume também referenciará a produção de M.C. Escher, com desenho de peixes e aves, alusivo ao Rio Piracicaba e, ali ficará a entrada principal para o espaço de eventos. Fazendo uso da iluminação natural, o volume terá um teto de vidro com estrutura em aço usando como referência à intervenção feita pelo arquiteto Paulo Mendes da Rocha na Pinacoteca de São Paulo.

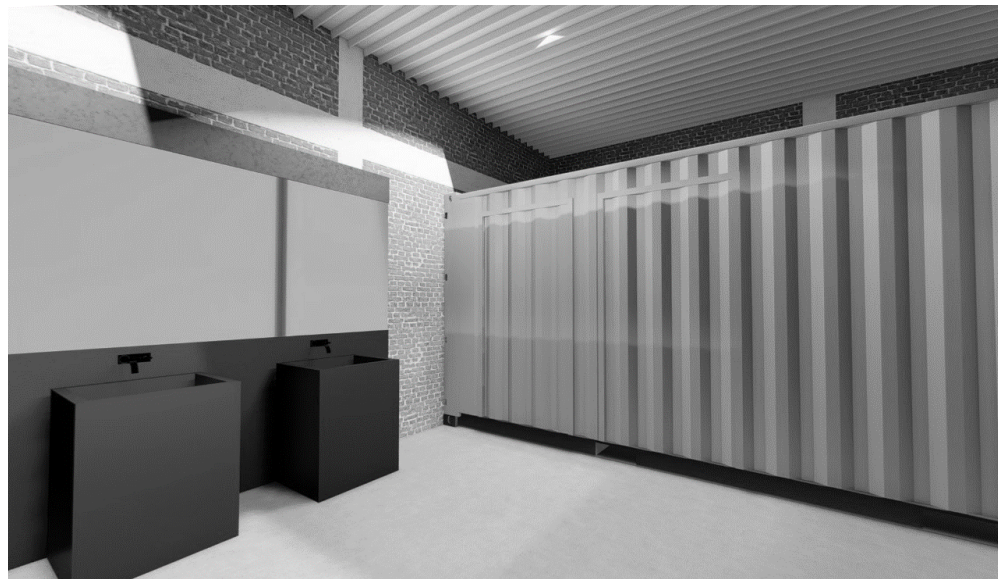


**FIGURA 4**  
Interior do anexo em alvenaria de blocos ecológicos.  
Autoria própria.



Também com acesso através do Jardim Contemplativo, a Estufa Interna abrigará canteiros para estudos de técnicas de cultivo orgânico, com cobertura de vidro e grandes portais já existentes, que serão fechados com portões basculantes, tornando-se coberturas para montagem de amostras abertas ao público.

Com dois pavimentos, o espaço de salas de aula e laboratórios receberá laje tipo Steel Deck e colunas metálicas independentes, sendo constituídos por containers moldados conforme o pé-direito e a necessidade de cada espaço, juntamente com os sanitários eco transportáveis. Toda complementação necessária ao prédio será confeccionada em metal, para distinguibilidade da intervenção, também alusiva ao trabalho de Paulo Mendes da Rocha na Pinacoteca de São Paulo.



.....  
**FIGURA 5**

Sanitários Eco transportáveis em Containers. Autoria própria.

A proposta de uma arquitetura sustentável visa integrar os espaços internos com a paisagem externa. Em substituição à cobertura antes existente, o prédio maior receberá uma estrutura metálica e grandes aberturas em vidro para iluminação zenital. Quanto à sua estrutura, os volumes faltantes das esquadrias e frontões serão complementados por tijolos ecológicos em amarração convencional, também para diferenciação gerada pela intervenção.

### **PRÉDIO DE ARMAZENAGEM/ ARMAZÉM**

O prédio de armazenagem, ou “Armazém”, terá sua cobertura degradada substituída por estrutura metálica e telhas termoacústicas de poliestireno e suas portas serão trocadas por esquadrias de PVC (Policloreto de Vinil) nas dimensões originais. Janelas basculantes serão restauradas nos mesmos materiais originais - vidro e metal.

Já composto por um barracão, um sanitário e duas salas menores delimitados por paredes em alvenaria, será destinado para organização de ferramentas e armazenagem de insumos a serem utilizados nos canteiros e sementeiros, de forma organizada e catalogada em gôndolas. As salas menores serão vestiários para uso dos funcionários e o sanitário existente será adaptado para torná-lo acessível.

## PRÉDIO ADMINISTRATIVO

O prédio administrativo, também com cobertura e ambientes delimitados por paredes em alvenaria, será utilizado para direção do Centro de Pesquisas, suas divisões internas serão mantidas e abrigarão uma recepção para visitantes, escritórios, copa para funcionários e sanitário acessível, bem como local para inscrições em eventos abertos ao público e arquivamento de documentação.

O primeiro prédio a ser visto ao entrar na área, terá sua cobertura degradada substituída por outra de estrutura metálica e telhas termoacústicas de pintura eletrostática branca, com a mesma inclinação da existente, assim como o “Armazém”. Suas janelas serão restauradas e mantidas e as portas em mau estado, substituídas por outras em PVC brancas. A abertura existente no Hall receberá esquadria de vidro com estrutura em metal.

Toda a pintura externa remeterá à cor original dos prédios e os pontos em que a alvenaria está aparente por conta da ação do tempo, serão mantidos dessa forma e receberão tratamento impermeabilizante.

## CONCLUSÃO

A proposta do Trabalho Final de Graduação do curso de Arquitetura e Urbanismo das Faculdades Integradas Einstein de Limeira-SP oferece uma contribuição para aplicação de conceitos sustentáveis na arquitetura, com a requalificação de um conjunto edificado, há muito tempo sem utilização adequada. Neste sentido, procurando a mínima intervenção, sua execução não geraria demanda significativa de resíduos sólidos prejudiciais ao meio ambiente, alinhada desta forma à proposta de pesquisas na área de agricultura orgânica, a qual também visa uma produção com o menor impacto prejudicial possível no meio ambiente.

Reintegrando o espaço existente com o campus da Esalq/USP e a população de toda a região de Piracicaba, não somente para trocas de conhecimento, mas também por meio dos espaços arborizados de lazer contemplativo, possibilitados pelo desenvolvimento da implantação que tomou como base a produção artística em ilusão de ótica em conjunto com os espaços e construções já existentes, com princípios baseados nos autores apresentados anteriormente: Cesare Brandi e Giovanni Carbonara, utilizando da construção existente e adaptando espaços ideais para cada uso, a exemplo do Auditório, Estufa Interna, Espaços de Armazenamento e Escritórios.

Com o mesmo objetivo de assistência aos produtores, a proposta de um Centro de Pesquisas para Agricultura Orgânica contribuiria para uma agricultura mais sustentável sem o uso de agrotóxicos que prejudicam a saúde e podem irromper doenças como câncer. Além de tornar os produtos livres de substâncias químicas mais acessíveis à população.

Neste sentido, pretende-se a requalificação das ruínas da antiga Usina Piloto ‘Fernando Costa’ para a implantação de um Centro de Pesquisas voltado à Agricultura Orgânica que preste assistência e ensino de técnicas à população por meio de técnicos especializados e estudantes da Universidade de São Paulo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Brandi, C. (1963). *Teoria del restauro* (L. Vlad Borrelli, J. Raspi Serra, G. Urbani ed.). Rome, Italy: Edizioni Di Storia e Letteratura.
- Cachioni, M. (2002) *Arquitetura Eclética na Cidade de Piracicaba*. Monography, SP: Pontifícia Universidade Católica de Campinas.
- Cachioni, M. (2013) *O papel pioneiro de Piracicaba na construção fabril na província de São Paulo*. Doctoral Thesis, SP: Universidade de São Paulo.
- Carbonara, G. (1996). *Cesare Brandi. Scritti di architettura* (Universale di architettura ed., Vol. 12). Rome, Italy: Testo & Immagine.
- Carbonara, G. (2000). *Critica, estetica, metodologia e conservazione: le tendenze attuali del restauro in architettura*. In *Secondo Supplemento della Enciclopedia Universale dell'Arte* (pp. 533–541). Novara, Italy: Francesco Modica.
- Cavalcante, L. M. (2016, August 6). Terra Cotta Studio/ Tropical Space. Retrieved May 17, 2019, from <https://www.archdaily.com.br/792742/terra-cotta-studio-tropical-space>
- Cunha, C. R. (2012, June). *Teoria e método no campo da restauração*. *Pós*, 19(31). Retrieved from <https://www.revistas.usp.br>
- Cunha, C. R. (2016). *Restauração e referenciais teóricos*. *Fórum Patrimônio*, Uberlândia, 0(0). Retrieved from <http://www.forumpatrimonio.com.br>
- Fracalossi, I. (2019, October 24). *Pinacoteca do Estado de São Paulo / Paulo Mendes da Rocha + Eduardo Colonelli + Weliton Ricoy Torres*. *ArchDaily Brasil*. Retrieved May 17, 2019, from <https://www.archdaily.com.br/787997/pinacoteca-do-estado-de-sao-paulo-paulo-mendes-da-rocha>
- Gerência-Geral de Toxicologia. (2016, November). *Relatório das análises de amostras monitoradas no período de 2013 a 2015*. Anvisa - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Retrieved from <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/agrotoxicos/programa-de-analise-de-residuos-em-alimentos/arquivos/3778json-file-1>
- Hobsbawn, E. J. (2011). *Da Revolução Industrial Inglesa ao Imperialismo* (6th ed.). São Paulo, Brazil: Forense Universitária.
- IHGP - Instituto Histórico e Geográfico de Piracicaba. (n.d.). *História de Piracicaba*. Retrieved March 3, 2019, from <https://www.ihgp.org.br/historia-de-piracicaba/>
- Kühl, B. M. (2010). *Patrimônio Industrial: algumas questões em aberto*. *Revista Eletrônica de Arquitetura e Urbanismo*, 3. Retrieved from <http://www.usjt.br>
- Machado, B. (2017, February 17). *Quem foi M. C. Escher?* Retrieved November 18, 2019, from <https://super.abril.com.br/mundo-estranho/quem-foi-m-c-escher/>
- Motta, S. R. F., & Aguilar, M. T. P. (2009, May). *Sustentabilidade e processos de projetos de edificações*. *Gestão & Tecnologia de Projetos*, 4(1). Retrieved from <https://www.revistas.usp.br>
- Ormond, J. G. P., Paula, S. R. L., Faveret Filho, P. S. C., & Rocha, L. T. M. (2002, March). *Agricultura orgânica: quando o passado é futuro*. Retrieved May 17, 2019, from <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/2479#:~:text=Apresenta%2Dse%20a%20agricultura%20org%C3%A2nica,alternativas%20para%20viabilizar%20a%20pequena>
- Rufinoni, M. R. (2009). *Preservação e Restauro Urbano: Teoria e prática de Intervenção em sítios industriais de interesse cultural*. Universidade de São Paulo - USP. Retrieved from <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16133/tde-11052010-171008/pt-br.php>
- Stracci, L. (2012, August 24). *Agrotóxicos e a Poluição das Águas*. Retrieved May 11, 2019,



from <https://www.ecodebate.com.br/2012/08/24/agrotoxicos-e-a-poluicao-das-aguas/>  
Szmrecsányi, T. (n.d.). Instituto do Açúcar e do Alcool (IAA). Retrieved March 30, 2019, from  
[http://www.fgv.br/cpdoc/acervo/dicionarios/verbete-tematico/instituto-do-acuar-e-do-  
alcool-iaa](http://www.fgv.br/cpdoc/acervo/dicionarios/verbete-tematico/instituto-do-acuar-e-do-alcool-iaa)

Universidade de São Paulo. (1954). Referente a montagem de uma Usina Piloto em  
Piracicaba (Process no 54.1.6953.1.3). Piracicaba, São Paulo - Brazil: Escola Superior  
Agrícola “Luiz de Queiroz.”

Universidade de São Paulo. (2010). Estudo para requalificação do Edifício da Usina Piloto de  
Piracicaba, para sua utilização em apoio de Simpósios/Encontros, em especial abrigar o  
futuro Instituto Avançado do Agronegócio da Coordenação do Campus “Luiz de Queiroz”  
(Process no 2010.1.667.82.1). Piracicaba, São Paulo - Brazil: Escola Superior Agrícola  
“Luiz de Queiroz.”

Universidade de São Paulo, & Lima, P. U. A. (1955). Álbum de fotografias da construção do  
prédio para Usina Piloto de Açúcar e Alcool [Photography]. In Museu “Luiz de Queiroz.”

Zambrano, L. M. A. (2008). Integração dos Princípios da Sustentabilidade ao Projeto de  
Arquitetura. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro.

# NOVOS PARADIGMAS NO ENSINO DA ARQUITETURA: OS DISPOSITIVOS E A COLAGEM APLICADOS NO PROCESSO DE PROJETO

**BERNARDO, Raony Rodrigues**

Centro Universitário 7 de Setembro, Brasil  
raony1999@hotmail.com

**MELO, Jesiely Ferreira**

Centro Universitário 7 de Setembro, Brasil  
jesiely.melo@gmail.com

## RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo principal compartilhar a experiência dos autores diante da metodologia sobre o processo de projeto em arquitetura, este aplicado no workshop “Edifício Urbano”, evidenciando o potencial adaptativo de tais métodos diante da diversidade de cenários de crise. O desenvolvimento foi fruto da participação na segunda edição do Ateliê Sem Fronteiras (ASF) – um curso de extensão do Departamento de Arquitetura e Urbanismo e Design da Universidade Federal do Ceará (DAUD-UFC), realizado entre 13 e 17 de janeiro de 2020. Desde a primeira edição, o ASF visa promover discussões e intercâmbios culturais e de aprendizado acerca do projeto arquitetônico, com arquitetos e professores convidados de instituições da América Latina. A organização se deu pelo professor Bruno Braga e a condução pelo professor convidado Diego Aníbal Portas, da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), por meio da aplicação de sua pesquisa sobre o “infraestrutural ampliado”, tendo como finalidade a utilização de diagramas abstratos e a prática da colagem dentro do processo de projeto para a criação de um “edifício urbano”. Toda a prática também foi fundamentada em uma bibliografia base, a qual serviu de suporte para as decisões projetuais. Como resultado, explicitamos nosso processo no papel de participantes e como a experiência prática resultou em uma maturidade de análise intencional, indo além do simbólico e visual, resgatando o sentido mais essencial do projeto de arquitetura.

## PALAVRAS CHAVE

Arquitetura; Infraestrutural; Metodologia; Diagrama; Colagem.

## INTRODUÇÃO

O Ateliê Sem Fronteiras é um curso de extensão do Departamento de Arquitetura e Urbanismo e Design da Universidade Federal do Ceará (DAUD-UFC), organizado pelo professor e arquiteto Bruno Braga, que visa promover discussões e intercâmbios culturais e de aprendizado acerca do projeto arquitetônico, contando com arquitetos e

professores convidados de instituições da América Latina. Durante cinco dias, no turno da manhã e da tarde, ocorreu a programação preestabelecida. Já em dias estímulos, no turno da noite, aconteceram palestras oferecidas pelo professor convidado ao público externo e aos participantes do workshop.

Este artigo trata de expor e analisar o referencial teórico e a metodologia empregada, através do relato de experiência dos autores como participantes da segunda edição do curso no Workshop “Edifício Urbano”, realizado entre 13 e 17 de janeiro de 2020, ministrado pelo professor convidado Diego Aníbal Portas, da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), sobre o “infraestrutural ampliado”, por meio da aplicação de sua pesquisa através da utilização de diagramas abstratos e a prática da colagem dentro do processo de projeto.

Inicialmente, o professor convidado apresentou um suporte bibliográfico para fundamentar a experiência, sua pesquisa de doutorado (BUENOS AIRES - RIO DE JANEIRO - O infraestrutural e uma experiência em duas escolas de arquitetura) foi a principal base teórica, tanto para o workshop, como para este artigo. Foi utilizado também o texto de Stan Allen (1996/2013), contido no livro “O campo ampliado da arquitetura: Antologia teórica”, do qual abordamos o conceito de “condições de campo”. Faremos uma breve introdução teórica sobre os conceitos e ideias, até que se chegue ao objeto fundamental da proposta: a aplicação prática de uma metodologia adaptativa, elucidativa e adequada às distintas situações e contextos dentro do processo de projeto de arquitetura, a partir da visão discente.

## **A TRANSCENDÊNCIA DO ENSINO DE ARQUITETURA E O INFRAESTRUTURAL**

De acordo com Lassance e Engel (2016), as instituições acadêmicas possuem uma estrutura tradicional e apresentam pouca motivação na implantação de novos métodos de ensino ou configurações curriculares fora do padrão do curso. Essa atitude inibe o diálogo interdisciplinar entre os campos de conteúdos no ensino de projeto e a falta de inovação do ensino de arquitetura é refletida no campo profissional. Fazemos o seguinte questionamento: em um cenário de crise pandêmica, como o atual, os modos tradicionais de processo de projeto na arquitetura são eficientes para solucionar questões emergenciais e inéditas? Neste tipo de contexto, é imprescindível a aplicação de metodologias inovadoras, que se adaptam de acordo com as situações, que permitam a diversidade imaginativa dentro das etapas de projeto e que sejam fundamentadas em valores, os quais orientam a ação e a crítica, afinal, a desconstrução parte de uma estratégia de mudanças de hábitos e formas de pensar e faz parte de um processo, não de um sistema ou de um método específico (Sobreira, Guimarães & Siebel, 2016).

A metodologia apresentada tem como agenda todas essas premissas, as quais serão refletidas nas ações e decisões da esfera prática. Para a eficiência desse sistema de valores (agenda) é necessário o suporte de instrumentos que envolvam métodos de projeto, tipos de representações e referências no campo arquitetônico (Lassance & Engel, 2016). É o diálogo e os modos de processo que possibilitam a consistência de uma agenda, não somente seus tópicos e títulos. A proposta metodológica de ensino e prática sobre esse modo de fazer arquitetura prova sua capa-

cidade adaptativa em contextos diversos, sua eficiência conceitual e sua adequação em cenários de crise.

A relação entre o físico e o relacional é o principal pilar que rege a ideia desta metodologia, pois parte de diferentes interpretações acerca do que é infraestrutura, indo além do físico e fazendo parte também do sistêmico e do organizacional. Portas (2019) apresenta que a noção de infraestrutura está ligada com aquilo que permite o funcionamento de algo e no campo da arquitetura também se apresenta em um sentido mais físico. Já o dicionário informa que infraestrutura é “aquilo que garante a existência de determinado grupo, instituição, organização, etc.” (Dicionário Priberam da Língua Portuguesa, nd). Portanto, há um sentido bem mais amplo sobre essa definição e é nessa perspectiva que surge o conceito do “infraestrutural ampliado”, no qual se apresenta como um conjunto de três suportes (Portas, 2019, p. 11):

1. Suportes físicos: Infraestrutura como um conjunto de sistemas que permitem o funcionamento urbano;

2. Suportes de alternância física e relacional: Infraestrutura como aspecto intermediário, no qual interessam os elementos e as relações, ou seja, são incluídas as dinamicidades das relações as quais um determinado suporte físico seja capaz de amparar e, portanto, há este vínculo entre o físico e o relacional;

3. Suportes relacionais: Infraestrutura onde toda e qualquer condição material é descartada e o imaterial faz-se de objeto de estudo. Entende-se infraestrutura como o conjunto de dinâmicas que acontecem em uma dimensão relacional e não física.

Há destaque para algumas ferramentas práticas para a aplicação da metodologia com os alunos, sendo elas: as referências projetuais, as maquetes físicas, os dispositivos, as colagens e os diagramas abstratos. Essas, foram empregadas durante o workshop realizado pelo ASF, onde a arquitetura é entendida como suporte e cenário da própria vida e não possui estritamente uma noção projetual (Portas, 2020). Trataremos do compartilhamento de nossa experiência, visto que nos tornamos atores da ação, colocando em prática o conceito do “infraestrutural ampliado”, repassado por Portas (2019).

## EXPERIÊNCIA METODOLÓGICA

O desenvolvimento prático da metodologia, decorrido em cinco dias de workshop, teve seu início na aula de abertura introdutória ao tema e ao que seria colocado em prática pelos alunos do ateliê. Foi apresentada a proposta que fundamentou toda a experimentação e o cronograma. A rotina de apresentações diárias dos produtos e de novos encaminhamentos dos trabalhos possibilitou exercermos habilidades e características necessárias para o trabalho conjunto, como: gestão e respeito de tempo estipulado, proatividade e comunicação para assimilar as informações, refinamento e construção do produto esperado – embora não fossem o objetivo principal do workshop, esses exercícios surgiram naturalmente como resultado da própria prática.

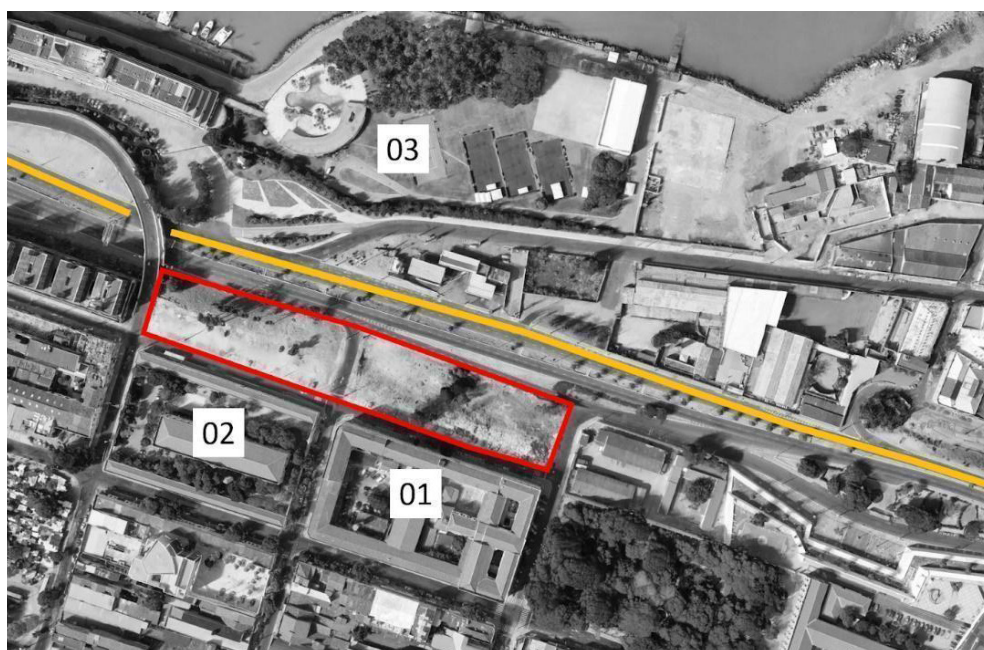
No primeiro dia, dividiu-se a turma em grupos de 3 ou 4 participantes, nos sendo recomendado a diversidade para que todos pudessem trabalhar com novas pessoas, pois havia estudantes de diferentes instituições acadêmicas e por meio das distintas experiências individuais a prática se tornaria ainda mais rica. Nosso grupo foi for-

mado por três integrantes da mesma universidade e uma outra distinta.

As instruções, que chamaremos de regras internas, eram limites para nos nortear no processo de aprendizado da metodologia. Inicialmente fomos condicionados a escolher dois ou, em exceção, no máximo três projetos, dentro de uma seleção de referências arquitetônicas trazidas pelo próprio professor convidado, assim extrairíamos nossas percepções dos projetos. A ideia era ir além da imagem e do símbolo, buscando as essências conceituais e materiais e aproveitando esses recortes no nosso próprio processo. Contudo, a intenção de se aprofundar na análise de referências ainda estava contida e tímida devido ao novo ambiente e ao modo de perceber a arquitetura que estávamos acostumados.

Inicialmente, escolhemos duas obras: os Três Hospitais em Corrientes, Argentina, do arquiteto Amancio Williams e a Casa S em Okayama, Japão, do escritório SANAA. A Casa S, por conta da simplicidade estética e formal e pela arquitetura formada por uma combinação de elementos tanto contemporâneos, como orientais e tradicionais japoneses. A escolha dos Três Hospitais se deu pelo fato da inovação formal do projeto sobre a programática hospitalar, produzindo um ambiente aberto, livre e de riqueza espacial nítida, graças à estrutura que ampara o edifício.

Após o processo de pesquisa e análise das referências, nos foram denotados três terrenos da cidade de Fortaleza, dos quais apenas um foi escolhido. Este terreno (em vermelho, figura 1), fica entre o conjunto arquitetônico compreendido pelo Hospital Santa Casa da Misericórdia (01), juntamente com o Centro de Turismo do Ceará (02), localizados no bairro Centro, e o Marina Park Hotel (03), no bairro Moura Brasil. É de topografia acentuada, cortado por uma rua e faz frente a uma importante avenida da cidade, a Avenida Presidente Castelo Branco (em amarelo):



**FIGURA 1**

Terreno escolhido para a inserção do edifício urbano. Fonte: Autores, com base do Google Earth, n.d.

Ao iniciarmos definimos que o lugar escolhido deveria ser adequado para a implantação do projeto desenvolvido pelo grupo. O local onde o campo físico, no qual as manifestações e as dinâmicas de relações aconteceriam oferecia condições especí-



ficas, cabendo a nós, como autores e atores, intervir de maneira formal e relacional nos mesmos. As características naturais e as potencialidades espaciais observadas no terreno eram bastante claras: a topografia acentuada que permitiria a comunicação física e visual em dois níveis diferentes, a proximidade do elemento natural – o mar – e a relevância local, identificada por um aspecto muito mais de transição do que de permanência.

O desafio proposto pelo próprio espaço de transformar o caráter passivo daquele terreno em um caráter de identidade mais forte, concreta e mais intrínseca ao meio em que se encontra e a análise inicial das referências, nos permitiu compreender que a construção é muito mais coletiva do que individual. Coletiva no sentido do grupo formado, mas também no sentido da aprendizagem entre equipes, nas apresentações em grupos onde compartilhamos nossos produtos, e, também ao analisarmos junto ao professor convidado e professores assistentes, aquilo que era extraído pelos colegas. Fomos instruídos a fazer os chamados “assaltos”, ou seja, nos apropriar dos conceitos e percepções de outros grupos durante as apresentações, tudo partindo da mesma ideia de realizar os recortes e transpor elementos por meio da colagem. Dessa maneira, finalizamos o primeiro dia de workshop e, a partir de então, a prática de projeto se torna mais vívida nos dias que virão.

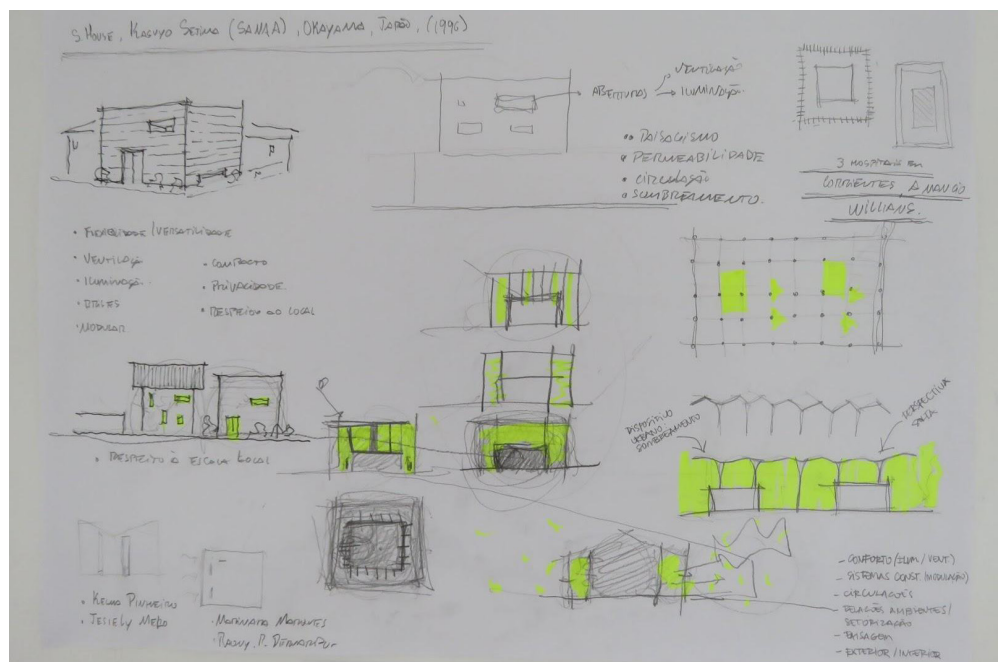
### **APLICAÇÃO PRÁTICA DOS INSTRUMENTOS E DISPOSITIVOS**

No início do segundo dia, utilizamos as referências destacadas e o lugar escolhido para continuar a prática, a qual consistia em extrair algum elemento conceitual ou físico, nomeados por Portas (2020) como “dispositivos”, que identificasse a essência daquele projeto. Esse dispositivo, poderia estar na estrutura, na organização formal, em algum aspecto físico, ou até mesmo na própria ideia subjetiva da obra. Foram necessários instrumentos que amparassem essa extração, como: a colagem, a utilização de diagramas conceituais e as maquetes. Percebemos nossa dificuldade e de alguns colegas em sintetizar e isolar as informações, de tal forma que repetimos o exercício de representação do desenho diversas vezes até chegar em um ponto mais sintético e abstrato. A abstração, diante de tanta informação e da necessidade de preenchimento, nos mostrou a possibilidade de criar com menos e ainda assim, gerar muito mais. Em contrapartida, como afirma Montaner (2017), é necessário compreender que há riscos no excesso de abstração produzido nos diagramas, pois estes não podem ser desvinculados da realidade e entregues a uma rasa arbitrariedade formal, dado que o intuito não é produzir uma arquitetura baseada no formalismo ou na iconicidade.

Os diagramas abstratos davam “importância às partes que compõem o todo e às relações entre elas, sintetizando o reconhecimento do valor do relacional em oposição à cultura predominante, centrada no objeto em si” (Portas, 2019, p.43). Entendemos aqui o que Portas (2019) discutiria, que ao trabalharmos com os diagramas, evitamos as análises e observações dos projetos de forma superficial, pois eles atuam de maneira profunda por meio da abstração em oposição aos aspectos que são ponderados de maneira instantânea. Para Castro (2013), em uma sociedade onde forma e aparência são cada vez mais valorizadas, os diagramas se tornam ferramentas capazes de alcançar além da leviandade icônica, são utilizados não como forma,

mas como ideias, gerando inúmeras condições, antes não percebidas (Galofaro & Eisenman, 1999). Nesse sentido, avistamos aquilo que afirma Allen (1996/2013, p.93), que “a forma importa, mas não tanto a forma das coisas, e sim, a forma entre as coisas”.

No fim deste dia, iniciamos nossos aprofundamentos no primeiro projeto, da Casa S. O dispositivo da intimidade, observado por nós, era a relação da obra com a luz natural, mas para representá-lo foi preciso exceder as regras. Uma delas seria a utilização apenas do papel e uma cor na representação gráfica dos elementos. Utilizamos além da cor preta, a cor amarela destacando a luminosidade (figura 2). Já no segundo projeto, dos Três Hospitais, identificamos o dispositivo da padronização e racionalização construtiva, composta pela distribuição dos pilares (figura 2).



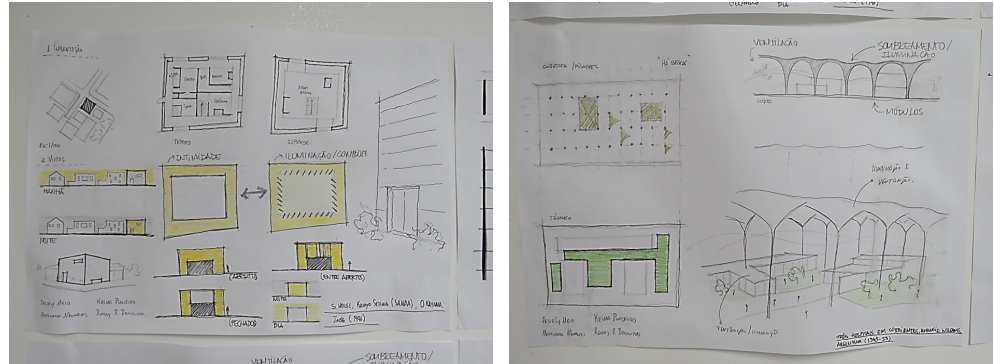
**FIGURA 2**  
Desenvolvimento dos desenhos sintéticos dos projetos no segundo dia de workshop.  
Fonte: Arquivo pessoal

## SÍNTESE, APROFUNDAMENTO E DESENVOLVIMENTO DIAGRAMÁTICO

No terceiro dia sintetizamos os desenhos produzidos para aplicar as colagens na área de intervenção escolhida. Foi então que ensaiamos e observamos como a colagem era maleável ainda na sua essência. Graças aos diagramas percebemos a cor, novamente, como um forte instrumento de representatividade do dispositivo. Chegamos ao consenso de utilizar o terceiro projeto, resultado da prática do “assalto” durante as apresentações anteriores. O museu Neue Staatsgalerie, em Stuttgart, do arquiteto James Stirling, elabora um rico contraste entre o tradicional e o moderno por meio de seus elementos físicos, além de apresentar uma riqueza espacial evidenciada em seu átrio atrelada a passarela de transição entre os ambientes. Para o museu, não produzimos de imediato um diagrama, já que havíamos compreendido o dispositivo da obra destacado pelo outro grupo, este, presente no elemento de passagem, conformado pela forma da edificação e seu exterior e interior. Da Casa S (figura 3), extraímos sensações e múltiplas percepções do espaço a partir do controle do dispositivo, que ora poderia gerar intimidade com os brises fechados, ora exterioridade, quando semiabertos ou totalmente abertos. Além do controle interno,

a casa também dialoga em dois contextos: do dia, em que a luminosidade adentra à sua “caixa”; e da noite, em que a casa reflete a luz artificial do interior para o exterior através de seu envoltório translúcido.

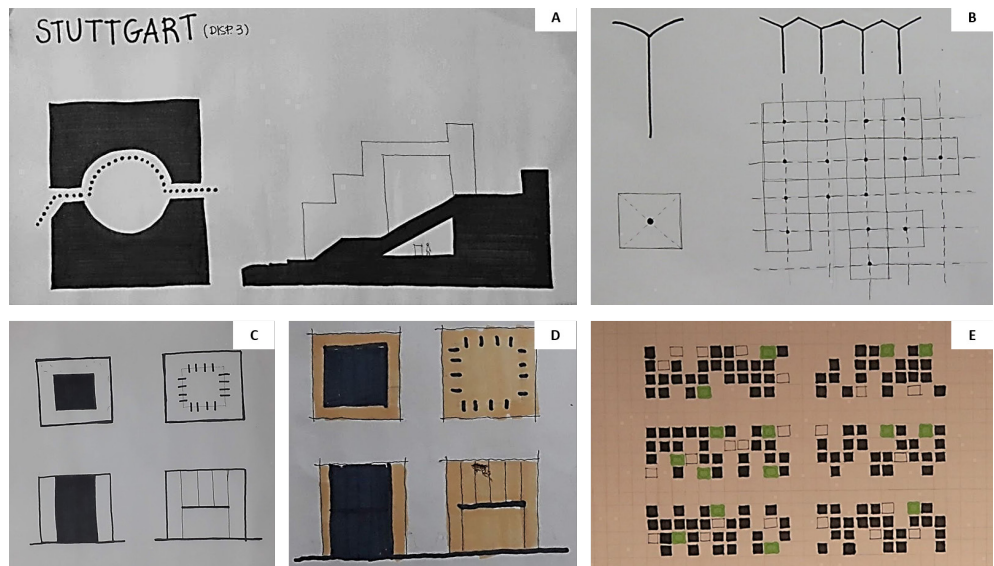
Do projeto dos Três Hospitais (figura 3), extraímos em outro plano mais um dispositivo de controle, agora espacial, que dita regras no espaço físico pela própria malha de pilares da cobertura. Essas, ao invés de restringirem a padronização resultava na diversidade de possibilidades na composição organizacional do projeto.



**FIGURA 3**  
Desenvolvimento dos desenhos sintéticos dos projetos no terceiro dia de workshop: à esquerda, a Casa S e, à direita, os Três Hospitais.  
Fonte: Arquivo pessoal

No princípio, ainda nos desvinculando da visão tradicional de ver arquitetura, eram de grande destaque os ricos momentos de trocas em que os produtos eram apresentados e comentados coletivamente. Após a análise crítica do professor nas discussões e nas exposições foi possível formular ideias mais claras e abstratas dos dispositivos.

No quarto dia, dedicado à revisão e desenvolvimento diagramático do edifício urbano, passamos pelo procedimento de síntese dos produtos e chegamos em diagramas objetivos dos dispositivos encontrados.



**FIGURA 4**  
Desenvolvimento dos desenhos sintéticos dos projetos no quarto dia de workshop.  
Fonte: Arquivo pessoal

No dispositivo 1, observado no projeto de Stuttgart (figura 4A), o volume fechado representa a edificação em planta e corte, já o percurso entre a edificação foi representado por pontos. Dessa maneira, separava-se o que era concreto e físico (a construção) do que era imaterial e abstrato (o uso do espaço, o relacional). Este percurso,

gerador da relação entre matéria e abstração, se dá pela passarela que cruza todo o átrio do museu. O indivíduo transita entre as edificações e passa no átrio central, pelo elemento físico e arquitetural – a passarela, que atua como suporte físico – “infraestrutura dura” (Portas, 2019, p.15) – para o amparo e funcionamento do relacional, representado pela própria transição entre os espaços.

No dispositivo 2, encontrado no projeto da Casa S (figura 4C/D), a caixa que envolve o espaço do edifício, em determinadas situações, se abre para o exterior ou se fecha para o seu interior, de maneira que ocorre em dois planos, o superior e o frontal ou lateral. Os diagramas elaborados se dividem em um utilizando a cor preta (figura 4C) e outro com a cor preta e a cor amarela (figura 4D), representando o próprio dispositivo, a luz.

No dispositivo 3, analisado no projeto dos Três Hospitais (figura 4B/E), se chegou ao nível de abstração mais alto, conduzindo espacialmente e volumetricamente as decisões de implantação do edifício urbano. Entendemos a cobertura como regra, um código que poderia se replicar de diferentes maneiras, por isso representamos essa padronização na malha quadriculada, demonstrando que um único módulo resultaria em suas variações dentro do espaço.

O projeto como resultado da prática

Desde a concepção do projeto, trabalhamos com todos os diagramas criados de maneira conjunta. Ao mesmo tempo, a prática da busca de adaptação ao terreno foi constante, onde nos aproveitamos da diferença topográfica do espaço. A primeira questão a ser solucionada seria a composição e organização estrutural distribuída pelo terreno. Logo, o dispositivo retirado da obra dos Três Hospitais (figura 4B/E), foi o primeiro elemento a que recorremos. A partir do momento em que trabalhamos este dispositivo no terreno, percebemos que os outros dois (intimidade e passagem) se encaixavam na proposta.

No quinto e último dia, condensamos os três dispositivos através das colagens, em planta e fachada para aproveitar todos em sua essência e, nesse momento, nos parecia bem mais fluido e lícido todo o percurso. No dia anterior havíamos desenvolvido a primeira solução, com a inserção do dispositivo da racionalização estrutural, através de uma malha quadrangular de pilares que nos permitiu variedade e liberdade. Pensamos numa grande plataforma que se estenderia sobre a estrutura de pilares, funcionando como uma vasta laje, abrigando unidades residenciais da programática (macro) da proposta: um conjunto de residências de baixo custo. Essas unidades estariam distribuídas em três andares: um abaixo do nível da rua e dois acima, aproveitando a topografia acidentada (figura 5B).

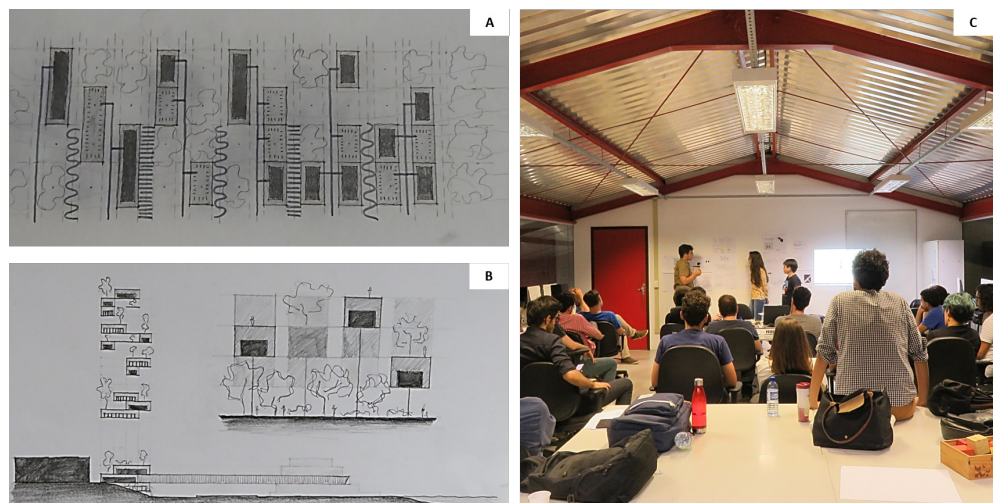
A proposta da grande laje nos permitiu ir além do terreno, criando uma passarela com acesso direto à praia (figura 5B). O dispositivo da passagem, identificado no Museu de Neue Staatsgalerie (figura 4A), se inseriu assim no projeto. Com a passarela, foi fabricado um suporte físico para o relacional e suas dinamicidades, além de produzir um espaço que transita do urbano ao natural.

Para elaborar as unidades residenciais, fundamentadas na lógica da Casa S (figura 4C/D), cada unidade seria constituída por duas “cascas” de fechamento, formadas por brises, os quais controlariam a intimidade da casa e, conseqüentemente, o caráter do espaço, ora íntimo e introspectivo, ora aberto e efusivo. Na produção do



diagrama em códigos (figura 5A), as unidades residenciais formavam grupos, de um, dois ou três módulos, os quais seguiam a malha estrutural já estabelecida. Além disso, pensamos esse grau de intimidade das unidades ao desenhá-las, representando com cinza claro (menos intimidade) uma unidade mais aberta e com cinza escuro (mais intimidade) uma residência introspectiva. É importante expor que quem determina o caráter das unidades é o morador, ou seja, o envoltório da propriedade é mutável.

Com todos os dispositivos estudados e inseridos na proposta do edifício urbano, outros códigos de representação acabaram surgindo, por exemplo, a criação de hierarquias de circulação. O traço reto significava um trajeto natural e horizontal de acesso a cada unidade modular, já o traço ondulado representava um trajeto vertical de circulação, onde os usuários teriam acesso aos três pavimentos que constituem o projeto (figura 5A).



#### FIGURA 5

Diagramas finais do edifício urbano, representando em vista superior os códigos de intimidade, circulação e distribuição das unidades (A), juntamente com a diversidade de fachadas e um corte longitudinal por todo o projeto (B). À direita, a apresentação das equipes no último dia de workshop (C).  
Fonte: Arquivo pessoal.

A ideia da passarela como desenho final demonstra as unidades residenciais e sua conexão com o espaço e seu contexto, com ligação direta à praia (figura 5B), bem como, um conjunto de possibilidades organizativas, remetendo às qualidades geradas pela racionalização estrutural. Um último corte demonstra as unidades distribuídas em seus três níveis, dando ênfase às consequências dessa distribuição: a criação de jardins nos vazios e entre as unidades, validando o conceito de que aquilo que há entre as formas é tão importante quanto as próprias formas.

Ao final, o edifício urbano recebeu o nome de “Casulo”, baseado no caráter de metamorfose expressado pelo projeto e pela figura da envoltória que cobre a edificação, onde a sensação e a intenção do espaço se transforma, ou seja, o próprio campo, além da forma, também demonstra característica de mutação. O que é formal e subjetivo nesse espaço tem o mesmo grau de complexidade que nunca é o mesmo, sendo as relações que esse campo produz e ampara a condição essencial da sua própria existência.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Percebemos, ao longo de todo o exercício de análise e extração dos dispositivos de projeto, a importância de nosso aprendizado sobre o significado da essência intencional na arquitetura, ao mesmo tempo que executamos a prática da colagem ao



inserir esses dispositivos na criação do edifício urbano. Também foi imprescindível compreendermos que uma arquitetura fundamentada em interpretar consubstancialmente referências já existentes, à nível de concepção, é capaz de atingir grande qualidade projetual, principalmente do ponto de vista metodológico, isso pela característica de replicabilidade de um dispositivo, em diferentes contextos e de distintas maneiras e escalas.

É essa eficiência e esse caráter adaptativo, experimentado ao longo dos cinco dias de workshop, que revelam o objetivo alcançado da metodologia para o ensino e a prática da arquitetura, à nível acadêmico e profissional. Essa forma de interpretar o processo arquitetônico não se limita ao superficial ou icônico, mas do que a arquitetura tem de primordial, sua essência, traduzida pelos diagramas, os quais são fundamentais para a projeção de um futuro, respondendo questões de cunho cultural, social e ambiental. Este futuro demanda ferramentas de projeto lúcidas e mutáveis (Montaner, 2017).

Quando tal exercício acontece, dentro de uma universidade, protagonizado por estudantes e aliado a reflexões e críticas à velhos modelos metodológicos dentro do processo de projeto, são oportunizadas novas formas de ver arquitetura. Dá-se início a construção de uma nova geração de profissionais capazes de perceber e entender não somente as problemáticas da arquitetura em diferentes condições e contextos, mas também os percursos que levam às soluções.

Findamos assim nossas considerações acerca de uma experiência real e necessária para superar condições pré-estabelecidas e estereotipadas antes por nós e, assim, experimentar novos paradigmas sobre o ensino e a prática no campo da arquitetura sempre buscando uma relação equilibrada, integrada e sustentável entre o meio e o ser humano.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allen, S. (2013). *Condições de Campo. O campo ampliado da arquitetura: Antologia teórica, 1993-2009*. Cosac Naify, pp. 91-103. (Texto original publicado em 1996).
- Castro, B. D. S. A. (2013). *O diagrama como mecanismo de confronto*. [Tese Mestrado, Universidade do Minho]. Escola de Arquitectura, UMinho.
- Dicionário Priberam da Língua Portuguesa. (DPLP). *Infraestrutura*. Em Dicionário Priberam da Língua Portuguesa. Recuperado em 3 de maio, 2020, em <https://dicionario.priberam.org/infraestrutura>
- Galafaro, L., & Eisenman, P. (1999). *Digital Eisenman: An office of the electronic era*. Basel, Birkhauser-Publishers for Architecture.
- Google. (n.d.). [Terreno escolhido para a inserção do edifício urbano]. Disponível em 3 de maio de 2021, de <https://goo.gl/maps/McycPE66xEaFHwPh8>
- Lassance, G., & Engel, P. (2016). Da composição de agendas no ensino de projeto. In: Cabral, C. C., Comas, C. E. D. (Org.). *Anais do IV Enanparq, Propar UFRGS* (pp. 1-14).
- Montaner, J. M. (2017). *Do diagrama às experiências, rumo a uma arquitetura de ação*. Gustavo Gili.
- Portas, D. A. (2019). *Buenos Aires – Rio de Janeiro: O infraestrutural e uma experiência em duas escolas de arquitetura*. [Tese Doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro].

Teses e Dissertações ProArq FAU UFRJ.

<http://www.proarq.fau.ufrj.br/teses-e-dissertacoes/1945/buenos-aires-rio-de-janeiro-o-infraestrutural-e-uma-experiencia-em-duas-escolas-de-arquitetura>

Portas, D. A. (2020, 13-17 de janeiro). Workshop Edifício Urbano [Resumo da apresentação do programa]. Segunda edição do Ateliê sem Fronteiras. Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, Brasil.

Sobreira, F., Guimarães, A. & Siebel, A. (2016). Diagramas Arquitetônicos e Estratégias Projetuais: reflexões sobre composição e retórica. *Revista Projetar, Projeto e Percepção do Ambiente*, v.1, n.2 (pp. 112-125).

# IMPACTS OF CONSTRUCTION QUALITY DEFECTS IN JORDAN ON HUMAN THERMAL COMFORT

## **NAHAR, Sanad**

CIAUD, Research Centre for Architecture, Urbanism and Design, Lisbon School of Architecture, Universidade de Lisboa, Rua Sá Nogueira, Polo Universitário do Alto da Ajuda, 1349-063 Lisboa, Portugal;  
[sanadalnaha1@gmail.com](mailto:sanadalnaha1@gmail.com), [Sanadnaha@edu.ulisboa.pt](mailto:Sanadnaha@edu.ulisboa.pt), ORCID 0000-0002-8465-2625

## **ALMEIDA, Paulo Pereira**

FAUL, Faculty of Architecture of the University of Lisbon, Universidade de Lisboa, Rua Sá Nogueira, Polo Universitário do Alto da Ajuda, 1349-063 Lisboa, Portugal;  
[palmeida1@campus.ul.pt](mailto:palmeida1@campus.ul.pt), [ppaarq@gmail.com](mailto:ppaarq@gmail.com), ORCID 0000-0001-5649-0246

## **MENDES, Pedro Martins**

[pedromendes@fa.ulisboa.pt](mailto:pedromendes@fa.ulisboa.pt)

## **ABSTRACT**

The quality of construction projects in Jordan has witnessed defects that reflect on the building performance. A high level of user's comfort as well as meeting their expectations are the main goals of the construction project. Construction quality has a crucial role in attaining these goals. Several attributes of the building performance concern the comfort and the safety of the users, mainly the thermal comfort challenges that buildings especially of large-scale in the city of Amman are lacking in response. Thermal quality defects in construction can be the result of not complying with the building codes of practice, which, in turn, affects the occupant's health as well as environmental air quality and building energy performance. This paper aims at quantifying specific types of construction quality defects that are related to thermal comfort attribute that mainly impact the comfort of the end-user in large-construction projects in Jordan and clarify the relationship between them. The exploration for data in the paper is collected from previous researches, such as relevant scientific articles published in indexed journals, and thesis, in addition to the post-evaluation reports of previous construction projects in Jordan that explain the effects of the construction quality on providing the needs of the end-users. Regular performance evaluation, and understanding the needs and expectations of the user can enhance the building performance, and avoid energy losses that could be aggravated with the future conditions created by the climatic crisis. Thermal comfort quality challenges can be tackled by considering their effect beforehand.

## **KEYWORDS**

Construction quality; Jordan; Thermal comfort; Building performance; End-users

## **INTRODUCTION**

Construction is the world's largest energy consumption sector. 40% of the total energy consumption of energy and carbon emissions sources are accounted for buildings (Aïssani et al., 2016). Quality of construction includes not only the use of

material goods but also the application of adequate methods and the completion of projects to the predefined standards. This process affects the building performance, and it can also fulfill the user's needs in terms of comfort and expectations. There is an intrinsic relationship between the quality and the perception of the user, answering the user's expectation is an important objective of the construction project particularly large-scale (Alencastrode et al., 2018). Attaining higher construction quality in buildings has a direct positive impact on the comfort of the user, which can be achieved through delivering on the essential services trying to exceed their expectations.

Construction projects are implemented and managed based on specifications and standards that are set by governments, experts, and professionals who have enough knowledge of the user's requirements and expectations (Mier et al., 2009). Quality standards and building codes are established based on providing comfort for the users. Guaranteeing the welfare and comfort of the users is the reason for establishing quality standards and building codes in construction, although sometimes they do not conform to the changing needs of the users (Gopikrishnan & Topkar, 2017). Regular performance evaluation, and understanding the expectation of the users can enhance the building performance (Ibem et al., 2013).

The quality of construction in Amman can be considered as deficient, such as thermal insulation, which is compulsory by law in Jordan; unfortunately, most of the users are not aware of it. In the Juridical system of Jordan, the quality and the safety of a project are within the responsibility of both the engineering consultant and the contractor for a minimum of ten years. According to Abu-Dayyeh (2015), a lot of construction projects fail to comply with the national codes in Jordan, although they are among the most remarkable and efficient standards in the region.

In large-scale construction projects, such as commercial projects, delivering a poor construction quality harms the users' comfort and their interest in using it, for instance, air leakage or not having the thermal insulation is an issue that will definitely lead not just to higher energy consumption but it causes health issues for the users and weakens the relationship between what is expected and the final outcome of the building (Abu-Dayyeh, 2015).

This study aims at quantifying specific types of construction quality issues that mainly impact the thermal comfort of the end-user in Jordan and show the relationship between them through achieving the following objectives;

Identify the attributes of building performance that mainly concern the fulfillment and the degree of comfort of the users.

Classify the most relevant construction quality issues regarding the user's needs in large-scale construction projects in Amman, Jordan and relate them to the building performance attributes.

Discard the classifications that do not have an impact on the comfort of the users, and explain the impact of the relevant classifications.

The comfort of the users in buildings indicates how users perceive and react to the result of a certain construction project after experiencing it (Bataineh & Alrabee, 2018). In Jordan, for instance, a large number of construction projects lack thermal comfort, which has a great impact on the occupants' health as well as its durability,

the running cost, and its environmental air quality.

ASHRAE (2017) describes thermal comfort as expressing how satisfied the user is with the thermal environment; which is not feeling too cold or too hot. There is no direct human thermal environment and cannot be expressed in degrees nor can the acceptable temperature ranges be sufficiently defining its satisfaction. It is a personal experience that depends on several factors, which may vary between people in the same space, for instance, a person who wears a coat while using the stair in a cold environment might feel hot, whilst another person might feel too cold of sitting still with just a shirt. The health and safety executive (HSE) (2021) claims that if at least 80% of the users are thermally comfortable, a reasonable comfort in a certain environment is achieved. This indicates that thermal comfort can be assessed by surveying occupants and reviewing the post-occupancy reports to find out whether they are dissatisfied with their thermal environment.

### ATTRIBUTES OF THE BUILDING PERFORMANCE

Attributes are indicators for measuring a facility's performance. Attributes differ according to the facility type and the purpose of evaluating its performance (Gopikrishnan & Topkar, 2017). The attributes are selected according to the type of users, such as occupants, supervisors, and managers as described below (Table 1):

Attribute	Description
Safety and security	Fire, theft, and accidents
Accessibility	Entrances, lifts, staircases, escalators, etc.
Aesthetics	Visual comfort
Physical condition	Building damages, such as dampness, leakages, and cracks
Thermal comfort	The condition of being satisfied with the thermal environment
Acoustic comfort	Decreasing intruding noise and background noise level, and maintain satisfaction among residents
Lighting	Poor light distribution, Inadequate light (not enough light needed light), too much light that causes glare, incorrect contrast, etc.
Ventilation and indoor air quality	Insufficient exhaust ventilation and uneven distribution of air that lead to Indoor air quality leakages.

.....  
**TABLE 1**  
 Attributes of the building performance (Gopikrishnan & Topkar, 2017).



## QUALITY ISSUES CLASSIFICATIONS

Throughout the construction project life-cycle, many issues arise affecting the quality of the building as well as its performance, particularly in the projects of large-scale. The following are the most relevant classifications of construction quality issues (Van Dronkelaar et al., 2016; Aïssani et al., 2016; Abu-Dayyeh, 2015; Alencastro et al., 2018, Palmer, Terry & Armitage 2016):

- Functional
- Performance
- Legislative
- Cost
- Durability
- Structural

Imported fuel is the main source to fulfill the energy demands in Jordan (Al-Ghandoor, 2013). The annual energy bill in Jordan equals at least 200% of its GDP. This incompatibility leads to the energy performance gap; it indicates the difference between the energy consumption in the building operation and the predicted energy performance at the design phase, which compounds major issues in the long-term impacts resulting from the climate crisis (Alencastro et al., 2017).

The root causes of the energy performance gap are within the phases of the construction projects; design, construction and operation (Palmer et al., 2016). At the design phase, the errors are more related to the miscommunication between design teams, clients, and manufacturers regarding the requirements of the implementation and the building energy performance expectations. The divergence between the actual and the simulated occupant's behavior is another contributor to the gap due to its difficulty to be predicted along with the future use of the building.

Palmer et al., (2016) claimed that workmanship and site management during the construction phase are possible causes of the gap. Often, the building elements do not meet the design specifications due to level of construction skills available, understanding and inadequate information. This is reflected on the current situation of having non-Jordanian labor with its implications of difficulty of communication and lower level skills.

Moreover, the performance of the building components is affected by the continuous changing orders and material specifications by clients and value engineering. Thermal discomfort is the vital result of these errors and gaps, which can be experienced from the incorrect thermal insulation and air and heat leakages in the building (Aïssani et al., 2016).

Variables that influence thermal comfort

Four environmental variables affect the user's thermal comfort

- Humidity
- Air temperature
- Airspeed
- Radiation

In addition, two personal variables contribute to thermal discomfort:  
Level of activity  
Clothing

#### Thermal comfort relationship with health, productivity and wellbeing

According to Abu-dayyeh (2015), thermal discomfort was recognized as a contributing factor for respiratory diseases and strokes. Buildings with a deficient thermal quality need an excessive energy consumption for cooling and heating, which results in producing more pollution from fossil fuels consumption, shortening the longevity of the mechanical system and creating a harmful environment for the occupants in the summer and winter.

Inadequate air spreading inside the building by the air conditioning (HVAC) systems causes inadequate ventilation. It compounds more issues, such as heat loss, condensation, carbon emissions, mold which mainly affect the occupants and cause serious illnesses (Pivac & Nižetić, 2014).

Figure 1 shows the key considerations for thermal comfort that are crucial while designing and executing the buildings (Parsons, 2010);

Insulation; having the building envelope insulated and installing thermally efficient windows decreases summer conduction heat gains and heat loss during the winter.

The use of construction materials in the building (the choice of wood, stone or brick) can directly affect the occupants once the weather condition changes.

Ventilation and airtightness; an airtight structure, along with mechanical or natural ventilation enable the controllability of the indoor thermal environment by balancing out the air exchanges with the outside.

Solar gain; the building can control the amount of the heat from the sun to enter through the size and number of windows, orientation, the ability of the heat reflective surfaces, and its overall shape.



**FIGURE 1**  
Key considerations for thermal quality (Parsons, 2010)

## **DATASET**

In this research, secondary data sources were used. In addition to the high-quality solid information obtained from previous researches, such as relevant published scientific articles, and thesis, post-evaluation reports of previous construction projects in Jordan were included that summarized the challenges in the construction work and the result of the building performance. These articles supported the paper with more ideas and more beneficial information about the relationship between the needs of the end-users and the result of the construction quality errors.

From a methodological point of view, the overall approach adopted by multiple studies can be grouped under the post-occupancy evaluation (POE) term. This approach helped architects and designers to have a clearer image of how spaces can impact behavior, giving them the ability to identify the link between the human and the environmental variables.

Undertaking a POE for any building will focus on two dimensions; Functional dimension and physical dimension of the building performance. Functional dimension comprises the usability of the building and likeness of the building performance that reflect the feedback of the users. The physical dimension pertains to the maintenance, deficiencies energy consumption, and measurements of physical indoor environmental quality (IEQ).

In this study, the two dimensions were considered; which described the building performance evaluation that were previously conducted (interviews and walk-through). This aspect showed the satisfaction of the users based on their work performance and productivity. It demonstrated how the relative classifications affected the thermal comfort of the building and its users. The collected data is the result of the previous POE reports that were conducted by engineering and architectural professionals of large-scale construction projects that exhibited thermal discomfort in Amman, Jordan.

## **RESULTS AND DISCUSSION**

Classifications of construction quality issues were identified based on their effectiveness towards the needs and comfort of the user, and in relation to the attributes of functional and physical performance. The chosen classifications that cause a lack of comfort and have a negative impact on the user, helped to describe the exact quality issues in construction and point out the faulty results of buildings. This paper focused on the causes of thermal discomfort for the users since the construction projects in Jordan suffer from thermal quality problems according to what was exposed in the literature, therefore, three quality issues classifications were considered; functional, performance and durability.

Table 2 describes the construction quality classifications that impact the thermal comfort of the users according to previous post-evaluation reports in Jordan;

Classification	Description	Quality issues
Functional	The functionality of the building as it's intended. Building services and installations that are meant to be provided during the construction phase, for example installing the thermal insulation according to plan for the occupants.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• The use of different wall types for workplaces and offices.</li> <li>• Not considering a certain type of windows for different climatic conditions in different sizes and orientations.</li> </ul>
Workmanship performance	Issues caused by workmanship, and any implemented work during the construction phase.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incorrect installation windows and doors</li> <li>• The discontinuity and incorrect installation of the layers of the thermal insulation.</li> </ul>
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Failure to respect the right thickness of the low conductivity material in roofs.</li> <li>• Thermal bridging that is caused by improper installation and gaps in insulation, which normally takes place at the junctions between roofs and walls, or floors and floors.</li> <li>• Spalling and cracking of concrete that result in heat and air leakages.</li> </ul>
Durability	The reaction of the materials and the building to occupant's use and different weather conditions.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Installing materials that are of lower quality and shorter lifespan.</li> <li>• Using materials that are not appropriate to the climatic conditions.</li> <li>• Deterioration of concrete.</li> </ul>

.....  
**TABLE 2**  
Construction quality classifications description (Al-Sanea & Zedan (2012); Aissani et al., (2016); Bataineh & Alrabee (2018); Elnaklah et al., (2020))

In Jordan, most of the buildings rely on natural ventilation. The ventilation principle is a ventilation shaft that works as a passive stack in the center of the building, combined with window openings. Leaky windows are mostly the main cause of the air leakage paths since the façade construction is masonry. A huge part of the overall energy losses of buildings is related to ventilation heat losses (Johansson et al., 2009). The situation of construction quality in buildings in Amman, Jordan, proves that thermal comfort shortages are caused by the workmanship performance, functionality, and durability of the building. In one of the most visible large-scale construction projects in Amman, Al-Abdali shopping center, thermal comfort performance is compromised due to design and construction issues. In this particular case, the design does not respond to the specificity of place, and the construction exponentiates the design faults.

The results of the previous studies were combined to illustrate the defect attributes and characteristics; their impact on the building thermal performance and its end-users, and the major causes. The following points discuss the thermal quality defects and their effects in cold and hot weather;

## **IMPACT OF FUNCTIONAL ISSUES ON THERMAL COMFORT**

The design decisions that are being made regarding the building energy performance during the design stage lack awareness and understanding of certain implications, which result in thermal comfort defects. Setting uncertain design parameters leads to functional challenges, inaccuracy of material specifications and design errors in the final building (Van Dronkelaar et al., 2016). If building physics are not fully understood and aware of by design professionals, it can end up in a poor distribution of the openings, spaces and detailing, and incorrect design solutions, affecting the efficiency of the energy performance.

Palmer, Terry & Armitage (2016) state that unnecessary amendments and incorrect misinterpretation might occur due to some design defects which is relevant to the accuracy and quality of the incorporated information in the construction drawings and details. These defects can be misaddressed by the team working on-site and lead to construction detail misunderstandings and fallacies that affect the thermal quality of the project.

In Amman, Jordan, construction projects are not obligated by a regulation to consider a certain local condition of an area or to be adapted to climatic design (Johansson et al, 2009). The new large-scale construction projects in Amman are provided with various types of air-conditioning and heating systems that consume an unexpected amount of energy due to a lack of understanding of the climatic condition and living standards in Amman that lead to scattered distributed functions and designs.

Specific areas in Amman have a satisfactory climate in terms of sunshine hours, wind speed and humidity, while the city, in general, is considered extremely cold and windy in winter, and very hot in the summer. Designing building with large spaces, such as shopping malls, administrative buildings, and hotels require deep knowledge among designers, decision-makers and engineers in order to provide the most suitable solutions for building operation (Johansson et al, 2009).

The thermal comfort of the users could be harmed if there isn't a specific type of window in a specific size and orientation for a particular climatic condition of an area. Windows are a significant tool for heat loss and gain in a building, therefore they are responsible for a major part of energy consumption, which is between 20% to 40% of the losses of the building energy (Hee, et al., 2015).

Bataineh & Alrabee (2018) proved that the cooling loads can be significantly reduced comparing to the relative heating loads increasing and improve the total energy performance by using double glazing and shading devices. It is also in the east, west and south windows, side fins or suitable overhangs can be installed that would help in reducing the annual energy consumption in the buildings having almost a similar energetic efficiency of high-performance glazing, which in turn decrease the user's discomfort hours (Hassouneh et al. 2015).

## **IMPACT OF WORKMANSHIP PERFORMANCE ON THERMAL COMFORT**

Workmanship or implementation defects occurred during the construction phase for practical reasons. Mostly due to the insufficient site supervision, and also due to the lack of workers' precision. They are considered as major heat loss sources in the



insulated buildings in Amman, causing air leakage. Their effects are being ignored, although these defects are common and they reduce the global thermal resistance remarkably. (Al-Sanea & Zedan, 2012).

Consequently, the defects risk the benefit of the thermal insulation in accordance with the increase of the transmission loads, particularly in low consumption buildings that require high performance. The gaps that could be found between the insulation layers are a type of concern that is important over time, as gaps become larger and mineral wool deteriorates, and as a result of workmanship performance, the end-users suffer from thermal discomfort (Bataineh & Alrabee, 2018)

The discontinuity of the insulation panels, thermal bridging and air control barriers are the most frequent defects in construction projects in Amman (Johnston et al., 2016). The discontinuity of insulation panels and air permeability are defects that come back from the construction work or due to the deterioration of the components of the building's envelope (Taylor et al., 2013).

Thermal bridges are usually located at the junction that connects the components of the building, where the composition of the structure changes or through any penetration in the insulation, which lead to a remarkable energy loss due to leakage of the heat to the outside of the building (Aïssani et al., 2016). Incorrect installation of the windows causes serious air leakage and scattered thermal comfort measurements.

#### **IMPACT OF BUILDING DURABILITY ISSUES ON THERMAL COMFORT**

In Jordanian construction projects, durability issues are of great concern, they create thermal discomfort for the end-users due to the longevity of the used materials; defects caused by aging, moisture in building insulation, or material settlement (Alencastro et al., 2018). Using random and nondurable materials causes cracks with the time that increase the vulnerability of the structure to external effects, decrease the building's mechanical resistance, and speed up the aging process.

Cracks make the thermal insulation less relevant for the building by reducing its ability to absorb the stress and create a path for air and heat leakages. Due to the incorrect workmanship and irregular maintenance process, cracks can become unavoidable in ceilings, floors and walls, which increase the failure to resist variant weather conditions (Frigione & Lettieri 2018).

In the winter season, construction projects in Jordan suffer from air and heat leakages caused by the cracks which create a path for the heat and are expanded with time. In the summer, the benefit of the air conditioning in the large-scale construction project, in particular, becomes inefficient as long as the air leakage is not considered and fixed, which also resulted in high energy losses.

Previous studies mainly report functional or aesthetic defects by concentrating on handover and post-handover phases. After the building completion, a visual inspection cannot easily detect and identify the thermal performance defects, they require specific tests (airtightness or thermographic tests) (Johnston et al., 2016). These defects have to be detected instantly during the construction work, where taking action is possible and implemented work can be seen before proceeding to a new task and cover them up (Taylor et al., 2013).

## CONCLUSION

Construction quality defects were classified and defined based on their effect on thermal comfort, which is the main experienced challenge in the city of Amman, and in large-scale construction projects in particular. In this paper, the relationship between the three classifications was explained; functional, workmanship performance, and durability, with the comfort and the perception of the user by discussing the end result of the construction errors. Air and heat leakages and thermal insulation showed their high effectiveness on the thermal comfort quality inside the building when errors are encountered either in the design or the construction phase. In Addition, the result of the errors in the construction projects compounds more energy to be lost in cold and hot conditions using the air-conditioning and heating systems. Some tools can be added in the building, such as shading devices and double glazed windows can incorporate in the energy performance improvement.

Thermal quality turns into a major concern as users spend most of their time indoors. In addition, more research on thermal comfort is becoming greatly required in order to wisely conserve building energy and assure a comfortable indoor environment for the users. Considering thermal comfort at an early stage can lead to a better building and also contribute to less energy consumption in the future. This maybe particularly relevant given the energy dependence of Jordan and the current scenarios of climate change.

An occupant behavior model development is a step forward to reach more energy-efficient buildings. Understanding the user's perception of the building they occupy, and reconsider these lessons back in the design process and building operation are still unsolvable challenges in the industry of buildings. The Middle East is still not enough represented in regards to building thermal performance studies from the user's point of view in the region, although it can be noticed the growing database of the studies on the building use.

In Jordan, the number of researches on this area is still inadequate and the thermal quality defects such as air leakage are not clear yet in terms of possible causes and attributes. There is no particular observed taxonomy in the available studies that investigates the effects of the thermal performance defects in buildings. Quality can be differently perceived among individuals (auditors, contractors, occupants, building surveyors, and professionals), therefore collecting data might be focused on one type of defect, for example, aesthetic, and disregard others that are apparently not effective towards the building performance.

## ACKNOWLEDGMENT

This work is financed CIAUD (Research Centre for Architecture, Urbanism and Design, Lisbon School of Architecture, Universidade de Lisboa).

This paper is part of a PhD research project from the Lisbon School of Architecture – Universidade de Lisboa, integrated in the research group OBATI - Observatory of Architecture, Technologies and Innovation, which is part of the CIAUD – Research Centre for Architecture, Urbanism and Design.

## BIBLIOGRAPHY

- Abu-Dayyeh, A. (2015). Construction quality in Jordan. The Jordan Times. Retrieved 4 March 2021, from <http://www.jordantimes.com/opinion/ayoub-abu-dayyeh/construction-quality-jordan>.
- Aïssani, A., Chateauneuf, A., Fontaine, J. P., & Audebert, P. (2016). Quantification of workmanship insulation defects and their impact on the thermal performance of building facades. *Applied Energy*, 165, 272-284.
- Alencastro, J., Fuertes, A., & de Wilde, P. (2018). The relationship between quality defects and the thermal performance of buildings. *Renewable and sustainable energy reviews*, 81, 883-894.
- Al-Ghandoor, A. (2013). Evaluation of energy use in Jordan using energy and exergy analyses. *Energy and Buildings*, 59, 1-10.
- Al-Sanea, S. A., & Zedan, M. F. (2012). Effect of thermal bridges on transmission loads and thermal resistance of building walls under dynamic conditions. *Applied Energy*, 98, 584-593.
- ASHRAE, S. (2017). Thermal environmental conditions for human occupancy. ANSI/ASHRAE Standard 55-2004. American Society of Heating, Refrigerating and Air conditioning Engineers, 145.
- Bataineh, K., & Alrabee, A. (2018). Improving the energy efficiency of the residential buildings in Jordan. *Buildings*, 8(7), 85.
- Celik, T. and Budayan, C. (2016). How the residents are affected from construction operations conducted in residential areas. *Procedia engineering*, 161, 394-398.
- Christiansen, B., & Chandan, H. C. (Eds.). (2017). *Handbook of Research on Human Factors in Contemporary Workforce Development*. IGI Global.
- Daniotti, B., Paolini, R., & Cecconi, F. R. (2013). Effects of ageing and moisture on thermal performance of ETICS cladding. In *Durability of Building Materials and Components*, 127-171. Springer, Berlin, Heidelberg.
- Elnaklah, R., Fosas, D., & Natarajan, S. (2020). Indoor environment quality and work performance in “green” office buildings in the Middle East. In *Building Simulation*, vol. 13, no. 5, 1043-1062. Tsinghua University Press.
- EN ISO 9920 (2007). Ergonomics of the Thermal Environment - Estimation of the Thermal Insulation and Evaporative Resistance of a Clothing Ensemble. British Standard Institution.
- Frigione, M., & Lettieri, M. (2018). Durability issues and challenges for material advancements in FRP employed in the construction industry. *Polymers*, 10(3), 247.
- Gopikrishnan, S., & Topkar, V. M. (2017). Attributes and descriptors for building performance evaluation. *HBRC journal*, 13(3), 291-296.
- Hassouneh, K., Al-Salaymeh, A., & Qoussous, J. (2015). Energy audit, an approach to apply the concept of green building for a building in Jordan. *Sustainable Cities and Society*, 14, 456-462.
- Health and Safety Executive. GOV.UK. (2021). Retrieved 25 March 2021, from <https://www.gov.uk/government/organisations/health-and-safety-executive>.
- Hee, W. J., Alghoul, M. A., Bakhtyar, B., Elayeb, O., Shameri, M. A., Alrubaih, M. S., & Sopian, K. (2015). The role of window glazing on daylighting and energy saving in buildings. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 42, 323-343.

- Ibem, E. O., Opoko, A. P., Adeboye, A. B., & Amole, D. (2013). Performance evaluation of residential buildings in public housing estates in Ogun State, Nigeria: Users' satisfaction perspective. *Frontiers of Architectural Research*, 2(2), 178-190.
- Johansson, E., Ouahrani, D., Shaker Al-Asir, H., Awadallah, T., Blomsterberg, Å., Håkansson, H., ... & Kvist, H. (2009). Climate conscious architecture and urban design in Jordan- towards energy efficient buildings and improved urban microclimate. Report, 12.
- Johnston, D., Farmer, D., Brooke-Peat, M., & Miles-Shenton, D. (2016). Bridging the domestic building fabric performance gap. *Building Research & Information*, 44(2), 147-159.
- Khalil, N., & Nawawi, A. H. (2008). Performance analysis of government and public buildings via post occupancy evaluation. *Asian Social Science*, 4(9), 103-112.
- Kian, P. S., Feriadi, H., Sulistio, W., & Seng, K. C. (2001). A case study on total building performance evaluation of an intelligent office building in Singapore. *Civil Engineering Dimension*, 3(1), 9-15.
- Meir, I. A., Garb, Y., Jiao, D., & Cicelsky, A. (2009). Post-occupancy evaluation: An inevitable step toward sustainability. *Advances in building energy research*, 3(1), 189-219.
- Mohit, M. A., & Azim, M. (2012). Assessment of residential satisfaction with public housing in Hulhumale', Maldives. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 50, 756-770.
- Palmer, J., Terry, N., & Armitage, P. (2016). Building performance evaluation programme: Findings from non-domestic projects. Innovate UK, London.
- Pivac, N., & Nižetić, S. (2014). Thermal comfort in office buildings: General issues and challenges. In 24. međunarodni simpozij o grijanju, hlađenju i klimatizaciji i 13. konferencija o termopografiji: zbornik radova= 24th International Symposium and Exhibition of Heating, Refrigerating and Air Conditioning and 13th Conference on Thermography: proceedings.
- Parsons, K. (2010). Thermal comfort in buildings, Multi Comfort - Saint-Gobain. In *Materials for Energy Efficiency and Thermal Comfort in Buildings*, 127-147
- Taylor, T., Counsell, J., & Gill, S. (2013). Energy efficiency is more than skin deep: Improving construction quality control in new-build housing using thermography. *Energy and Buildings*, 66, 222-231.
- Van Dronkelaar, C., Dowson, M., Burman, E., Spataru, C., & Mumovic, D. (2016). A review of the energy performance gap and its underlying causes in non-domestic buildings. *Frontiers in Mechanical Engineering*, 1, 17.
- Yao, R., Li, B., & Liu, J. (2009). A theoretical adaptive model of thermal comfort-Adaptive Predicted Mean Vote (aPMV). *Building and environment*, 44(10), 2089-2096.

# THE MATERIAL DIMENSION IN PARAMETRIC DESIGN PROCESSES: AN ANALYSIS IN THREE BUILDING SCALES

**MONTEIRO, Verner**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brazil, ORCID: 0000-0001-8796-2867  
verner.monteiro@ufrn.br

**VELOSO, Máisa**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brazil, ORCID: 0000-0002-3224-2245  
maisaveloso@gmail.com

**JANUÁRIO, Pedro Gomes**

Faculdade de Arquitetura da Universidade de Lisboa, Portugal, ORCID: 0000-0002-8363-461  
arq.pedro.januario@gmail.com

## ABSTRACT

Computational design in architecture often neglects materiality, as advocated by many authors. This can cause decharacterizations of the initial design, demanding changes during the construction phase, or even making the design unfeasible to construction. There is a lack of studies that investigate how this happens in different parametric design contexts. This paper discusses how the material dimension affects parametric design processes in three different architectural typologies and scales. It is part of a PhD research method which includes the selection of three case studies, located in three different countries and designed by different groups, that were analyzed based on four analytic categories. These categories combine a set of criteria found in literature: design problem, constructability, collaborative design, and design media. The results addressed that to consider the material dimension during the parametric design process, designers must adopt a series of actions, starting with design research (from academia or practice); experimentation of new design and construction techniques; close multidisciplinary collaboration since early design stages; and the integration between digital and physical design media. We highlight the use of parametric modeling tools for both shape generation and embed complex construction constraints. This includes the use of mock-ups, that are recognized as important simulators of future construction.

## KEY WORDS

Material dimension; Materiality; Parametric design; Constructability; Collaborative design;

## INTRODUCTION

Computer-based design often appears to neglect the material dimension of architecture, and its relations with concrete aspects of construction and building technologies (Picon, 2004, p. 114).



The use of algorithms in architecture were first related to the creation of unfeasible buildings, used by a few architectural firms, but the past two decades has shown a changed scenario. To achieve feasibility and to reach the material dimension of architecture, such complex projects demand a group of people engaged to design in close collaboration. Collaborative design is the process in which actors from different disciplines share their knowledge about both the design process and the design content (Kleinsmann, 2006, p. 31).

As parametric modeling has become more popular between architects, architecture begins to deal with fabrication and construction, the architect/structural engineering team is poised to resume control of the central role of integrating architecture and its material technologies (Oxman & Oxman, 2010, p. 20). The authors also argue that computational design processes “has to return architecture to its material sources (Oxman & Oxman, 2010, p. 23).

With the advent of digital technologies, collaboration also has changed. It was possible through sharing of drawings produced by such early digital drawing systems, but technology had not, in the 1990s, reached a point where it was yet possible, or at the very least easy, to share the models themselves, or to have teams collaborate on their production (Laing, 2019, p. 3).

In nowadays, there is three ways to bridge the gap between the creative process and fabrication of the contemporary architecture (Celani & Lenz, 2014, p. 143): 1) in-house solutions - it happens when the architectural firm holds special groups of programmers, mathematicians, architects and engineers; 2) specialized consultancy – external specialists works integrated to the main design authors, such as Front Inc.; and 3) services offered by industry – when companies supports the design process and then fabricates the building elements, such as the Designtoproduction and A.Zahner. One of the main tasks of those specialists is to create algorithms that generates specific details for each part of the building, decreasing manual work, and mostly, eliminating chances of errors (Celani & Lenz, 2014, p. 142).

It is important to clarify some concepts regarding designing with others. Collaboration means working with others with shared goals for which the team attempt to find solutions that are satisfying to all concerned. Co-operation is some planning and division of required roles, and authority still rests with the individual organization (Kvan, 2000, p. 411). Design in group also requires leadership, which can be categorized in two types: vertical leadership (VLS), the interpersonal process through which the project manager influences the team and other stakeholders to carry the project forward; and horizontal leadership (HLS), when one or several members of the project team influence the project manager and the rest of the team to carry the project forward in a particular way (Müller et al., 2018, p. 84). The authors also indicates that VLS and HLS can be balanced differently depending on the project.

Considering the complex relation between the use of algorithms in architecture and the physical world, this paper aims to understand how the material dimension can affect parametric design processes in different building scales. It is part of an ongoing PhD thesis that combines other methodological approaches, such as literature review and design experiments.

Some critical topics can be considered in general during the total process of design-through-production: research, fabrication, consultation, and software and encoding (Klinger, 2008, p. 29). These four topics will be the base for the analytic categories used in this paper, the same detailed in a study made with architecture students (Monteiro et al, 2020).

In the next section, we will expose the methodology used in this paper to analyze the design processes.

## **METHODOLOGY**

The research method is based on the analysis of three design processes, regarding projects of different building scales. The main criteria to select the cases included projects of constructed buildings, developed with parametric tools. We selected projects that applied wood, concrete, and metal, which are the most used materials in the construction industry. The analysis of these design processes was essentially qualitative, based on indications found in the literature, practices, and recurrent problems.

The analysis does not intend to establish direct comparative relationships, because it is based on case studies that comprehends different variables. The design processes had relevant differences in time to design, budget, location, pre-existences, number of team members, material, among others. The similarity between them regards the application of parametric modeling at some point of the design process. Case studies were selected using the following criteria: shape complexity of the project, use of parametric modeling during the design process; and availability of data.

From the topics considered critical by Klinger (2008, p. 29) - research, fabrication, consultation, and software and encoding, arose the analytic categories used in this paper: design problem, constructability, collaborative design and design media (Monteiro et al., 2020). We described the main aspects presented in each of these categories, trying to highlight peculiarities of each building scale.

For the design problem, we listed what design constraints was dominant during the process and how designers were connected with advanced research in the professional or academic context, as advocated by Hensel & Nilsson (2019) and Klinger (2008); the category constructability was explored the way designers solved problems related to the material dimension, especially regarding the available materials and its construction techniques; in collaborative design, we investigated the type of arrangement (in-house, specialized consultancy or services offered by industry), the dominance of collaboration/co-operation and the presence of VLS and HLS (Müller et al., 2018, p. 84) which describes the interaction of structure with agency for task fulfillment and the resulting reshaping (morphogenesis); and last, we identified the design media applied, trying to find the purpose of each one during different phases of the design process.

## **THE DESIGN PROCESSES**

### **CASE STUDY 1: TOLEDO GRIDSELL (NAPLES/ITALY)**

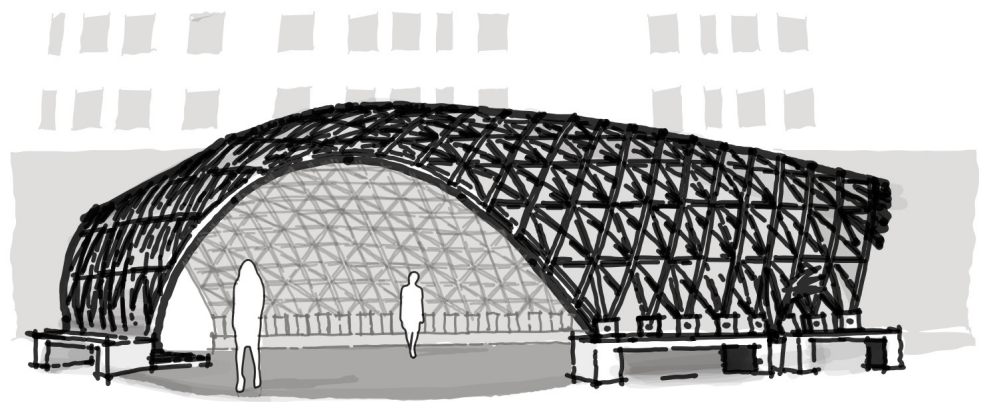
Toledo Gridshell was designed and built by the research group called Gridshell.it, a multidisciplinary team of architects and a civil engineer (professors and students)

from the Faculty of Architecture of Naples.

The design is a surface built with timber wood elements that crosses each other, forming a flexible grid built for courtyard of the school of architecture of University of Naples Federico II.

The project was designed in 20 days and built in 15. The high speed of design and construction can be related to the high level of experience of the designers, as well as the lightness of the material (laths and prefabricated metallic connectors).

Design problem. The professors and students in charge of this project and construction are involved with the research of post-formed gridshell typologies (Figure 1) for years. Post-formed gridshells are usually made to cover empty areas and demands vast ground spaces to be assembled and tensioned. A research background was applied as basis to think the process of design and construction, allowing them to be more fluid.



**FIGURE 1**  
Illustration of Toledo Gridshell –  
view from outside

The authors (Pone et al., 2013) argues that the research evolves three phases: analysis and immersion on gridshell typology, construction-based-design (when deformations are generated by a physical model that feeds 1:1 models) and the recognition of materials and digital technologies that will be applied to the design development, when physical models are replaced for computational ones (Pone et al., 2013, p. 1).

Constructability. Post-formed gridshell typologies brings construction challenges inherent to form-finding techniques. The resulting architectural shape prediction depends on the knowledge of material behavior and construction methods. That is, material and the way designers use it are a bottleneck. So geometry and construction are interconnected, confirming that the use of computational parameters to define elements of the building has a growing efficacy, when incorporated to the design process (Florio, 2012, p. 44). Hence, the resulting parametric model retrieved previous experiences that facilitated the prediction of the structure behavior.

Collaborative design. The design team was composed by researchers/designers, which includes professors and post-graduated students. Despite one of the professors figure as the vertical leader, the intense participation of all members indicated a balanced distribution of design and construction tasks, showing horizontal leadership characteristics (Müller et al., 2018, p. 84) which describes the interaction of structure with agency for task fulfillment and the resulting reshaping (morpho-

genesis. This led to a constant environment of collaboration, with few moments of co-operation (Kvan, 2000). Regarding the integration between the creative process and fabrication, the design process was in-house solutions, once the designers were at the same time the programmers.

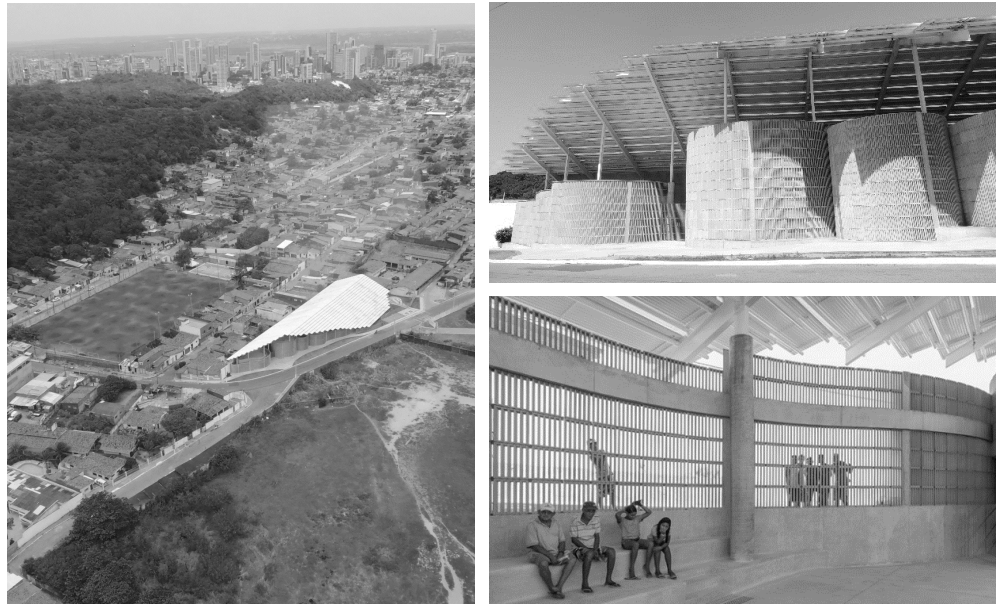
Design media. Both parametric modeling and parametric structural analysis was the basis to predict construction. But the integration of these design media to non-digital ones (e.g. hand sketching, technical drawing, physical models and mock-ups) were the key to embed construction characteristics such as the wood bending limits of the laths. These exploration of a variety of design media indicates the importance of multimedia and multidomain capabilities during the design process, as advocated by Lebahar (1999).

### **CASE STUDY 2: ARENA DO MORRO (NATAL/BRAZIL)**

Arena do Morro is multitask Gymnasium (Figure 2) integrated to a public state school in the city of Natal, Brazil. It was designed by Herzog & DeMeuron (HdM) between 2011 and 2014, and built in 2014, donated by Ameropa Foundation. The building was object of study and visitation during the 7th Projetar Seminar, held in Natal in 2015. The data presented here was collected in an interview with associate architect Tomislav Duschanov and complemented by a booklet published by HdM that contains details of the design and construction processes (Herzog&DeMeuron, 2014).

Design problem. The project was initially based on analysis of urban guidelines indicated by “A vision for Mae Luiza”, published by HdM in 2009, in a participatory process that included clients, future users and the local university (UFRN). The first design constraints were the building occupation and its height, imposed by a local urban legislation. In addition to programming constraints (sports and educational activities) emerged the design of a grand roof, surrounded by ventilated walls (built with perforated concrete bricks). Design research was made in partnership between practice and academia, as mentioned by Klinger (2008) and Hensel & Nilsson (2019). The main studies included tests of concrete rupture and pigmentation, as well as simulation of thermal and acoustic behavior.

Constructability. The design process involved three main architectural elements: metallic roof, ventilated wall, and a continuous textured floor. We will focus the analysis on the wall because parametric modeling was only applied to it. Two types of bricks (concave and convex) were designed to fit all the wall curvatures (Figure 3). The main challenge was to draw and fabricate these two customized bricks with enough accuracy once the joints between them were very narrow and difficult to maintain during the assemblage. It was only possible thanks to digital fabrication of the mold and due to the creation of a script that place all the bricks as quick as a command, rationalizing the wall geometry and making design alternatives easy to visualize. So concrete bricks and structural system connected geometry and construction constraints, indicating that “geometric rigor and simulation capability of computational modeling can be deployed to integrate manufacturing constraints, assembly logics and material characteristics in the definition of material and construction systems” (Menges, 2011, p. 199).



**FIGURE 2**  
 Arena do Morro - urban insertion  
 (left); street view (top right);  
 and interior view (bottom right).

Collaborative design. There were two design teams: the architects from HdM, based on Basel (Switzerland), and the local team of architects, engineers and contractors and sub-contractors, based on Natal (Brazil). The group meetings were held monthly in Natal, São Paulo or Basel. Between them, the design tasks were developed mostly in co-operation, and designers used the meetings to negotiate and discuss solutions, promoting effective collaboration (Kvan, 2000, p. 411). In certain moments, leadership was horizontalized (Müller et al., 2018, p. 84) which describes the interaction of structure with agency for task fulfillment and the resulting reshaping (morphogenesis to some of the local team members, when they had notorious expertise in some aspect of design or construction. Regarding the categories brought by Celani & Lenz (2014), in-house solutions was produced, once HdM computational programming division worked on a script to help designers.

Design media. The first mass studies were made with physical models, hand sketching and technical drawings, depending on the level of accuracy needed. When the design solutions originated with those design media did not help on decision-making, new ones were added to aid the development of alternative ideas, such as digital fabrication, rapid prototyping and mock-ups. According to Tomislav Dushanov, 1:1 mock-ups with same materials as in construction was made “to understand the market and buildability, define details, joints and interfaces, help the construction company to test the assembly and sequencing”. In short, the designers used it to run feasibility analysis, that “relies on the experience of architect and consultants” (Kalay, 2004, p. 218).

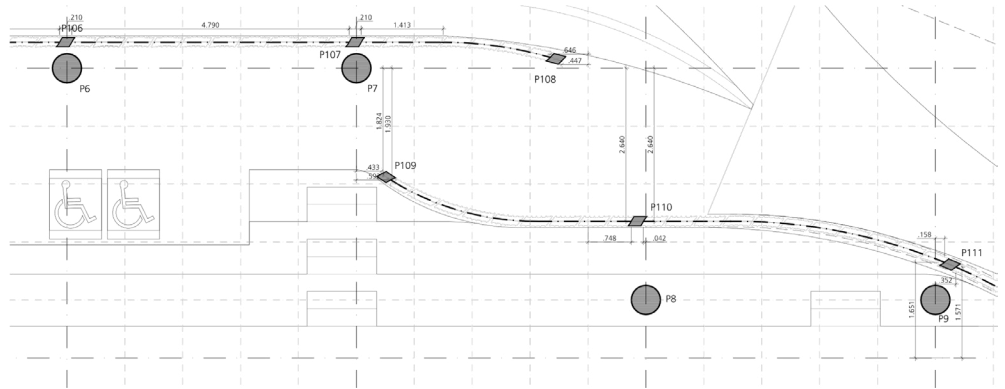
### **CASE STUDY 3: MORPHEUS HOTEL (MACAU/CHINA)**

Morpheus Hotel is one of the buildings of a leading integrated resort, located in Macau, China. The project was designed by Zaha Hadid Architects (ZHA) in close collaboration with many consultants, fabrication companies and contractors. The data was collected from a webinar promoted by McNeel and part of the designers involved on the project, and it is titled “The Morpheus Hotel: From Design to Pro-



duction” (Fugier, 2017). It describes the process of design, fabrication, and construction of the building, highlighting how parametric design tools was used to automate and integrate structure, cladding, and glazing.

The building is distributed in 40 floors and uses two internal cores of vertical circulation (stairs and lifts) that connects spaces to integrate the hosts, such as restaurants, lounges, and so on. These connections are placed in the middle of the volume (Figure 4), creating free form surfaces very difficult to materialize.



**FIGURE 3**  
Plan with curved walls filled with concave and convex concrete bricks.

Design problem. Academic research and praxis are common in big architectural firms. In the case of Zaha Hadid Architects (ZHA), a sample of this is a paper written by one of its members that describes critical conditions to an efficacious, collaborative search for solutions to architectural problems (Bhooshan, 2017, p. 115). Regarding its design constraints, the building had a pre-existent foundation, previously designed and built to a skyscraper of apartments. The existent structure was extruded to generate a box that was perforated by three holes. The final envelope had to accommodate 20 lifts, 780 suits, public spaces, technical area, and a huge lounge. Despite the high number of design constraints, the design problem was concentrated in the realization of the freeform shape of the building, that includes the structural exoskeleton, its cladding, and an adjacent glazing system.

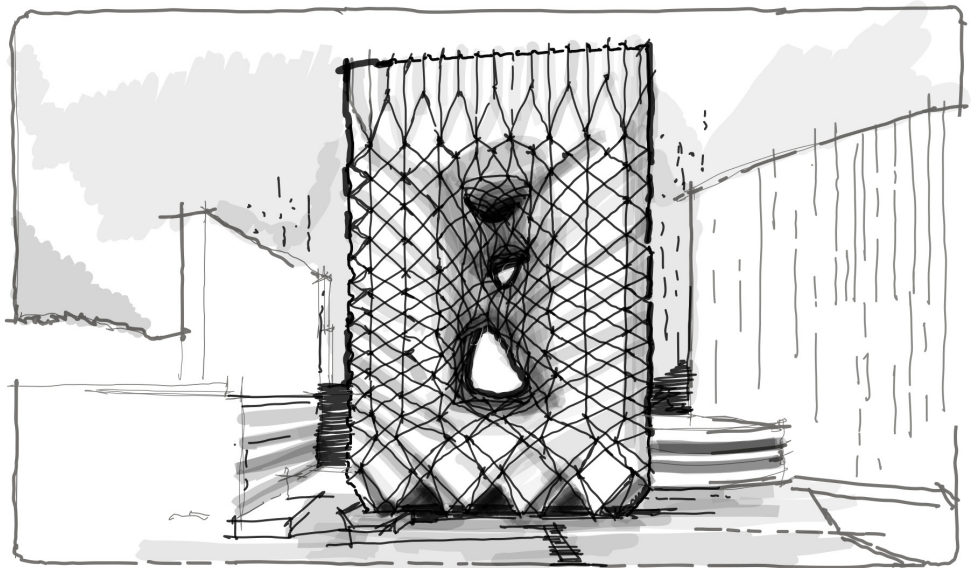
Constructability. Claimed by ZHA as the first skyscraper structured by a free-form exoskeleton, this project therefore presented a lot of construction challenges. The solution was to generate an integrated parametric model that emerged from conceptual design stage and lasted until the final manufacture, integrating structure, façade and its cladding. The design-to-construction method included a deep understanding of construction constraints: structure, fabrication, cost, time and maintenance. This allowed them to organize the following workflow: creation of rules and parameters, manipulating it in small parts of the building’s façade (Fugier, 2017).

Feasibility analysis of the proposed shape started to take place through geometry rationalization of the building envelope. It also considered internal layouts, connection bridges, symmetry axis and structural alignments. The exoskeleton was used to promote architectural programming flexibility, integrating tectonics to programming constraints.

Collaborative design. The design and construction team were based in four cities: Las Vegas, London, Shenzhen and Macau, working remotely most of the time. Parti-

Participants pointed out the importance of parametric modeling in every design phase. Despite the high integration between the teams, a task division was mandatory due to peculiar niches of expertise of each specialist, which led us to conclude that the work had a lot of moments of co-operation. However, they used virtual meetings and in-place workshops to negotiate and discuss, promoting moments of effective collaboration. The vertical leadership was conducted by ZHA, but a lot of alternance in leadership was observed, showing a high balance between VLS and HLS during the design process.

Regarding the classification of Celani & Lenz (2014), the team combined in-house solution with specialized consultants from Front Inc. and Buro Happold.



**FIGURE 4**  
Illustration of Morpheus Hotel -  
view from outside.

Design media. The initial shape was geometric modeled with TSpline, a plug-in that enables free-form shapes, commonly used by sculptors. The resultant surface was the base for parametric modeling tools, enabling a detailed prediction of each minor component of the building and generating a bunch of design alternatives. The designers argued that design changes in the entire model (including minor parts) demanded only a few hours to be processed. If those elements had to be redesigned with geometric modeling instead, it could take weeks to redraw.

An interest fact regards BIM technology. The designers stated that traditional BIM models was not an option. This happened due to the highly customized solutions adopted, which demanded a bunch of different plug-ins and scripts to avoid rework and to speed up the design process.

The main design media was parametric modeling and mock-ups. It denotes a high integration of high technology with traditional media to simulate future construction. This integration confirms that multidomain and multimedia capabilities (Lebahar, 1999, p. 44) has a significant impact on design process, mostly in parametric ones.

## DISCUSSION AND CONCLUSIONS

Through the three case studies in this paper, we observed different contexts in which the material dimension was approached in parametric design.

Regarding the design problem, case studies demonstrated a constant relation between the shape and construction constraints. Regarding the connection with research, Gridshell.it team (case study 1) took a high advantage of knowledge from research at an University, as advocated by Hensel & Nilsson (2019); Herzog & DeMeuron (case study 2) had integrated research in some construction and simulation topics; while Zaha Hadid Architects (case study 3) used their previous experience with parametric design associated with the industry and specialized consultants.

Considering constructability aspects, we have learned that customized parametric solutions require a high level of design experimentation (Achten, 2009), demanding more time and higher budgets. It addressed that different design teams dealt with highly customized and innovative construction techniques, whether in the entire process (case study 1 and 3), or in part of it (case study 2). The design experimentation helped designers to achieve the desired results, as they were more informed by richer decision-making processes.

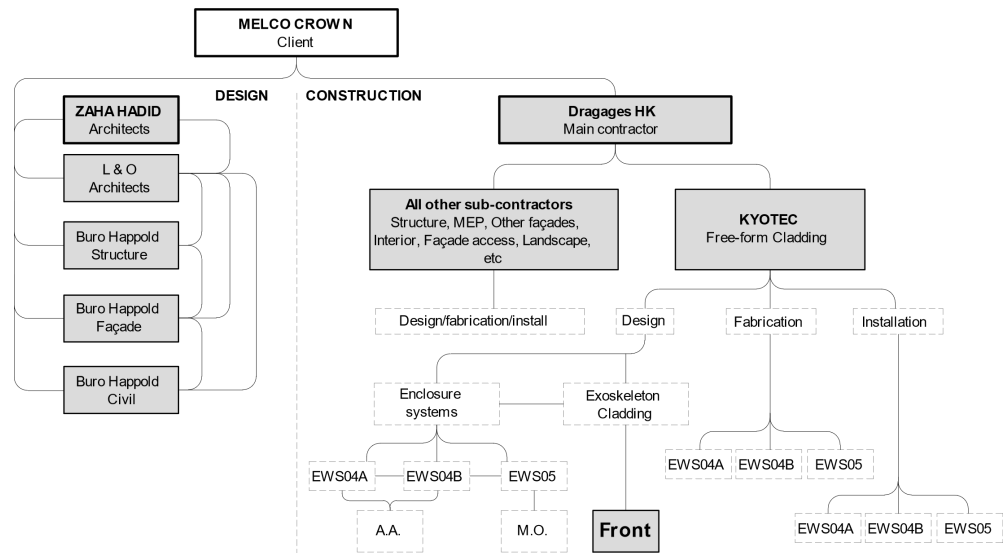
When analysing the topic collaborative design, our perception indicated more dominance of collaboration than co-operation, while the leadership was more horizontal (HLS) than vertical (VLS). But this does not mean that the design process of case study 2 had more deadlocks. It happened fluidly, instead. Discussion and negotiation happened frequently, and this led to an effective collaboration, as argues Kvan (2000). Case studies 1 to 3 had the in-house solution, but ZHA (case study 3) mixed their team with specialized consultancy from Front Inc. and Buro Happold structural design.

CASE STUDIES →	Case study 1: Toledo Grid-shell	Case study 2: Arena do Morro	Case study 3: Morpheus Hotel
TEAM BEHAVIOR ↓			
Cooperation	-	.	-
Collaboration	.	-	.
VLS (Vertical Leadership)	-	.	-
HLS (Horizontal leadership)	.	-	.
In-house solutions	.	.	.
Specialized consultancy	-	-	.
Services offered by industry	-	-	-

**TABLE 1**  
Team behavior during the design processes.

The three case studies in this paper adopted a vast variety of design media to support their design processes. As mentioned before, customized solutions require expe-

rimentation. This experimentation happens through the combination of different medium, that can starts from the use of hand sketches and shift to parametric modeling. The importance of the material dimension, in all cases, indicated the use of mock-ups as a decisive decision-making tool. By simulating parts of the real building, the designers could predict possible mistakes and inconsistencies in future phases of the construction.



**FIGURE 5**  
Distribution of the design and construction team of Morpheus Hotel.

CASE STUDIES →	Case study 1: Toledo Gridshell			Case study 2: Arena do Morro			Case study 3: Morpheus Hotel		
	CDes	DD	CDoc	CDes	DD	CDoc	CDes	DD	CDoc
DESIGN PHASES →									
DESIGN MEDIA ↓									
Hand sketches	·	-	-	·	·	·	?	?	?
Physical models	·	-	-	·	-	-	?	?	?
Technical drawings	·	-	-	·	·	·	-	·	·
Geometric modeling	-	-	-	·	·	·	·	·	·
Digital Fabrication	-	-	-	-	·	·	·	·	·
Parametric modeling	·	·	·	-	·	·	·	·	·
Parametric structural analysis	-	·	-	-	-	-	-	·	·
BIM models	-	-	-	-	·	·	-	-	-
Mock-ups	·	-	-	-	·	·	-	·	·

**Symbology:**

Design Phases: CDes (Conceptual design); DD (Design Development); CDoc (Construction Documents)

Design media: · used; - not-used; ? not-identified; · used in previous projects

**TABLE 2**  
Design media adopted during the design processes.

In conclusion, Toledo Gridshell (case study 1) showed parametric modeling as a toll to generate the shape by simulating form-finding technique, embedding the

knowledge of projects previously designed. Due to its size, this case study does not generate problems of architectural programming, because there are a few possibilities to use the space. Arena do Morro (case study 2) applied scripts to rationalize the geometry of the façade and digital fabrication to simulate future construction of certain building elements. The main benefit of this approach was to fully integrate material dimension from early conceptual design. Morpheus Hotel (case study 3) had a free-form shaped exoskeleton that brought many challenges to a huge design and construction team. Material dimension was constantly considered through a very complex digital workflow that integrated physical tests through the continued use of mock-ups.

To that end, the present paper contributes to the ongoing debate on the impact of the material dimension of parametric design by providing an analysis of design processes of different building scales. This helps us to understand the impact of design problem, constructability, collaborative design and design media when introducing the material dimension to parametric design.

### **BIBLIOGRAPHICAL REFERENCES**

- Achten, H. (2009). Experimental Design Methods – A Review. *International Journal of Architectural Computing*, 07(04), 505–534.
- Bhooshan, S. (2017). Parametric design thinking: A case-study of practice-embedded architectural research. *Design Studies*, 52, 115–143.
- Celani, G., & Lenz, D. (2014). Novas tecnologias na construção de edifícios: estabelecendo a ponte entre o processo criativo e a produção por controle numérico. *Cadernos PROARQ*, 1(23), 138–151.
- Florio, W. (2012). Modelagem Paramétrica, Criatividade E Projeto: Duas Experiências Com Estudantes De Arquitetura. *Gestão & Tecnologia de Projetos*, 6(2), 43–66.
- Fugier, M. A. (2017). The Morpheus Hotel: From Design to Production. Retrieved from <https://vimeo.com/203509846>
- Hensel, M. U., & Nilsson, F. (2019). Current changes in conditions and contexts for architectural research and practice. In *The changing shape of architecture* (pp. 1–13). New York: Routledge.
- Herzog&DeMeuron. (2014). *Arena do Morro em Projeto e Construção*. Natal: Centro Sócio Pastoral de Mãe Luíza.
- Kalay, Y. E. (2004). *Architecture's New Media: Principles, Theories, and Methods of Computer-Aided Design*. Cambridge (Mass.): MIT Press.
- Kleinsmann, M. S. (2006). *Understanding collaborative design*. Proefschrift Technische Universiteit Delft, Delft, Holanda.
- Klinger, K. R. (2008). Relations: information exchange in designing and making architecture. In B. Kolarevic & K. R. Klinger (Eds.), *Manufacturing Material Effects: Rethinking Design and Making in Architecture* (pp. 25–36). New York: Routledge.
- Kvan, T. (2000). Collaborative design : what is it ? *Automation in Construction*, (9), 409–415.
- Laing, R. (2019). *Digital Participation and collaboration in architectural design*. New York: Routledge.
- Lebahar, J. C. (1999). Analyse cognitive de la conception et de sa pédagogie. In *Approche didactique de l'enseignement du projet en architecture*. Marselha: École d'Architecture



de Marseille-Luminy.

- Menges, A. (2011). Integral Formation and Materialization: computational form and material gestalt. In A. Menges & S. Ahlquist (Eds.), *Computational Design Thinking* (pp. 198–210). London: Wiley.
- Monteiro, V., Januário, P., & Veloso, M. (2020). Design collaboration towards constructibility in parametric design process: a design experiment with architecture students. *Proceedings of the 38th ECAADe*. Berlin.
- Müller, R., Sankaran, S., Drouin, N., Vaagaasar, A. L., Bekker, M. C., & Jain, K. (2018). A theory framework for balancing vertical and horizontal leadership in projects. *International Journal of Project Management*, 36(1), 83–94.
- Oxman, R., & Oxman, R. (2010). Introduction-The new structuralism: Design, Engineering and Architectural Technologies. *Architectural Design*, 80(206), 14–23.
- Picon, A. (2004). Architecture and the virtual: towards a new materiality. *Praxis: Journal of Writing+ Building*, (6), 114–121.
- Pone, S., Colabella, S., D'Amico, B., Fiore, A., Lancia, D., & Parenti, B. (2013). Timber Post-formed Gridshell: Digital Form-finding / drawing and building tool. *Proceedings of the IASS 2013 Symposium: Beyond the Limits of Man*, (September), 1–8.

# O SILO COMO OPORTUNIDADE: A EXPERIÊNCIA DA ARGENTINA NA VALORIZAÇÃO DA ARQUITETURA INDUSTRIAL

**SORIANO, Ana Gabriela Wanderley**

Universidade Federal da Bahia, Faculdade de Arquitetura, Salvador/BA, Brasil.  
[gabrielaws@hotmail.com](mailto:gabrielaws@hotmail.com)

**SUAREZ, NAIA ALBAN**

Universidade Federal da Bahia, Faculdade de Arquitetura, Salvador/BA, Brasil.  
[naialban@gmail.com](mailto:naialban@gmail.com)

**NERY, JULIANA CARDOSO**

Universidade Federal da Bahia, Faculdade de Arquitetura, Salvador/BA, Brasil.  
[jcnery19@yahoo.com.br](mailto:jcnery19@yahoo.com.br)

## RESUMO

Dentre as estruturas remanescentes do período da industrialização estão os silos, que tiveram relevante papel seja no que diz respeito à tecnologia a eles empregada, seja por sua imagem na paisagem, seja por sua presença na historiografia arquitetônica. Esses grandes monolitos, que marcam a paisagem das antigas áreas industriais, poderiam ter como principal destino vir ao chão, especialmente por sua predominante característica hermética que traduziria uma possível dificuldade à adaptação a novas funções. Porém, o que se observa, mais intensamente nos últimos 20 anos, são ações de valorização dessas estruturas, inserindo-as na dinâmica urbana, não as fazendo desaparecer na paisagem e memória local. Para tanto, projetos de intervenção, nos mais diversos contextos, passaram a proporcionar uma nova vida aos silos, possibilitando o reaproveitamento de suas estruturas para os mais diferentes fins: habitacionais, culturais, serviços, esportivos, entre outros. Portanto, será o projeto arquitetônico de intervenção que permitirá a sua permanência, com a desafiadora missão de adaptar essas estruturas, com características tão peculiares, a uma nova função. Neste contexto, a Argentina se destaca em um cenário internacional com projetos que possibilitaram a readequação dos silos e moinhos em hotéis, apartamentos e centros culturais, traduzindo o limite como possibilidade do projeto de intervenção.

## PALAVRAS CHAVE

Silos; Projeto; Argentina; Patrimônio; Intervenção.

## INTRODUÇÃO

A prática de estocagem de produtos a granel acompanha a própria história da humanidade como principal estratégia de minimizar os impactos do desabastecimento de alimentos em períodos de escassez. O espaço para estocagem que, em períodos remotos, era escavado de forma irregular, passou a caracterizar-se por estruturas construídas que viabilizavam o armazenamento protegido dos produtos.

No período da intensificação da industrialização, os silos passaram a adquirir uma função, em curto prazo, cada vez mais relevante nos processos de produção. Porém, ainda no século XIX, os silos apresentavam, conforme Banham (1989), pouca durabilidade, tendo uma vida útil em torno de 12 a 15 anos.

A busca de uma forma de construção resistente ao fogo, se possível não muito cara, foi o principal motivo das muitas experiências realizadas com diferentes materiais e procedimentos estruturais que marcaram a década de 1890 e os primeiros anos do século atual. (BANHAM, 1989:113) (tradução nossa)

O emprego do concreto armado e a forma cilíndrica adotada nas construções dos silos puderam responder satisfatoriamente às principais questões de adequação à função, apresentando-se como soluções econômicas, resistentes, duradouras e seguras para a estocagem dos produtos. A partir de então, foram erguidos grandes monólitos que passaram a marcar fortemente a paisagem, fazendo com que os registros fotográficos destas estruturas, que chegavam à Europa, vindas da América, estapassem importantes publicações de arquitetura e proporcionassem manifestações de figuras relevantes do cenário arquitetônico europeu. Em 1913, Gropius, na publicação do artigo “The Development the Industrial Buildings”<sup>11</sup>, declara que a grandiosidade de tais estruturas “superam as melhores construções alemãs desta classe” (edifícios industriais), destacando-as como uma grande forma “concisa, autônoma, sã e pura” (GROPIUS in WARMBURG, 2019:81) (tradução nossa). Sete anos depois, Le Corbusier publica, na primeira edição da revista francesa *L’Esprit Nouveau*, o artigo “Trois rappels à MM. Les Architectes”, onde exalta a forma pura, em contraponto aos “estilos” da arquitetura, explicitando que as formas primárias da geometria traduzem imagens “sem ambiguidades” sendo as “belas formas, as mais belas formas” (LE CORBUSIER, 2011:13), e conclui o seu texto identificando: “eis aqui silos e fábricas americanas, magníficas primícias de novos tempos” (LE CORBUSIER, 2011:17). Em 1924, Erich Mendelsohn realiza uma viagem pelos Estados Unidos e registra, através de fotografias, os silos de Buffalo e os descreve: “a beleza abstrata emerge da forma nua” (MENDELSON, 1926:40) (tradução Google Tradutor). As grandes esculturas de concreto, concebidas e traduzidas na forma pura da geometria, portanto, suscitaram admiração, trazendo reflexões e impulsos à “nova arquitetura” nas primeiras décadas do século XX.

## O SILO COMO OPORTUNIDADE

Os silos ao entrarem em desuso, apresentaram novos desafios, no sentido de compreender e tentar responder a questionamentos acerca do seu papel no context atual.

Por serem estruturas que se caracterizam por, originalmente, não terem sido concebidas para o abrigo humano, alguns empecilhos intrínsecos a esta tipologia poderiam se apresentar como entraves no processo de adaptação dessas edificações a novos usos, o que poderia destiná-las, recorrentemente, à demolição. Sua forma hermética e sua geometria específica poderiam designar o uso apenas de suas superfícies externas, como grandes totens. Porém, o que se observa, mais intensamente

---

<sup>11</sup> Título original “Die Entwicklung moderner industriellbaukunst”, publicado em *Jarhbuch des Deustchen Werkbundes*, em 1913, pp. 17-22.

nos últimos 20 anos, é um crescente número de projetos de reuso dos silos para as mais distintas funções, integrando-os ao contexto urbano, permitindo, assim, a sua permanência na paisagem. As grandes estruturas que tinham como única função estocar enormes quantidades de matéria prima, passaram a abrigar apartamentos, hotéis, museus, centros culturais, escritórios, espaços esportivos.

As primeiras experiências de reuso dos silos foram registradas ainda na década de 1970, com o projeto do arquiteto Ricardo Bofill transformando a antiga fábrica de cimento desativada e abandonada, nos arredores de Barcelona, em escritório e residência (1973-1975), aproveitando não apenas a edificação principal, como também os silos que estavam agregados a ela. Contemporâneo ao projeto de Bofill, a antiga fábrica da Quaker, na cidade de Ohio, nos Estados Unidos, tornou-se o Quaker Square Hotel<sup>12</sup>, em 1976, permitindo que o interior dos silos abrigassem os quartos de hospedagem. A partir do século XXI é evidenciado o maior número de intervenções, notabilizando, assim, a possibilidade de reversão dessas estruturas de seu estado de abandono. Diferentemente, da maioria das estruturas arquitetônicas industriais, onde se constata um volume expressivo de reuso para atividades culturais, os silos apresentam uma diversidade maior, tendo como destaque o abrigo de funções ligadas ao habitar como apartamentos residenciais, hotéis, flats, residências estudantis, deixando em segundo plano as intervenções para fins culturais, não menos expressivas.

Sua volumetria, materialidade, escala, modulação, conformação hermética, dimensionamentos, entre outros aspectos, poderiam configurar-se como elementos restritivos do projeto de intervenção, porém, muitas vezes, transformam-se em potencializadores da nova arquitetura, trazendo-lhes novas abordagens e resultados, não raramente, inusitados na apropriação da edificação.

Olhando o projeto de intervenção a partir da experiência da Argentina

Durante o período que iniciou-se na segunda metade do século XIX e estendeu-se pelo século XX, a Argentina se destacou em um cenário internacional como um grande agroexportador, especialmente de cereais, que, em finais do século XIX, colocou o país nos primeiros postos de exportação mundial (COLLADO, 2017:52). Na década de 1880, os moinhos representavam os principais símbolos de prosperidade na região da Pampa Húmeda<sup>13</sup>, onde chegou a funcionar centenas destas estruturas ainda utilizando, em sua maioria, a tecnologia à vapor. Nos primeiros anos do século XX, após crises sucessivas, o país passou por forte crescimento da produção agrícola, o que exigiu uma nova estruturação dos moinhos e demais equipamentos industriais. Portanto, assim como os moinhos, os silos portuários também foram peças importantes nesse momento de crescimento econômico, tendo uma intensificação de construção a partir da última década do século XIX. Apesar de registros da demolição de muitos desses exemplares, a Argentina, por seu processo histórico, herdou essa arquitetura, estando essa inserida, atualmente, no tecido urbano e na memória dos lugares, atribuindo, assim, uma inevitável reflexão acerca da preserva-

---

<sup>12</sup> Em 2013, a antiga estrutura de hotel, que então era Crown Plaza Quaker, foi comprado pela Universidade de Akron e adaptado a residência estudantil, seu atual uso.

<sup>13</sup> Região argentina caracterizada por pastagens planas e úmidas, compreendendo quase que totalmente a província de Buenos Aires, o centro e sul da província de Santa Fé e uma parte expressiva da província de Córdoba.

ção desse patrimônio. Neste sentido, o país tornou-se um dos primeiros, no cenário da América Latina, a lidar com as questões de reconhecimento, valorização e intervenção no patrimônio arquitetônico industrial a partir de projetos como o Palácio Alcorta e a renovação dos armazéns de Puerto Madero e seu tecido urbano, ambos ainda na década de 1990, em Buenos Aires.

Quanto aos projetos de intervenção em silos, a Argentina se destaca, quantitativamente, não apenas dentro de um contexto latino-americano, mas também global, com 8 projetos executados de reuso dessas estruturas<sup>14</sup>.

As cidades de Rosario e Santa Fé, da província de Santa Fé, compuseram, historicamente, essa região que potencializou a Argentina em um cenário internacional de exportação de grãos e cereais e ainda abrigam um importante acervo da arquitetura industrial. As reflexões aqui propostas se deterão na leitura dos projetos de intervenção localizados nessas duas cidades. Para tanto, como forma de conhecer tais projetos de intervenção, optou-se por estabelecer pontos que permitissem uma leitura a partir das características intrínsecas aos silos e as possibilidades que possivelmente norteariam as decisões projetuais. Neste sentido, foram identificados 5 aspectos: estrutura e materialidade, aspecto hermético, dimensões e articulação modular, percepção da forma e a espacialidade interna, que serão expostas a seguir.

## **ESTRUTURA E MATERIALIDADE**

Por princípio, os silos foram projetados como equipamentos para suportar grandes cargas, tendo em vista sua função básica de estocagem de grãos e de outros produtos em enormes quantidades. Para tanto, sua composição arquitetônica baseia-se em uma estrutura sólida e robusta, sendo concebida em diferentes formatos e técnicas construtivas que possibilitassem cumprir tal finalidade. Estes princípios, que foram características decisivas em sua construção, no momento do projeto de intervenção acabam por assumir um papel relevante nas diretrizes projetuais, impactando diretamente na leitura do objeto e de sua materialidade. No Museu de Arte Contemporânea de Rosario (MACRO), e, também, no centro cultural El Molino Fabrica Cultural, este último em Santa Fé, as estruturas cilíndricas preservaram-se íntegras quanto a sua materialidade, não existindo aberturas ou inserções nas suas superfícies, obsevando-se, também, que seus espaços internos não foram ocupados. No caso do museu de Rosario (figura 1), cujos silos são em concreto, as suas funções foram distribuídas em oito pisos no prisma retangular anexo, onde funcionavam anteriormente as dependências do equipamento, enquanto que o conjunto dos oito silos cilíndricos não foram, a princípio, ocupados internamente<sup>15</sup> e suas superfícies externas são utilizadas para manifestações artísticas<sup>16</sup>. No projeto do El Molino (figura 2), os silos, construídos em alvenaria, foram preservados e todo o programa do centro cultural foi abrigado no corpo do antigo moinho de farinha, onde se observa também

.....  
<sup>14</sup> Sendo dois projetos na cidade de Buenos Aires, dois projetos na cidade de Rosário, três projetos na cidade de Santa Fé e um projeto na cidade de Villa Mercedes, na província de Córdoba.

<sup>15</sup> Em visita ao museu não foram constatados acessos públicos ao interior dos silos.

<sup>16</sup> A cada 3 ou 4 anos é realizado concurso, entre artistas locais, para a seleção do projeto de pintura artística que será utilizado nas fachadas externas dos cilindros dos silos.



a presença de antigas estruturas do seu funcionamento, como as tremonhas, por exemplo, fazendo referência ao preexistente e à memória do lugar.



.....  
**FIGURA 1**

MACRo, Rosário.

Fonte: acervo próprio, 2020.  
.....

**FIGURA 2**

El Molino, Santa Fé.

Fonte: acervo próprio, 2020.



No Puerto Norte Design Hotel (figura 3), em Rosario, a estrutura dos silos portuários foi quase que totalmente conservada, havendo apenas as aberturas de acesso ao nível do térreo, sendo o espaço interno dos cilindros ocupado com as atividades ligadas à recepção, lobby, restaurante, administrativo, serviços e manutenção, apresentando, portanto, poucas interferências no corpo externo dos silos, preservando, assim, a materialidade da construção em concreto. Acima do grupo dos 14 cilindros, agrupados dois a dois, foi inserido um volume envidraçado onde foram implantados os quartos de hospedagem, o que possibilitou a livre inserção dos elementos para iluminação e ventilação, de forma a não necessitar realizar interferências externas na massa edificada preexistente.



.....  
**FIGURA 3**

Puerto Norte Design Hotel, Rosário.

Fonte: acervo próprio, 2020.

Nos projetos do Hotel Los Silos e do Liceu Municipal do Moinho Marconetti, ambos em Santa Fé, o espaço interno dos silos também foi ocupado, porém, nesses casos, foram feitas intervenções nas superfícies para atender às demandas de conforto

ambiental para as atividades ali abrigadas. Com soluções diferentes para assegurar a iluminação e ventilação dos ambientes internos, ambos projetos buscaram preservar a integridade da estrutura preexistente que, mesmo com as rupturas propostas pela inserção das aberturas, a partir do jogo de cheios e vazios, quebrando, em certa escala, o peso do volume original estritamente vedado, a leitura da estrutura do conjunto de cilindros bem como de sua materialidade não se perdeu por completo, sendo possível a clara e didática identificação do preexistente.

### ASPECTO HERMÉTICO

Para garantir a segurança e condições de estocagem que evitassem perdas da qualidade da matéria prima, os silos foram construídos de forma hermética, a fim de possibilitar o controle de variáveis que pudessem interferir nas condições naturais dos produtos, evitando assim desperdícios ou até mesmo a perda total. Este atributo também resvalará nas questões arquitetônicas, tendo em vista que seu aspecto fechado com grandes superfícies cegas marcará fortemente a paisagem e será um caracterizador dessa tipologia. Ao se optar pelo reuso dessas estruturas, o rompimento desta expressão hermética, muitas vezes, é inevitável a fim de garantir o uso proposto. Como citado anteriormente, a interferência nessas superfícies pode trazer diferentes soluções para as distintas demandas trazidas pelos usos. Dentre os projetos das duas cidades argentinas, a ruptura do aspecto hermético dos silos pode ser observada no Hotel Los Silos e no Liceu Municipal, ambos em Santa Fé, enquanto nos demais projetos não foram realizadas interferências marcantes nas superfícies cegas dos cilindros.

No caso do Liceu (figura 4), foi definido em projeto que o interior dos silos abrigariam algumas das salas de aula<sup>17</sup>, sendo cada piso dedicado a uma área artística que o centro atende – música, dança e artes plásticas – e, tendo ainda, um piso para desenvolvimento de aulas para crianças. Para tanto, foram inseridas, nas superfícies cilíndricas, um arranjo com tijolos, que se assemelha a soluções de cobogó, formando grandes panos de iluminação e ventilação, do chão ao teto de cada sala, com uma esquadria interna recuada da face das superfícies curvas, não sendo possível visualizá-la externamente. Para o projeto do hotel (figura 5), onde no interior dos silos foram destinados os quartos de hospedagem, a solução projetual para iluminação e ventilação veio através da inserção de vazios para abrigar uma pequena varanda e recuar a esquadria para um segundo plano. Estas aberturas na estrutura dos cilindros acontecem de forma regular e sequenciada, na repetição de dois padrões retangulares de bases diferentes e de mesma altura. Nestes dois projetos foram dadas soluções distintas para garantir o funcionamento das atividades, enquanto que no Liceu optou-se por utilizar um material similar ao existente, trazendo pequenos vazios para penetração da iluminação e ventilação das salas, em uma composição menos rígida e regular no corpo dos cilindros, provocando uma interferência mais amena; no projeto do hotel criou-se um conjunto de aberturas na estrutura sólida, buscando, por um lado, de alguma forma, conservar a verticalidade do objeto, espe-

---

<sup>17</sup> Há também outras salas de aula que não se localizam no interior do silo, mas nos mezaninos que se prolongam de forma escalonada pelo grande vão do antigo moinho.

cialmente nas aberturas mais delgadas, mas, por outro lado, rompeu mais fortemente o aspecto hermético dos silos, ao diminuir a massa de cheios, porém sem perder a leitura volumétrica do conjunto.

.....  
**FIGURA 4**

Liceu Municipal Molino Marconetti,  
Santa Fé.

Fonte: acervo próprio, 2020.  
.....

**FIGURA 5**

Hotel Los Silos, Santa Fé.

Fonte: acervo próprio, 2020.



### **DIMENSÕES E ARTICULAÇÃO MODULAR**

Os silos necessitavam atender uma demanda de alta estocagem que estaria sujeita a grandes movimentações, pois eram caracterizados como estruturas de transição, onde o grande volume de produtos ali depositado seriam transportados seja para o beneficiamento nas fábricas e moinhos anexos, seja para o escoamento em áreas portuárias ou rurais. Neste sentido, sua condição arquitetônica reflete não apenas questões ligadas aos seus aspectos de segurança (herméticos) e de tecnologia (técnicas construtivas), mas também questões voltadas às suas próprias dimensões no que diz respeito à largura, altura e espessura de suas paredes, bem como o número de corpos volumétricos. No projeto de intervenção, a particularidade destes elementos apresenta-se como uma relevante vantagem para o abrigo de diferentes usos, tendo em vista a possibilidade da sua capacidade de área total, especialmente potencializada por sua estrutura verticalizada. No projeto do Puerto Norte Design Hotel, em Rosário, apesar da função principal do uso não se localizar no interior dos cilindros, observa-se que as dimensões e articulações internas possibilitaram a criação de espaços que atendessem as demandas de chegada ao edifício como lobby, recepção, espaços de estar e restaurante. No projeto do Hotel Los Silos, em Santa Fé, o volume interno dos cilindros foi compartimentado a partir da inserção de lajes de pisos, totalizando 7 pavimentos de apartamentos, que possibilitaram a instalação dos quartos de hospedagem, tendo ainda no pavimento térreo a instalação das dependências e serviços de acesso ao hotel, em um pé-direito duplo, onde se identificam a presença de elementos da preexistência, como as tremonhas e estruturas de vigamento. No Liceu Municipal de Santa Fé – cuja configuração, diferentemente dos exemplos anteriores, trata-se de silos anexos a um moinho –, o projeto de intervenção traçou como diretriz a ocupação da volumetria dos 4 cilindros, com 4 níveis e um meio-pavimento acima com uma pequena biblioteca, e a utilização de estruturas de mezaninos para a instalação das salas de aulas, deixando, parcialmente, o grande volume do edifício principal como um grande vão livre, com 4 pavimentos,

cortado transversalmente pelas grandes vigas metálicas que estruturaram o edifício anteriormente.

Para além das características vinculadas à ocupação de toda a volumetria dos silos, como uma forma de apropriar-se do potencial de área que é possibilitado, a geometria rígida e a repetição e articulação dos volumes cilíndricos<sup>18</sup> acabam por proporcionar o abrigo de funções e a compartimentação de espaços que não trazem grandes prejuízos na adaptação destas estruturas a um novo uso. No caso dos hotéis das cidades argentinas, observam-se duas formas que a intervenção atuou: no Hotel Los Silos, em Santa Fé, os cilindros foram utilizados para instalação dos quartos de hospedagem, aproveitando-se do dimensionamento das estruturas dos silos que acomodou de forma satisfatória as funções habitacionais; e no Puerto Norte Hotel, em Rosario, buscou-se conservar a volumetria interna dos cilindros organizando as áreas sociais, administrativas e de serviços a partir da compartimentação e articulação dos espaços circulares, tendo em vista que, por questões de observância à legislação local, optou-se por abrigar os quartos de hospedagem em um volume novo, sobre o conjunto de cilindros, o que possibilitou a abertura de esquadrias. No caso da adequação do moinho Marconetti para abrigar o Liceu Municipal, em Santa Fé, um equipamento de uso cultural, a seção circular dos silos foi suficiente para a instalação das salas de aula, fazendo ao centro, na interseção dos silos, um corredor de conexão entre as quatro salas em cada pavimento.

## PERCEPÇÃO DA FORMA

A geometria e a composição dos silos são, sem dúvida, um de seus atributos mais marcantes, fazendo com que estes sejam identificados na paisagem onde estão inseridos, bem como na memória do local. Poder intervir nessas estruturas de forma a reaproveitá-las para um novo uso e possibilitar, concomitantemente, a permanência da sua imagem no contexto urbano, com o mínimo de preservação da preexistência, torna-se um desafio do projeto. No caso em que os silos não chegaram a ser ocupados internamente, como o Museu de Arte Contemporânea de Rosario e El Molino Fabrica Cultural, esse último em Santa Fé, a permanência e a preservação da forma foram facilitadas a partir da não interferência direta do novo uso, visto que não houve a necessidade de inserção de volumes e/ou fenestrações para que o programa dos espaços culturais fosse instalado. E, mesmo no caso da Fabrica Cultural de Santa Fé, a inserção da nova arquitetura se deu no corpo do edifício do moinho, não interferindo diretamente na percepção da volumetria dos silos, bem como da arquitetura do conjunto.

Nos projetos em que houveram uma ocupação interna dos silos, como já relatados anteriormente, as interferências para adequação e abrigo das funções podem ser observadas tanto a partir dos rasgos nas superfícies dos cilindros, para inserção de elementos de fenestração, como também pela implantação de novas volumetrias agregadas à estrutura para atender o programa do novo uso atribuído. Em ambas as situações, tais elementos não interferiram de forma contundente na percepção da

---

<sup>18</sup> No caso dos exemplares das cidades de Rosário e Santa Fé, na Argentina. Há também geometrias poligonais em outros edifícios de silos.



forma e na leitura do edifício preexistente, sendo preservada não apenas a compreensão volumétrica do objeto, mas também a memória da edificação. No projeto de intervenção do Liceu Municipal, em Santa Fé, a nova arquitetura ocupou-se mais intensamente em estruturar-se internamente ao conjunto, buscando o mínimo de interferência na leitura do moinho e dos elementos existentes, observando-se apenas a abertura de pequenas frestas, conforme descrito anteriormente, e a instalação de uma estrutura metálica para abrigo de uma escada de emergência externa, promovendo, assim, uma preservação maior do edifício tida como uma diretriz da intervenção. No projeto do Hotel Los Silos, onde também foram feitas interferências para abertura de sacadas dos quartos de hospedagem, foi preservada a volumetria sem maiores prejuízos à leitura do edifício, notando-se ainda a inserção da estrutura das escadas de emergência, na extremidade do conjunto dos cilindros, e, também, o acréscimo de um piso, em forma de deck, acima dos silos, onde se localiza a piscina do hotel, em que sua composição guarda referências ao espaço onde se localizavam anteriormente as esteiras de distribuição, no alto dos silos. Já no caso do Puerto Norte Hotel, em Rosario, é o que, possivelmente, mais traz impacto na leitura do preexistente, pois no intuito de tentar assegurar uma maior preservação – com a não interferência na materialidade –, acabou por resultar no acréscimo de um volume envidraçado, acima do conjunto dos cilindros, em uma proporção que tornam os silos, muitas vezes, um simples pedestal para a nova arquitetura, retirando-os do papel de protagonista ou, minimamente, de coadjuvante.

### **ESPACIALIDADE INTERNA**

O espaço interno dos silos, historicamente, nunca foi ocupado por atividades humanas, porém sempre esteve preenchido da matéria prima que estocava. Esse talvez seja um dos aspectos mais intrigante, contraditório e que pode proporcionar ao projeto de intervenção diferentes possibilidades e abordagens. O fato de não se ter vivenciado essa espacialidade traz consigo um valor e, ao mesmo tempo, abre horizontes e potencializa as mais distintas formas de apropriação, ou seja, usar e intervir nesse espaço interno já é, por si só, um ato de interferência no preexistente, com grande probabilidade de valorizar estas edificações. Nos casos dos projetos das cidades de Rosario e Santa Fé, em que os silos foram ocupados, optou-se por interferir nessa leitura interna a partir da inserção de lajes, compartimentando essa espacialidade em pavimentos, buscando aproveitar o potencial em área que a verticalidade dos silos podiam oferecer. Por outro lado, mesmo que compartimentados, a geometria circular é claramente entendida na divisão dos espaços, seja pelas paredes curvas que os delimitam, seja através dos pés-direitos generosos preservados nos pavimentos térreos, possibilitando a leitura da volumetria dos silos. No projeto do Liceu Municipal de Santa Fé, as salas utilizam toda a seção do cilindro, sem haver divisão ou fragmentações, podendo assim ter uma visão interna do corpo curvo nas paredes que delimitam os ambientes de aula, sendo também conservado em sua estruturação e materialidade original, interna e externamente. Nos projetos dos hotéis houve uma preocupação em possibilitar que a adoção de um pé-direito mais elevado, nos pisos de acesso dos edifícios, pudesse revelar aspectos dessa espacialidade interna das estruturas dos silos. No Hotel Los Silos, em Santa Fé, o entendimento dessa leitura se dá pela presença das tremonhas e estruturas remanescentes.



tes do funcionamento anterior do edifício, mesmo que esta encontre-se um pouco diluídas entre forros de gesso e outras estruturas de composição interna. Já no caso do projeto do Puerto Norte Hotel, em Rosario, a percepção dos volumes cilíndricos é claramente identificada, tendo em vista que a compartimentação e as proporções da geometria da arquitetura existente norteou a definição e delimitação dos espaços internos, sendo estes ligados a partir da inserção de elementos que possibilitassem a comunicação entre os diferentes ambientes, como aberturas e portas.

## CONCLUSÃO

A utilização das estruturas dos silos para novas funções denota um importante processo que visa por um lado promover o reaproveitamento de estruturas existentes nos espaços centrais das cidades e, por outro lado, e não menos importante, promover a preservação da memória e da paisagem. Nos exemplos apresentados é possível compreender que os aspectos que poderiam impossibilitar um novo uso a essas estruturas surgem, muitas vezes, como potencializadores do projeto de intervenção. Ao se observar, por exemplo, as características dimensionais e de articulação modular promovida pelo arranjo geométrico dos silos é possível proporcionar a adequação destas estruturas para alguns usos que são concordantes a tal modulação e dimensionamento, ao se constatar que o diâmetro de 6 a 8m dos cilindros proporcionam a acomodação de espaços como os habitacionais ou mesmo de salas de aula, bem como também, sua verticalidade permite uma otimização de ocupação interna. Por outro lado, intervir nesses espaços no objetivo de promover a ocupação humana e, ao mesmo tempo, possibilitar a preservação das características principais dessa arquitetura talvez seja o ponto mais delicado nessa relação travada entre o existente e a intervenção, tendo em vista que os silos apresentam-se como estruturas inóspitas. Inserir novos volumes para atender ao programa, efetuar rasgos nas superfícies externas para permitir a ventilação e iluminação, adequar sua espacialidade interna para acomodar diferentes ambientes, são algumas das questões apresentadas por essa arquitetura tão particular e instigante que o projeto de intervenção procurará e deverá responder, nos mais distintos contextos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BANHAM, Reyner. *La Atlantida de Hormigon. Edificios industriales de los Estados Unidos y arquitectura moderna europea, 1900-1925*. Madrid: Editorial Nerea, 1989.
- COLLADO, Adriana. Tradición funcional, racionalidade técnica y valor estético – molinos y silos cerealeros en la Pampa Húmeda argentina. *Risco Revista de Pesquisa em Arquitetura e Urbanismo (Online)*, v. 15, n. 1, p. 51-67, 2 dez. 2017.
- LE CORBUSIER. *Por Uma Arquitetura*. São Paulo: Perspectiva, 2011.
- Trois rappels à MM. *Les Architectes. L'Esprit Nouveau Revue Internationale D'Esthétique*, Paris, nº 01, pp. 91-96, 1920. Disponível em: <http://arti.sba.uniroma3.it/esprit/viewer/web/viewer.html?&file=Li4vLi4vcGRmL0VzcHJpdE5vdXZIYXUtRlRlRmDEucGR>
- MENDELSON, Eric. *Amerika Bilderbuch Eines Architekten*. Berlin: Rudolf Mosse Buchverlag, 1926.
- WARMBURG, Joaquín Medina. *¿Walter Gropius Qué es Arquitectura? Antología de Escritos*. Barcelona: Editorial Reverté, 2019.

# ARQUITETURA VERTICALIZADA EM MADEIRA: PROPOSTA PARA UM POLO AMBIENTAL EM RECIFE-PE

**MELO, Lucas**

ORCID: 0000-0001-8228-1704

figueiredomelo.arq@gmail.com

**PINTO, Edna**

ORCID: 0000-0002-2863-385X

emourapinto@gmail.com

## RESUMO

O objetivo do presente artigo é descrever o processo projetual de uma edificação institucional pública verticalizada em madeira, na qual se convergem as sedes dos órgãos ambientais do estado de Pernambuco e da cidade do Recife, no Brasil. Os aspectos considerados na análise do processo foram as possibilidades construtivas, a partir de uma abordagem tectônica, em consonância com os condicionantes legais e climáticos da cidade do Recife. Primeiramente, foi feita uma contextualização acerca do uso da madeira industrializada e dos aspectos de sustentabilidade envolvidos, bem como da verticalização de edifícios em CLT (Cross Laminated Timber). No processo projetual descrito, é feita uma breve caracterização da área de intervenção e das primeiras soluções projetuais frente aos condicionantes legais e climáticos da região. Em seguida, analisam-se aspectos de construtividade e modulação, bem como os sistemas construtivos em MLC (Madeira Laminada Colada) e CLT. Por fim, uma abordagem tectônica é feita e a proposta final é apresentada. As principais fontes utilizadas foram as teses, dissertações, artigos científicos, relatórios técnicos, leis, normas e manuais. Como resultado, o artigo apresenta parte do processo projetual de arquitetura, soluções projetuais para uma edificação verticalizada em madeira de médio porte, bem como possibilidades e desafios na concepção de projetos deste tipo no contexto da construção civil brasileira.

## PALAVRAS CHAVE

Projeto arquitetônico; Arquitetura em madeira; Arquitetura institucional pública; edifícios verticalizados em madeira; CLT.

## INTRODUÇÃO

O uso da madeira na construção civil tem sofrido avanços e aperfeiçoamentos com a difusão de sistemas construtivos e tecnologias como as da Madeira Laminada Colada (MLC), conhecida também como Glued Laminated Timber (GLULAM ou GLT) e da Madeira Laminada Colada Cruzada (MLCC), mais conhecida como Cross Laminated Timber (CLT). O uso da madeira industrializada, aliada a um projeto arquitetônico adequado, é visto como potencial resposta aos desafios relativos ao impacto ambiental causado pela construção civil. Os sistemas construtivos em madeira

industrializada permitem gerar peças estruturais massivas com grandes dimensões, por meio da colagem de lamelas ou tábuas, além de proporcionarem formatos flexíveis, empregando tecnologias com Comando Numérico Computadorizado (CNC). Como resultado, a arquitetura se beneficia da pré-fabricação e racionalização construtiva com a possibilidade de execução de formas menos convencionais.

Por absorver o CO<sub>2</sub> da atmosfera durante seu processo de crescimento, a madeira é conhecida como um material que “sequestra carbono”. Sendo extraída de maneira controlada em florestas nativas ou em florestas plantadas, a madeira pode ser considerada uma alternativa mais sustentável que o aço e o concreto, sobretudo do ponto de vista do baixo consumo de energia e baixa emissão de CO<sub>2</sub> para a sua produção, além de oferecer uma construção sem resíduos no canteiro de obras.

Por isso, a MLC e o CLT têm sido cada vez mais utilizados em edifícios verticais ao redor do mundo, o que tem demonstrado a viabilidade técnica e econômica para a sua utilização. Destacam-se como exemplos de edifícios recentemente construídos com o sistema CLT, tanto para lajes, quanto para painéis de vedação: o edifício Mjøstårnet na Noruega, com 18 andares e 85,4 metros de altura; o Brock Commons Tallwood House no Canadá, com 18 andares e 53 metros de altura; o Dalston Lane no Reino Unido, com 10 andares e 33 metros de altura; o Forté na Austrália, com 10 andares e 33 metros de altura; dentre outros construídos, em construção ou em processo de planejamento.

Devido ao desenvolvimento e das pesquisas relacionadas às propriedades mecânicas e critérios de segurança contra incêndio, abalos sísmicos e desempenho termoacústico do CLT, muitas normas se encontram em processo de revisão, sendo possível, em alguns países, construir com até 17 pavimentos (Leite; Sánchez & Blumenschein, 2018).

No Brasil, Oliveira (2018) levantou um total de trinta e uma obras construídas em CLT no período entre 2012 até novembro de 2018, constatando um crescimento exponencial nos dois últimos anos. Na maioria dos casos, tratam-se de residências de alto Padrão de até dois pavimentos. Todavia, algumas construções comerciais e institucionais têm se destacado na utilização da madeira como principal elemento estrutural. É possível citar, como exemplos no Brasil, as estruturas em MLC do Shopping Iguatemi, do escritório americano La Guarda Low, em Fortaleza; o galpão Mícase Volume C, do Studio MK 27, em São Paulo; e as Moradias Infantis da Fundação Bradesco no Brasil, do estúdio Aleph Zero e Marcelo Rosenbaum, em Formoso do Araguaia, Tocantins.

Trabalhos recentes (Passarelli, 2013; Silva et al., 2016; Leite et al., 2017, 2018; Oliveira, 2018; Prado et al., 2020) apontam esforços na direção da difusão dos sistemas construtivos em MLC e CLT por pesquisadores, profissionais e empresas especializadas que atuam nesse setor, bem como consideram a utilização dessa tecnologia como uma alternativa promissora para a construção civil no Brasil. Portanto, a utilização desses materiais como sistemas construtivos pode ser uma alternativa competitiva dentro de um determinado contexto de industrialização da construção.

## **OBJETIVOS**

O objetivo do artigo é descrever o processo projetual de uma edificação institucional pública verticalizada em madeira, na qual se convergem as sedes dos órgãos ambientais do estado de Pernambuco e da cidade do Recife no Brasil, tendo como referência as análises das possibilidades construtivas dos sistemas estruturais verticalizados em madeira, a partir de uma abordagem tectônica, levando em consideração os condicionantes legais e climáticos da cidade do Recife.

## **MÉTODOS**

Os procedimentos metodológicos consistiram no resgate da literatura acerca de alguns temas e subtemas, a fim de subsidiar diretrizes e decisões projetuais. Nesse sentido, foi feita uma pesquisa bibliográfica e documental sobre a Madeira Lamina Colada (MLC) e a Madeira Laminada Cruzada (CLT), bem como análises acerca das decisões projetuais do edifício ora proposto. Como instrumentos, foram utilizados a pesquisa com sistemas de buscas, visitas técnicas, softwares paramétricos de modelagem 3D e maquetes virtuais. As principais fontes utilizadas foram as teses, dissertações, artigos científicos, relatórios técnicos, leis, normas e manuais.

## **CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DE INTERVENÇÃO**

A área de intervenção está localizada na cidade do Recife, Pernambuco, Brasil. Trata-se do lote de esquina número 202, o qual se encontra no cruzamento entre as ruas Jorge Gomes de Sá e Henrique Machado. Está próximo ao Parque Santana, bem como do rio Capibaribe, entidades marcantes do tecido urbano da Cidade.

O local é caracterizado por ser uma região de trânsito leve a moderado, apesar do grande parque na proximidade. Isso se deve à Lei nº 16.719 de 2001, que criou a Área de Reestruturação Urbana – ARU, com o objetivo de alterar os parâmetros urbanísticos de doze bairros, resguardando as características originais desses locais que vinham sofrendo descaracterizações com a especulação imobiliária predatória. Nesse sentido, o terreno em questão possui rigorosas restrições quanto ao potencial construtivo e taxa de ocupação do solo.

Algumas leis foram necessárias para o desenvolvimento do projeto arquitetônico, tais como a Lei nº 16.292 (1997), que regula as atividades de edificações e instalações no município do Recife e a Lei nº 16.719 (2001), que cria a Área de Reestruturação Urbana (ARU) e estabelece os parâmetros urbanísticos para a construção no terreno escolhido. Além das leis, algumas normas foram levadas em consideração como a NBR 9050, de acessibilidade, a NBR 9077, que trata sobre saídas de emergência em edifícios, a NBR 7190, que trata sobre projeto de estruturas de madeira e o Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico de Pernambuco (COSCIPE-PE).

Como parâmetros gerais (tabela 1), a edificação teve de cumprir os critérios estabelecidos pela ARU, alcançando os valores representados nos parâmetros do projeto (tabela 3), como resultado da proposta final.

TABELA 1

Parâmetros Gerais.  
Fonte: Autor, 2021.

Área do Terreno	Coefficiente de Aproveitamento	Taxa de Ocupação	Taxa de Solo Natural	Potencial de Construção	Número máximo de pavimentos
10.759,00	≤ 2,00	≤ 40 %	≥ 60 %	≤ 21.478,00	≤ 5
		4.295,60	6.443,40		

## PROGRAMAÇÃO ARQUITETÔNICA, CONCEITO E PARTIDO

O edifício proposto configura a sede unificada dos órgãos ambientais do Estado de Pernambuco e da cidade do Recife. Por se tratar de uso institucional público de órgãos relacionados ao meio ambiente, optou-se por propor uma edificação que pudesse refletir os princípios da sustentabilidade em sua concepção, bem como na sua aparência como objeto arquitetônico. O programa de necessidades surgiu por meio de entrevista com o diretor técnico do órgão ambiental estadual e é composto por ambientes de trabalho, voltados aos funcionários da instituição, bem como usos para o público em geral, como auditório, biblioteca e centro de exposições. Dessa maneira, buscou-se por uma implantação que visasse integrar atividades diversas sem comprometer a funcionalidade.

O partido adotado surgiu com a intenção de seguir como premissa o conceito de “permeabilidade”, devido ao seu caráter público e convergente. Essa intenção se concretiza com a implantação do edifício no lote, bem como pela ausência de barreiras físicas no pavimento térreo sob pilotis e através das lâminas dos pavimentos do edifício que buscam a ventilação cruzada por meio de elementos vazados e átrios no corpo do edifício.

A proposta inicial é composta por dois blocos que se configuram no lote como resposta às intenções do conceito e aos parâmetros urbanísticos, de modo que o edifício se distribui pelo terreno ao mesmo tempo em que se molda aos condicionantes climáticos do local. O edifício é proposto em sistema estrutural pilar-viga em MLC, conformando uma planta livre da estrutura. Dessa forma, pode se adaptar às mudanças de layout das salas de trabalho. O organograma institucional dos órgãos ambientais varia bastante e a conformação de setores acaba mudando com frequência, por isso, torna-se importante o aspecto da flexibilidade dos ambientes internos.

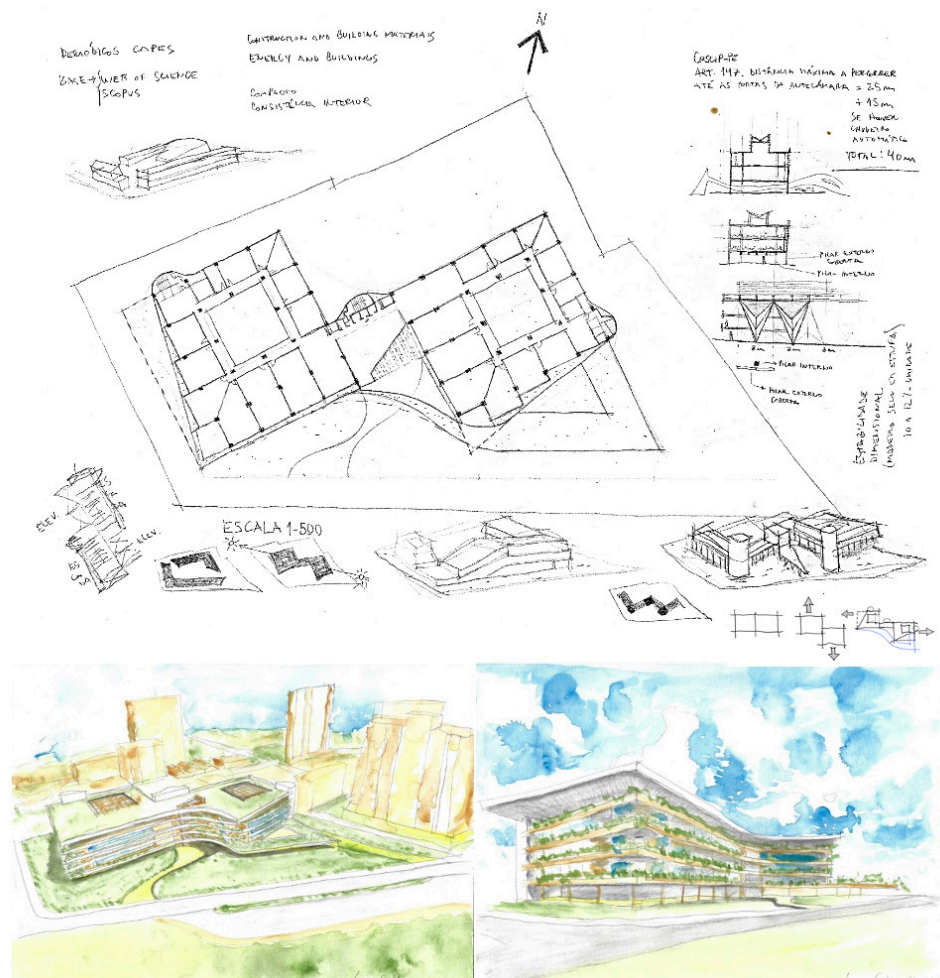
Embora o edifício siga a premissa de uma construção pré-fabricada, com elementos estruturais prontos para a montagem, buscou-se romper a monotonia da fachada voltada para a rua principal, através de variações das arestas dos planos horizontais que se configuram de forma sinuosa como referência ao rio Capibaribe, que contorna o parque Santana logo à frente do edifício. A síntese da forma buscou responder ao conceito de permeabilidade que resultou no partido.

Na etapa inicial, foram feitos diversos croquis (figura 1) que representam algumas soluções globais em busca da melhor implantação do objeto arquitetônico no terreno. A busca pelo pátio interno se mostra em todas as soluções iniciais pretendidas e a preocupação com a circulação vertical se tornou presente, pois, para a edificação abraçar o terreno com seus 158 metros de testada frontal, as distâncias entre a circulação vertical e os ambientes deveriam seguir a distância permitida pelo Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico do Estado de Pernambuco, COSCIP-PE. A



edificação foi classificada no Inciso II, bem como nos §1º e §3º deste código, o que permitiu o total de 45 metros a ser percorrido dos pontos extremos às portas das antecâmaras que dão acesso às escadas de emergência. Desta forma, três caixas de escadas foram criadas para a solução adotada com os dois blocos com pátios internos.

O conceito volumétrico inicial indica as intenções preliminares da forma geral e tratamento das fachadas, através de marcações horizontais e de jardineiras. A partir deste ponto, foram feitas reformulações quanto às decisões tomadas em relação à cobertura, tratamento das fachadas, área verde e número de pavimentos, o que acarretou em mudanças das decisões tomadas, bem como confirmação e validação de algumas ideias preliminares.



**FIGURA 1**  
Estudos de implantação e definição do partido. Fonte: Autor, 2021.

## ASPECTOS DE CONSTRUTIVIDADE E A MODULAÇÃO

A construtividade, definida por Loyola Vergara et al. (2010) como “a maneira na qual o projeto de um edifício facilita sua construção” reflete a consciência sobre o considerável impacto que as decisões tomadas possuem na fase de projeto sobre o posterior nível de eficiência das operações de construção. Nesse sentido, o projeto desenvolvido foi concebido levando em consideração aspectos da construtividade como premissa. Esses aspectos se refletiram, no primeiro momento, a partir do princípio

da modulação, o qual levou a criação do projeto a partir de um módulo estrutural em grelha com dimensões de 8,0 x 8,0 m entre eixos (figura 2). Esta modulação permite uma relação adequada entre espaços de trabalho que possam se distribuir em layouts diversos, através de elementos divisórios, sem que haja a preocupação da estrutura engessar tais mudanças. Além disso, a modulação permite a repetição de elementos estruturais e facilita a fabricação e montagem na obra. O vão estrutural também se torna adequado do ponto de vista das estruturas de modo que as vigas maciças em MLC possam ser resolvidas sem a preocupação quanto as suas dimensões, podendo alcançar medidas menores que 80 cm de altura para este vão.

Os vãos entre pilares do projeto são de 8,0 x 8,0 m, o que permite a utilização de diversas configurações possíveis para a paginação das lajes em CLT. Grandes painéis podem gerar vibração e instabilidade para as lajes, no entanto, é possível utilizar um sistema híbrido de painéis CLT com camada superficial em concreto. Em experimentações de layout de paginação, utilizou-se as dimensões de 3,0 x 8,0 m, 2,0 x 7,0 m, 2,0 x 8,0 m e 2,0 x 6,4 m, além de painéis com recortes variados nas extremidades dos pisos.

A Crosslam, fabricante de painéis CLT no Brasil, possui painéis de laje e de parede com 3, 5 e 7 camadas, podendo chegar ao tamanho máximo de 3 metros de largura por 12 de comprimento. De acordo com o Conselho Nacional de Trânsito (CONTRAN) as dimensões máximas para veículos simples de transporte no Brasil são 2,6 m de largura, 4,4 m de altura e 14,0 m de comprimento. Apesar da largura máxima dos veículos de transporte serem de 2,6 metros, é possível transportar os painéis de 3 metros de largura da empresa citada por meio de carretas com batedores credenciados pela Polícia Rodoviária Federal (PRF).

A partir de experimentações quanto às disposições dos painéis CLT nos pisos, notou-se uma alta quantidade de arranjos possíveis que careciam de informações para serem definidos nesta etapa de projeto, sobretudo sem uma análise da interação entre os projetos complementares de instalações prediais e estrutural, os quais influenciariam tal escolha. Apesar disso, uma sugestão foi definida, incluindo aberturas de shafts em pontos estratégicos para a passagem de tubulações das instalações prediais, sobretudo hidráulicas e de ar-condicionado, conforme ilustrado na figura 2. As cores representam painéis em dimensões iguais, enquanto a cor vermelha representa painéis com dimensões variáveis devido aos recortes nas extremidades.



**FIGURA 2**

Paginação de painéis CLT no pavimento tipo e eixos estruturais.

Fonte: Autor, 2021.

### SISTEMAS CONSTRUTIVOS EM MLC E CLT.

Os sistemas construtivos pilar-viga em MLC e painéis portantes em CLT foram escolhidos por diversos fatores que beneficiam desde o processo construtivo, até as experiências mais subjetivas quanto aos espaços criados, seja pela forma, seja pela materialidade. Alguns dos benefícios que motivaram a escolha do sistema construtivo e do material empregado foram:

**Sustentabilidade:** A madeira laminada colada empregada no sistema pilar-viga pode contribuir de maneira eficiente para uma construção rápida e limpa, através dos elementos pré-fabricados que serão montados na obra. Além disso, a madeira é um material de baixa energia incorporada, sendo um produto industrializado que consome pouca energia em sua produção;

**Boa relação entre peso e resistência:** A madeira é um material mais leve que o aço e o concreto, tendo uma relação entre resistência e peso maior que a destes materiais. Isso significa uma economia nas fundações e maior leveza dos elementos fabricados;

**Desempenho:** Por ser um material industrializado, é fabricado para atender a critérios específicos de desempenho. A peça sai da fábrica com características de resistência conhecidas e controladas, atendendo aos requisitos do projeto de maneira confiável;

**Flexibilidade:** A madeira laminada colada permite uma flexibilização nas formas, pois o princípio da junção de peças menores para formar peças maiores permite a

criação de formas e tamanhos variados, podendo haver peças estruturais curvilíneas como proposto nas vigas de bordo da fachada principal, bem como constituir grandes vãos;

Bem-Estar: Estudos apontam que o uso da madeira em edifícios, por ser um material que mimetiza a natureza, aumenta a produtividade em ambientes de trabalho, diminui os níveis de estresse e traz conforto e bem-estar para usuários desses edifícios.

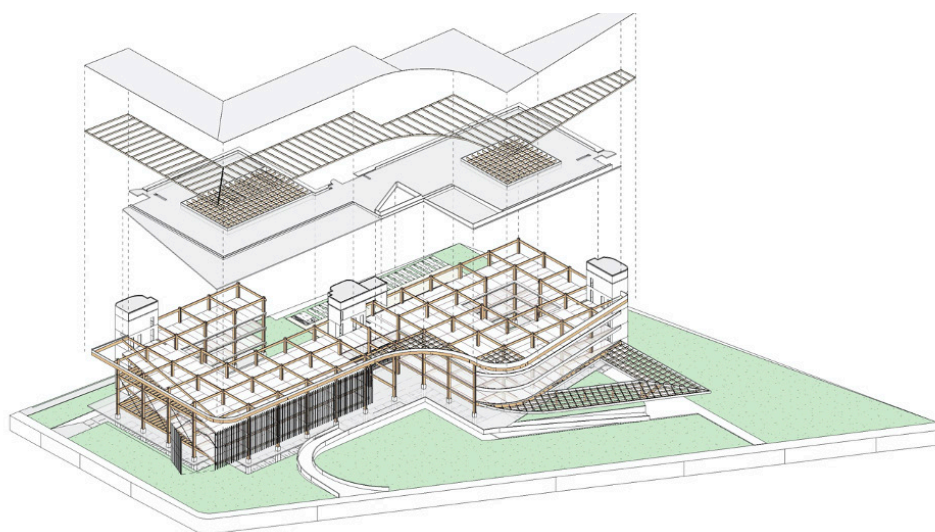
A partir do dimensionamento preliminar dos elementos estruturais, foram extraídos os volumes em madeira das lajes, vigas e pilares do corpo principal do edifício, constando-se um total de 1.420,1 m<sup>3</sup> em madeira (tabela 2). Considerando que 1 m<sup>3</sup> de madeira absorve aproximadamente 1 tonelada de CO<sub>2</sub>, estima-se que cerca de 1.420,1 ton de CO<sub>2</sub> podem ser captadas e armazenadas nos elementos estruturais dessa edificação.

Tipo	Volume (m <sup>3</sup> )
Pilares	127,89 m <sup>3</sup>
Vigas	255,41 m <sup>3</sup>
Lajes	1.036,80 m <sup>3</sup>
Volume Total:	1.420,1 m <sup>3</sup>

**TABELA 2**

Somatório do volume em metros cúbicos de madeira das lajes, vigas e pilares. Fonte: Autor, 2021.

A concepção estrutural adotada foi representada na figura 3, a partir de uma vista explodida gerada no software paramétrico Revit.



**FIGURA 3**

Vista Isométrica explodida. Fonte: Autor, 2021. Fonte: Autor, 2021.

### ABORDAGEM TECTÔNICA

A relação entre materialidade, sistema estrutural e estética do edifício, a partir da utilização do sistema pré-fabricado em MLC e CLT, que busca a durabilidade e o desempenho, em alguns casos, pode ser conflitante com a abordagem tectônica da arquitetura, sobretudo no que diz respeito à “verdade” material e estrutural do edifício. Ao se proteger a madeira das intempéries, é possível que a madeira acabe sendo escondida por uma espécie de envelopamento do edifício, através de camadas que sirvam para evitar a exposição do material ao meio externo. No entanto, buscou-se soluções no sentido de harmonizar o desempenho e a proteção do material sem perder o seu valor estético inerente.

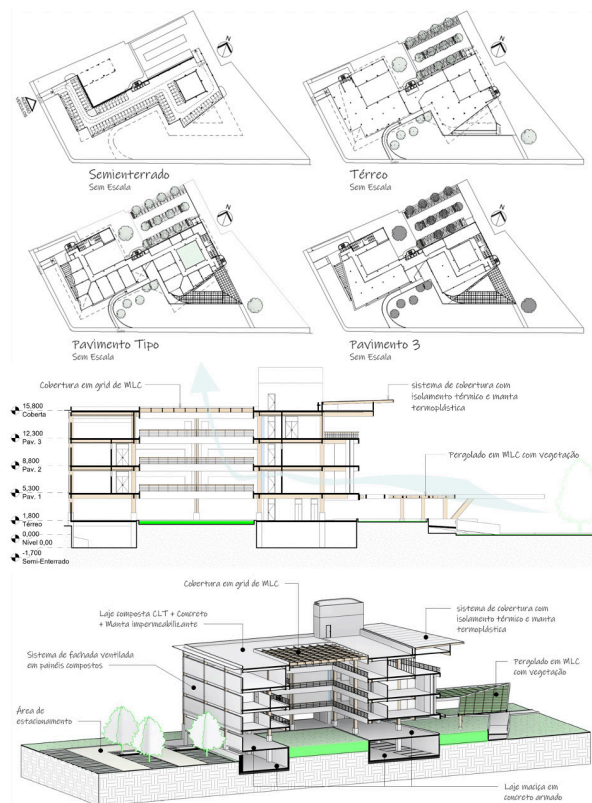


Nos casos em que a madeira se encontra em ambiente externo, não controlado por sistemas de condicionamento de ar, ela deve ser protegida pela cobertura, evitando-se dessa forma a radiação solar intensa, bem como a ação das chuvas. Outra estratégia é suspender a madeira do solo, através de uma base em concreto, ou de encaixes metálicos para evitar patologias na base do pilar em madeira. No caso de cobertas, as faces com maior exposição solar e à ação das chuvas devem ser protegidas por materiais que se sobreponham às partes mais expostas. Todos os detalhes que solucionam o projeto em madeira fazem parte do aspecto tectônico do edifício e buscam a harmonia entre a proteção do material e a sua exposição visual.

Nesse sentido, buscou-se o conforto e a sensação de contato com a natureza que a madeira traz, levando-se em consideração as decisões que a protejam e a expõem, a fim de trazer o bem-estar e as reflexões acerca da relação harmoniosa entre o homem e o meio ambiente.

### PROPOSTA FINAL

Como resultado, culminando na proposta final (figura 4 e 5), obteve-se uma edificação com pavimento semienterrado, para vagas de estacionamento, térreo sob pilotis para múltiplos usos, 1º e 2º pavimentos com salas de trabalho, salas de reuniões, banheiros, salas técnicas, depósitos, almoxarifado e espaços de convivência e 3º pavimento com auditório, sala de exposições, biblioteca, salas técnicas, depósitos e banheiros, sob uma cobertura estruturada em vigas em MLC com sistema de cobertura híbrido, sendo uma parte plana em CLT com camada de concreto impermeabilizado e outra com isolamento térmico e manta termoplástica, conforme cortes esquemáticos da figura 4.



**FIGURA 4**  
Plantas baixas do semienterrado, térreo, pavimento tipo, 3º pavimento e cortes esquemáticos.  
Fonte: Autor, 2021.



A área de construção chegou a um total de 13.312,69 m<sup>2</sup>. Observa-se (tabela 3) que a taxa de ocupação e solo natural tiveram resultados próximos ao limite permitido pela legislação, embora tenha havido folga no total de área construída permitida, tendo como resultado coeficiente de aproveitamento de 1,24, ou 62%.

Área do Terreno	Coefficiente de Aproveitamento	Taxa de Ocupação	Taxa de Solo Natural	Área Total de Construção	Número de pavimentos
10.759,00	1,24	38,41 %	62,53 %	13.312,69	5
		4.124,74	6.714,71		

**TABELA 3**  
Parâmetros do projeto.  
Fonte: Autor, 2021.

As soluções arquitetônicas expõem a madeira das cobertas, bem como protegem os pilares estruturais da edificação verticalizada, onde os mesmos estão sob uma base em concreto armado, bem como acima de um pavimento semienterrado e térreo em concreto armado, o que evita a umidade ascendente do solo. O volume da edificação permite a ventilação cruzada, pois toda a fachada principal está voltada para o Sudeste e Leste, onde os ventos são predominantes na região. Também é possível abrir as esquadrias e permitir a circulação de ventos que devem adentrar os pátios internos. O conjunto de soluções ora expõe a madeira nos casos em que ela é menos solicitada estruturalmente, como nos pontos em que apoia apenas elementos de cobertura ou pérgolas, ora a protege, sobretudo nos pilares principais do corpo do edifício, que voltam a aparecer no terceiro e último pavimento, os quais estão mais protegidos com a grande coberta. Brises-soleil e painéis sólidos compostos compõem as fachadas principais de forma variável em cada bloco e amenizam o excesso da luz solar.



**FIGURA 5**  
Perspectiva externa da proposta final. Fonte: Autor, 2021.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A diminuição do impacto ambiental causado pela construção civil pelo mundo é o principal impulsionador da construção de edifícios em madeira massiva. O uso desse material por meio de seus subprodutos industrializados promove os princípios da pré-fabricação, racionalização da construção e, sobretudo, da sustentabilidade. Portanto, é aliado de construções que buscam menor impacto ambiental, além de outros benefícios inerentes ao uso do material.

A maior problemática no uso da madeira industrializada em edifícios de grandes dimensões está na viabilidade industrial, tecnológica e de mão-de-obra especializada, partindo da extração de matéria-prima, sua transformação na indústria, passando pelas fases de concepção e projetos de arquitetura e engenharia, até chegar na construção. Outro aspecto considerável está na cultura e no clima locais. Sabe-se que a madeira de média densidade em exposição à umidade constante possuirá patologias brevemente. No entanto, soluções de projeto podem prevenir e combater tais patologias. Portanto, trata-se sobretudo de um atributo de projeto o sucesso da aplicação da madeira como material construtivo nos climas úmidos.

Quanto ao processo projetual de uma edificação institucional pública concebida em madeira, há peculiaridades a serem observadas frente as questões que o envolvem, seja pela busca do uso do material com o objetivo de garantir seu adequado desempenho, seja pelas respostas aos condicionantes específicos do projeto, em especial aquelas relacionadas ao clima e à segurança contra incêndio. Entretanto, tais aspectos não comprometem substancialmente processos comuns de um projeto de arquitetura, ao contrário, consubstanciam os aspectos tectônicos, de construtividade e modulação.

O desempenho de uma edificação em madeira está, portanto, intimamente relacionado às decisões projetuais, que nessa proposta levaram em consideração a proteção dos elementos construtivos frente a exposição direta às intempéries, sobretudo, quando se trata dos elementos estruturais mais solicitados estruturalmente. Dessa maneira, é possível utilizá-la de forma eficiente em diferentes condições climáticas.

No Brasil, a demanda para este tipo construção ainda não é suficiente para aumentar o processo de industrialização da madeira. Apesar disso, nota-se que há um considerável aumento de construções em madeira no Brasil e no mundo, o que contribui com maior industrialização desses produtos, disseminação de soluções construtivas, bem como na redução dos custos dos insumos e elementos estruturais e construtivos com base nesse material, tornando-o mais atrativo para o público brasileiro.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Associação Brasileira de Normas técnicas (2020). NBR 9050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos.
- Associação Brasileira de Normas técnicas (1997). NBR 7190: Projeto de estruturas de madeira.
- Associação Brasileira de Normas técnicas (2001). NBR 9077: Saídas de emergência em edifícios.
- Corpo de Bombeiros Militar de Pernambuco (n.d.). Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico. <https://www.intranet.bombeiros.pe.gov.br/portal/storage/get/file/1684>.
- Knox, A., & Parry-Husbands, H. (2018). Workplaces: Wellness + Wood = Productivity Background. Forest & Wood Products Australia. <https://makeitwood.org/healthandwellbeing/wellness-study.cfm>.
- Leite, T. M., Santos, P. A. F. M., & do Valle, I. M. R. (2017). O uso da Madeira Laminada Colada no Brasil: panorama e desafios. II Congresso Latino-americano de Estruturas de

- Madeira & II Congresso Ibero-latinoamericano de Madeira na Construção, Buenos Aires, Argentina. <https://clem-cimad2017.unnoba.edu.ar/papers/T7-20.pdf>.
- Leite, T. M., Manoel Sánchez, J., & Naves Blumenschein, R. (2018). O processo produtivo de painéis estruturais em Cross Laminated Timber: potencialidades e desafios de implantação na construção civil brasileira. Anais do XVI Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estruturas de Madeira & III Congresso Latino-americano de Estruturas de Madeira, São Carlos, SP, Brasil.
- Lei n. 16.292 de 29 de janeiro de 1997 (1997), regula as atividades de edificações e instalações no município do Recife.
- Lei n. 16.719 de 30 de novembro de 2001 (2001), cria a Área de Reestruturação Urbana – ARU, composta pelos bairros Derby, Espinheiro, Graças, Aflitos, Jaqueira, Parnamirim, Santana, Casa Forte, Poço da Panela, Monteiro, Apipucos e parte do bairro Tamarineira, estabelece as condições de uso e ocupação do solo nessa área.
- Passareli, R. N. (2013). Cross Laminated Timber: Diretrizes para projeto de painel maciço em madeira no Estado de São Paulo. Dissertação de mestrado, Instituto de Arquitetura e Urbanismo, São Carlos, SP, Brasil.
- Prado, L. da M. O., Pinto, E. M., & Ino, A. (2020). O uso da madeira na arquitetura eco-tech: uma dialética entre urgência ecológica e expressão tecnológica. XVII Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estruturas de Madeira, no prelo, Florianópolis, SC, Brasil.
- Silva, C. A., Chirinéa, M. L., & Barros, M. M. S. B. (2016). Cross Laminated Timber (CLT): uma tecnologia construtiva viável no Brasil?, XVI Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, São Paulo, SP. [http://www.infohab.org.br/entac/2016/ENTAC2016\\_paper\\_99.pdf](http://www.infohab.org.br/entac/2016/ENTAC2016_paper_99.pdf)
- Vergara, L. & Jarpa, G. (2010). Constructividad y Arquitectura. Santiago: Universidade do Chile, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo.

# **EQUILÍBRIO, CAMINHO DAS FORÇAS E CONSTRUÇÃO DA FORMA: UMA EXPERIÊNCIA PEDAGÓGICA NO ENSINO REMOTO DE ESTRUTURAS.**

## **AGUIAR, Monica**

Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro – PUC-Rio, Brasil, ORCID 0000-0003-1205-2740  
monicaaguiar@puc-rio.br

## **FAVERO, Marcos**

Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro – PUC-Rio, Brasil, ORCID 0000-0001-8556-4603  
faverom@puc-rio.br

## **ALVARES, Luciano**

Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro – PUC-Rio, Brasil, ORCID 0000-0003-4458-7512  
lucianoalvares@puc-rio.br

## **RESUMO**

O objetivo desse trabalho é compartilhar a experiência pedagógica de ensino remoto síncrono, aplicada ao processo de ensino-aprendizagem de estruturas no atelier integrado de projeto do primeiro período do Curso de Arquitetura e Urbanismo da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (CAU/PUC-Rio). Experiência implementada em 2020, devido à pandemia de COVID 19, a partir da adaptação da oficina presencial que vinha se realizando desde 2017 neste atelier. A modificação dessa prática pedagógica presencial, com características específicas de laboratório, a princípio, nos pareceu impossível. A adaptação de duas oficinas para o modo virtual passou a configurar uma espécie de Canteiro Experimental na residência de cada estudante, caracterizando-se pela construção de modelos compostos de um tijolo cerâmico, varetas de madeira e barbante, para investigação do equilíbrio e do caminho de forças durante a construção da forma e para a compreensão dos esforços de compressão, tração e flexão que surgem durante o processo, além de servirem como base para a disciplina de representação arquitetônica. Fundamentadas teoricamente nos trabalhos de Juhani Pallasmaa, Eduard Franz Sekler e Kenneth Frampton, as oficinas realizadas à distância se mostraram tão efetivas quanto as presenciais e acabaram por se mostrar verdadeiros campos de expansão de criatividade e aprendizado, tanto para os estudantes quanto para os professores.

## **PALAVRAS CHAVE**

Ensino remoto síncrono; Estrutura; Arquitetura; Atelier de projeto; Oficina;

## **INTRODUÇÃO**

O objetivo desse trabalho é compartilhar a experiência pedagógica realizada no âmbito da modalidade ensino remoto síncrono, aplicada ao processo de ensino-aprendizagem de estruturas no atelier integrado de projeto do primeiro período

do Curso de Arquitetura e Urbanismo da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (CAU/PUC-Rio). Atelier que opera, conforme o Projeto Pedagógico do Curso, com os diversos saberes envolvidos no processo de projeto, de maneira integrada. Arquitetura, urbanismo, tecnologia, teoria e representação caracterizam estes saberes. Durante os cinco anos do curso, cada atelier integrado é formado por uma equipe multidisciplinar sob a coordenação de um professor supervisor.

Compartilha-se aqui a experiência que foi implementada no atelier do primeiro período, disciplina denominada Introdução ao Projeto, que precisou ser adaptada do modo presencial para o modo virtual devido às restrições impostas pela pandemia de COVID 19.

No atelier de projeto do primeiro período do Curso de Arquitetura e Urbanismo trabalham alunos que ainda não cursaram qualquer disciplina de sistemas estruturais. Consideramos, porém, que o ensino de estruturas em um curso de graduação em arquitetura e urbanismo deve ser abordado desde o seu início e, principalmente, não deve ser desvinculado da experiência construtiva. Portanto, a prática pedagógica em questão associa arquitetura, estrutura e construção por meio de duas oficinas realizadas no âmbito do atelier de projeto, sendo que, atualmente, o atelier é o lugar onde o aluno se encontra, sendo este na maioria das vezes sua própria residência.

Assim como Juhani Pallasmaa, em *As Mãos Inteligentes: A Sabedoria Existencial e Corporalizada na Arquitetura*, acreditamos na vinculação entre corpo e mente, inteligência e criatividade. Buscamos, portanto, incorporar os procedimentos realizados com as mãos ao aprendizado do conceito de equilíbrio vinculado ao caminho das forças, que geram os esforços de tração, compressão e flexão e que se desenvolvem durante a construção da forma arquitetônica. A abordagem inclui ainda o conceito de tectônica formulado por Kenneth Frampton, especialmente em *Studies in Tectonic Culture: The Poetics of Construction in Nineteenth and Twentieth Century Architecture*, segundo o qual somente a conjugação dos vetores *topos*, *typos* e tectônico confere legitimidade arquitetônica ao edifício, estando o tectônico relacionado com a necessidade da arquitetura se expressar na forma estrutural e construtiva.

Teoria e prática se vinculam por meio de duas oficinas de construção, cuja proposta é a criação de uma forma-estrutura composta de varetas de madeira, que deverão sustentar e equilibrar um tijolo cerâmico, em duas configurações formais distintas, nas quais deverão ser identificados os esforços de compressão e tração que ali se desenvolvem. Como fechamento, promove-se uma exposição para a análise e discussão dos trabalhos entre os professores dos diversos conteúdos e os alunos, na qual, simultaneamente, acontece uma apresentação de obras de referência. Procedimento que permite relacionar características dos trabalhos realizados nas oficinas com projetos efetivamente construídos.

## **ESTRATÉGIA**

A proposta de ensino de estruturas nos ateliers de projetos do CAU/PUC-Rio está inserida em um projeto pedagógico que considera a área de tecnologia um saber fundamental para a formação dos profissionais de arquitetura, mais especificamente nos dois primeiros anos do Curso. Trata-se de uma proposta fortemente vin-



culada a uma prática projetual integrada, na medida em que o Curso é organizado em torno de ateliers de projeto que são distribuídos do primeiro ao oitavo período (o último ano é dedicado ao Trabalho de Conclusão de Curso, portanto tem uma dinâmica diferenciada), para os quais, logicamente, também contribuem, de maneira intrínseca, as outras disciplinas, de caráter teórico ou prático, que caracterizam a grade curricular.

Em um ambiente de atelier, o processo de ensino-aprendizagem se dá pelo fazer que, segundo Donald Schön, é um processo durante o qual os alunos aprendem fazendo e os professores são basicamente orientadores:

Nos estágios iniciais do ensino prático, reinam a confusão e o mistério. A passagem gradual à convergência de significado é mediada – quando acontece – por um diálogo distintivo entre o estudante e o instrutor (SCHÖN, 2000, p.27).

No caso do ensino de estruturas nos ateliers de projeto, do primeiro ao quarto períodos do CAU/PUC-Rio, o contexto em que esse ensino se dá é desvinculado do ensino teórico de estruturas, que acontece a partir do quinto período. Esse fato traz aos professores de estrutura problemas que beiram a impossibilidade de solução pedagógica, mas apresentam muitos desafios que estimulam a criatividade.

Considerando o atelier de projeto “um exemplo vivo e tradicional de ensino prático e reflexivo” (SCHÖN, 2000, p. 45), procuramos transformá-lo em um ambiente de aprendizado de conceitos estruturais vinculados aos projetos de arquitetura em desenvolvimento, de acordo com o programa estabelecido para a disciplina, neste caso Introdução ao Projeto. Programa que, do primeiro ao quarto período, ganha complexidade progressivamente. De forma gradual, procura-se estimular o potencial intuitivo do aluno e também sua capacidade crítica e analítica. No ensaio *Structure, Construction, Tectonics*, Eduard Franz Sekler define o âmbito de abrangência de cada um desses termos, abordagem que procuramos vincular como temas desenvolvidos nos ateliers de projeto do primeiro ao quarto período. Para Sekler, estrutura é um sistema ou princípio de arranjo destinado a lidar com as forças atuantes na edificação, que se materializa nos elementos estruturais, ou seja, na estrutura portante. Para o autor, construção é a concreta realização de um princípio ou sistema, que se dá pela utilização de vários materiais unidos por diferentes métodos (SEKLER, 1965, p. 89). Quanto à expressão tectônica, esta pode se dar “quando o objeto construído consegue transmitir a experiência das forças relacionadas às formas em uma edificação” (SEKLER, 1965, p. 92). Tomando como referência estas definições, procuramos orientar o ensino de estruturas nos ateliers de projeto do primeiro ao quarto períodos da seguinte maneira: o tema estrutura é o ponto central no primeiro período, o tema construção é o do segundo e o tema tectônica é o do terceiro. Complementando os fundamentos teóricos de Sekler, aprofundamos as noções de tectônica a partir das ideias de Frampton, para quem, somente unidos, os vetores *topos*, *typos* e tectônico conferem legitimidade arquitetônica ao edifício (FRAMPTON, 1995, p. 2). Para o autor, o vetor tectônico está relacionado à necessidade da arquitetura “expressar-se na forma estrutural e construtiva” da edificação (FRAMPTON, 1990. In: NESBITT, 2015, p. 558). Essa estratégia permite que no quarto período o foco seja a síntese dos três temas anteriores.

O atelier do primeiro período é a porta de entrada dos alunos no mundo da Arquitetura. É ali que vão se familiarizar com instrumentos de trabalho, posturas para soluções de problemas, novos conceitos e demandas de autonomia. Nesse cenário, o papel do professor é fundamental e é nesse momento que começa a se dar a relação ensino-aprendizagem no formato descrito por Schön, no qual o professor deve:

[...] aprender formas de mostrar e dizer adequadas às qualidades peculiares do estudante que tem à sua frente, aprendendo a ler suas dificuldades e potenciais particulares a partir de seus esforços na execução, bem como a descobrir e testar o que ele faz das intervenções dele. O estudante deve aprender o ouvir operativo, a imitação reflexiva, a reflexão sobre seu próprio ato de conhecer-na-ação e os significados do instrutor. (SCHÖN, 2000, p. 97).

No caso do primeiro período, o projeto de arquitetura a ser desenvolvido é um pequeno centro acadêmico para uso dos alunos, configurando um pavilhão anexo ao solar Granjean de Montigny, no próprio campus da Universidade. Como o tema da área de tecnologia é estrutura, para o desenvolvimento desse projeto procura-se, primeiramente, despertar nos alunos a intuição estrutural. Entendemos intuição como um fundamento para a capacidade criativa. Pallasmaa aponta para o fato de inteligência e criatividade serem usualmente celebradas como “qualidades individuais ou totalmente separadas, ou mesmo exclusivas” (PALLASMAA, 2013, p.11), o que seria a característica de uma herança cartesiana da civilização ocidental.

Assim como o autor, acreditamos na poderosa associação entre criatividade e inteligência, cuja fonte está no uso do corpo, da mente e da intuição. Intuição que é técnica tácita, adquirida pela experiência acumulada do corpo, como presença no mundo, e pela percepção das causalidades físicas daí advindas. Em nossas vidas cotidianas, inconscientemente, colecionamos impressões do ambiente construído, assim como certa conformação das ideias de massa, peso, leveza, solidez, equilíbrio, desequilíbrio e outras características das construções, que vão se acumulando em nossa mente a partir de nossa experiência corporal, mesmo que de forma inconsciente.

Segundo Mario Salvadori, “uma estrutura é um artefato que expressa um dos muitos aspectos da criatividade humana, mas é um artefato que não pode ser criado sem um respeito profundo pelas leis da natureza” (SALVADORI, 2015, p.12). Como seres inseridos na natureza acumulamos um conhecimento tácito que, pela experiência vivida, fundamenta nossa intuição estrutural. E é com ela que começamos nosso trabalho.

## **DIRETRIZES**

Para que o tema estrutura seja trabalhado no atelier de projeto do primeiro período definimos três diretrizes: equilíbrio, caminho das forças e construção da forma. A escolha dessas diretrizes está relacionada com o projeto a ser desenvolvido pelos alunos, uma vez que se procura vincular sua possível materialização com essas três diretrizes, pois o objeto construído precisará, necessariamente, estar equilibrado. Para isso, é importante conhecer o caminho das forças que ali se manifestam até serem conduzidas ao solo e, finalmente, como a necessidade de existência de uma

estrutura possibilitará ou mesmo participará da construção da forma.

Antes mesmo do início do desenvolvimento do projeto de arquitetura, a área de tecnologia propõe duas oficinas. Para a primeira, solicita-se aos alunos que preparem em casa, ou aonde estiverem, um local de trabalho com base firme onde possam posicionar os materiais: um tijolo cerâmico, um pacote de varetas de madeira e cola quente. Para a segunda oficina, acrescenta-se a este material um rolo de barbante.

Essa já é uma primeira oportunidade que os alunos têm de lidar com um material de construção que é utilizado na prática, no caso o tijolo, e nesse momento se dá um aprendizado que tem, no uso das mãos, a primeira ferramenta. Segundo Pallasmaa, “todos os nossos sentidos pensam e estruturam nossas relações com o mundo, embora geralmente não estejamos cientes dessa atividade perpétua” (PALLASMAA, 2013, p. 18). No caso, o sentido convocado é o tato, pois através dele os alunos percebem as dimensões do bloco, sua materialidade, suas ranhuras e furos e, principalmente, sua rigidez e peso. O mesmo se dá com as varetas, cujas características, como esbeltez, flexibilidade e leveza, também são exploradas pelo tato. No caso da manipulação do barbante explora-se seu comportamento quanto à dobra e esticamento. É então possível observar o contraste existente entre os materiais e estabelecer uma relação entre eles.

As oficinas são realizadas em encontros remotos síncronos, mediados por plataforma de vídeo conferência, possibilitando colocar em contato professores e alunos nos diversos lugares nos quais eles se encontram, lugares nos quais se dá o processo de construção de modelos. A primeira tem como objetivo investigar os esforços de compressão e a segunda os esforços de tração, ambas tendo em vista a geração da forma arquitetônica, para o que se estimula o desenvolvimento de uma solução que tenha critérios estéticos e que obedeça a um certo rigor e qualidade de execução, compatível com as habilidades de alunos nos primeiros seis meses de vida universitária.

## OFICINAS

A primeira oficina tem a duração de 3 aulas, todas realizadas na modalidade ensino remoto síncrono, sendo a primeira um encontro entre professores e alunos no qual é ministrada uma aula conceitual sobre os esforços de compressão. Após a aula o desafio é lançado pela proposta de construção de uma estrutura de varetas capaz de suportar o peso do tijolo. São dadas as diretrizes da tarefa, constituída da elaboração de um croqui com a ideia inicial do modelo e depois sua construção.

Após a construção do modelo solicita-se a elaboração de um relatório completo contendo o croqui inicial, uma descrição detalhada das etapas de construção, incluindo insucessos e dificuldades, e uma conclusão sobre o aprendizado. O relatório deve ser ilustrado com fotografias do processo de construção e do modelo pronto considerando no mínimo quatro imagens: vista superior, vista frontal, vista lateral e vista em perspectiva.

A segunda aula é dedicada à orientação dos trabalhos. Aula na qual os alunos apresentam os modelos em construção, relatam suas dificuldades, recebem sugestões e comentários de outros alunos e professores. Nesse momento, aqueles que já

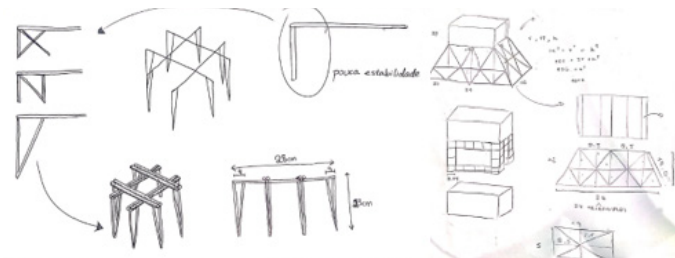
conseguiram construir modelos são estimulados a construir outro modelo diferente. A terceira aula é dedicada à apresentação dos trabalhos e relatórios da turma para debate.

Na aula de orientação, alguns alunos ainda se mostram bastante inseguros e consultam os professores para saber se a estrutura planejada vai cair ou não, buscando respostas para a melhor solução. A posição do professor é de não interferir no processo e sugerir que as respostas para aquelas questões precisam necessariamente vir da experimentação, mesmo que em um primeiro momento não haja sucesso. Enfatiza-se, inclusive, que o insucesso é fonte de aprendizado e que, na verdade, somente o processo de tentativa e erro poderá mostrar a melhor solução.

Nessa fase os alunos passam a compreender as dificuldades que precisam enfrentar, na medida em que a transposição da ideia para a materialização do objeto passará necessariamente pela busca do equilíbrio. Equilíbrio que surgirá pelo combate às forças verticais e horizontais provenientes da construção e pela capacidade resistente do conjunto de varetas, nas diversas configurações formais escolhidas. Durante o processo de montagem do modelo idealizado, na maioria dos casos, os alunos percebem falhas em seus croquis concluindo que o “projeto” precisa de adaptações, ou mesmo modificações significativas em função das dificuldades que a realidade da construção traz e das soluções que surgem no próprio ato construtivo. Soluções que poderão, inclusive, ser incorporadas à forma.

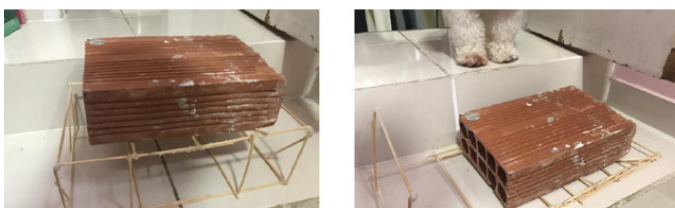
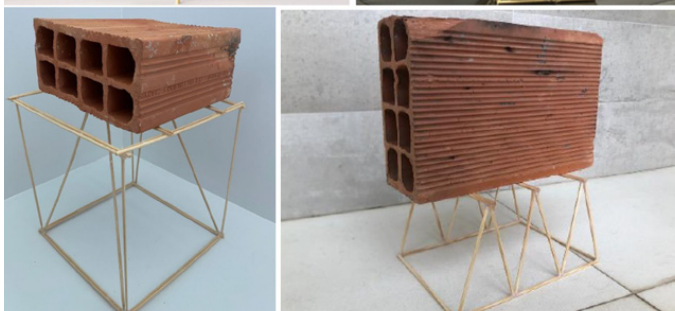
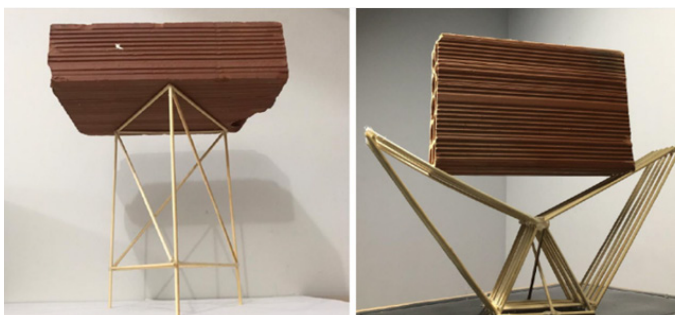
Como parte do exercício, solicita-se também que todas as etapas do processo construtivo, as dificuldades encontradas, as modificações necessárias e as soluções propostas pelos alunos sejam descritas no relatório a ser entregue no final da oficina. Nos relatórios são mostrados alguns fracassos e os modelos finais construídos, onde é possível observar como a intuição de alguns alunos privilegia estruturas mais esbeltas e elegantes, enquanto outros elaboram estruturas nas quais a massa construída é mais expressiva. Observa-se que, de um modo geral, os alunos constatarem que a construção do modelo é bem mais complexa e difícil do que imaginavam anteriormente.

A experiência das forças que se desenvolvem durante a construção, principalmente a força da gravidade, é sentida com muita intensidade. No caso das forças horizontais provenientes de desaprumos da construção, ou mesmo aquelas provenientes das formas inclinadas que projetaram, a constatação é ainda mais surpreendente, uma vez que não são forças intuídas sendo, portanto, difíceis de prever. Nesse momento começam a surgir estruturas de contraventamento, que podem se materializar pelo enrijecimento das ligações já existentes ou por meio da introdução de varetas inclinadas formando treliças, por exemplo. Esse é um dos momentos em que os alunos conseguem perceber a relação intrínseca entre a forma e a estrutura, que se faz presente no processo construtivo. Ao final da oficina é possível constatar que os modelos construídos possuem as mais variadas formas, explorando diferentes soluções para o mesmo problema (Figura 1 e Figura 2).



**FIGURA 1**

Preparação de croquis, modelos prontos e modelo em construção.  
 Fonte: Acervo próprio dos autores.



**FIGURA 2**

Modelos prontos e modelo colapsado.  
 Fonte: Acervo próprio dos autores.



É interessante notar que alguns alunos, quando são bem-sucedidos em seus modelos, começam espontaneamente a explorar modelos estruturais mais ousados, seja pela diminuição do número de apoios no modelo já construído, com a retirada de varetas consideradas excessivas, seja pela construção de um novo modelo a partir do projeto inicial, porém com varetas mais alongadas e esbeltas, ou seja pelo empilhamento de mais de um tijolo sobre a base construída (Figura 3).



.....  
**FIGURA 3**

Teste de empilhamento. Fonte:  
Acervo próprio dos autores.

Após a construção do modelo, solicita-se também que seja elaborado um esquema gráfico que ilustre o caminho das forças que atuam no objeto, após a obtenção de sua condição de equilíbrio, em direção a seus pontos de apoio. Esquema que também deverá ser incorporado ao relatório do processo.

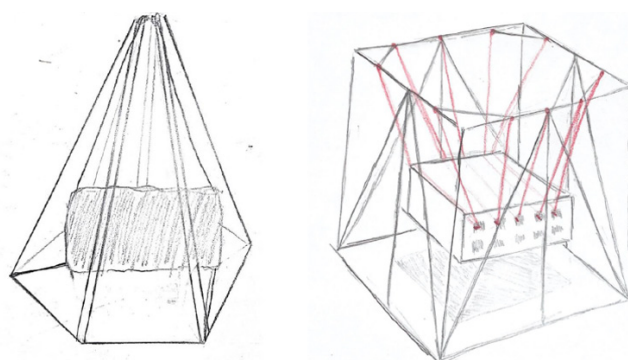
Na segunda oficina, que também tem a duração de 3 aulas, sendo a primeira dedicada a uma aula conceitual sobre esforços de tração, acrescenta-se aos materiais o rolo de barbante, com o objetivo de investigar os esforços de tração, além dos esforços de compressão e flexão. Para esse objetivo, o modelo deverá ser composto pelo tijolo, pelas varetas e pelo barbante, sendo que, desta vez, o desafio será manter o tijolo suspenso.

Nessa oficina observa-se um aumento significativo no grau de dificuldade experimentado pelos alunos. Nesse caso, a intuição não é tão imediata. Mesmo sabendo que estão trabalhando com o mesmo tijolo e já conhecendo suas características, os alunos não conseguem perceber intuitivamente que a força de tração existente no barbante será conduzida para as varetas que deverão suportar o conjunto. Os mesmos alunos, que na primeira oficina compreenderam que precisariam de suportes mais robustos e bem travados, na maioria dos casos planejam estruturas muito esbeltas e sem travamento. Configuração que necessariamente precisará ser corrigida durante a construção.

A segunda oficina se dá com as mesmas fases de elaboração de croquis e montagem do modelo, acompanhadas de relatório descritivo do processo. É interessante notar a surpresa dos alunos com a dificuldade encontrada no modelo de suspensão. De fato, a intuição mobilizada para a primeira oficina não é suficiente para a

segunda. Uma nova abordagem precisa ser empregada para viabilização do modelo, uma vez que o barbante tem agora um protagonismo estrutural que precisa necessariamente ser evidenciado. Nesse momento, os alunos percebem que o barbante, como elemento estrutural, só contribui na construção do modelo se estiver esticado, pendurando o tijolo, uma vez que solicitado à compressão ele se dobra.

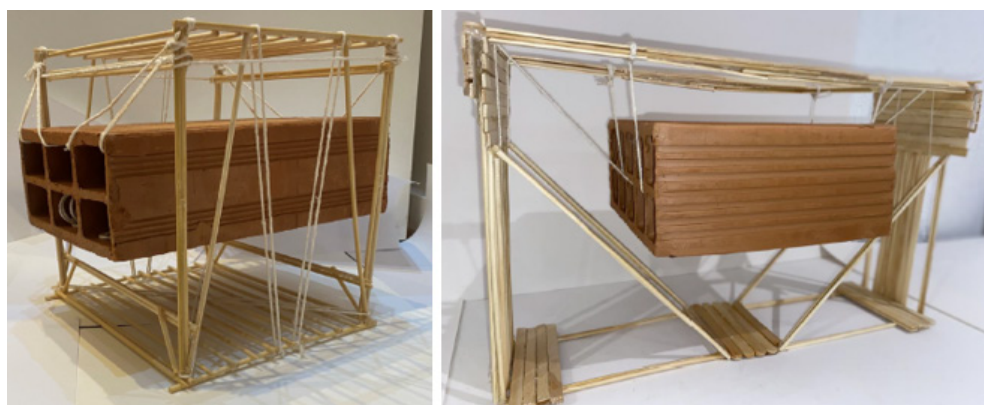
Nessa fase surgem muitas perguntas sobre como pode se dar a suspensão e, novamente, a postura dos professores é de interferir o mínimo possível, estimulando o aprendizado pela experimentação, tentativa e erro, mesmo que o barbante se rompa e as varetas se quebrem. O insucesso é sempre considerado uma fonte de aprendizado, na medida em que os professores podem e devem apontar, no momento da construção, as razões para falhas experimentadas; porém é essencial observar que os próprios alunos devem buscar entendê-las e corrigi-las. Ou seja, é pela experimentação que se desenvolve o processo de ensino-aprendizagem (Figuras 4 e 5).



**FIGURA 4**

Croquis para suspensão.

Fonte: Acervo próprio dos autores.



**FIGURA 5**

Modelos construídos.

Fonte: Acervo próprio dos autores.

Tanto na aula de conclusão da primeira como da segunda oficina, todos os trabalhos são reunidos para exposição e debates. Nesse momento, os modelos são organizados por “famílias”, o que contribui para a percepção, e sobretudo compreensão, dos alunos no que diz respeito às similaridades e diferenças das diversas abordagens/estratégias utilizadas. Os alunos surpreendem-se ao ver a potência criativa da turma, uma vez que surgem diversas formas para solução do mesmo problema. Todos os modelos apresentados são analisados e as soluções são discutidas pelo grupo de professores das áreas de tecnologia, projeto e representação, em conjunto com os alunos.

Durante o debate, todos os alunos são chamados a apresentar seus trabalhos para a turma e para os professores. Apresentação na qual devem relatar as experiências

pelas quais passaram durante o processo, além de fazerem uma análise crítica das dificuldades que enfrentaram quando passaram da etapa de idealização para a de materialização. Os professores de projeto, com base nos trabalhos apresentados, colocam em discussão as possibilidades formais que as oficinas revelam, sobretudo problematizando como a estrutura pode não apenas materializar a forma como, eventualmente, materializar-se na forma.

Enfatiza-se também a possibilidade de exploração de estruturas mais econômicas, quando é possível perceber que em alguns modelos existe um exagero de elementos. Durante os comentários, pede-se que estes sejam removidos dos modelos para teste de estabilidade. Nesse momento, são “compartilhados em tela” edifícios construídos, projetos de referência, que possuem formas semelhantes aos objetos criados pelos alunos, para que possam perceber a vinculação entre o resultado do processo de ensino-aprendizagem nas oficinas e o mundo real da arquitetura e da construção.

Finalmente, o trabalho desenvolvido nas oficinas é utilizado pelos professores de representação em uma aula de produção gráfica sobre os modelos produzidos, no sentido de transformá-los em edificações possíveis no âmbito da arquitetura.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apenas após muita reflexão e experimentação, tentativa e erro, também de nossa parte como professores, foi possível chegar ao formato atual das oficinas descritas. Foram três anos e dezoito oficinas, sendo as últimas seis realizadas na modalidade ensino remoto síncrono, durante as quais professores e alunos trabalharam coletivamente para transformar experiências que, observadas superficialmente, podem parecer mais lúdicas do que didáticas, mas que se mostraram oficinas de verdadeiro aprendizado. Já no final da primeira oficina presencial, em abril de 2017, foi possível constatar a potência criativa dos alunos. Com o passar do tempo percebemos que, para atingir nosso objetivo de integrar ainda mais o ensino de estruturas com os outros saberes do atelier, o papel do debate final precisava ganhar mais relevância. Para tanto, passou-se a estimular a maior participação dos professores das áreas de projeto, teoria e representação, em conjunto com o professor de estruturas. Assim, o debate passou a ser ilustrado por edifícios reais construídos com alguma semelhança aos modelos.

Apesar do sucesso obtido com a transposição da oficina presencial para o modo síncrono à distância, ainda não foi possível reproduzir verdadeiramente a experiência coletiva de aprendizado que se dá dentro de um atelier de projetos. Desafio que permanece como provocação e estímulo para nossas futuras investigações pedagógicas.

A experiência compartilhada com esse trabalho, entretanto, nos mostra que estamos no caminho certo, uma vez que, além dos ótimos resultados obtidos, as oficinas foram também aplicadas com sucesso no Curso de Arquitetura e Urbanismo da Fundação Armando Alvares Penteado (FAAP), neste primeiro semestre de 2021. Como afirma Pallasmaa, “a intenção, a percepção e o trabalho das mãos não existem como entidades separadas” (PALLASMAA, 2013, p. 86) e é com as mãos que pegam o tijolo e sentem sua materialidade e peso para, a partir daí, construir modelos,

que alunos do primeiro período do Curso de Arquitetura e Urbanismo da PUC-Rio são introduzidos aos conceitos estruturais. E é ainda a Pallasmaa que vamos recorrer para confirmar a confiança que temos em nossa proposta pedagógica, pois concordamos com sua afirmação de que “gerar expressões arquitetônicas a partir das realidades inquestionáveis da construção é a longa tradição da arte da Arquitetura (PALLASMAA, 2013, p. 116).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Frampton, K. (1995). *Studies in tectonic culture: The poetics of construction in nineteenth and twentieth century architecture*. MIT. (2015). *Rappel à l'ordre: argumentos em favor da tectônica*. In: NESBITT, K. (Org.), *Uma nova agenda para a arquitetura: antologia teórica (1965-1995)*. (pp. 557-569). Cosac Naify.
- Pallasmaa, J. (2013). *As mãos inteligentes: a sabedoria existencial e corporalizada na arquitetura*. Bookman.
- Salvadori, M. (2015). *Por que os edifícios ficam de pé: a força da arquitetura*. Martins Fontes.
- Schön, D.A. (2000). *Educando o Profissional reflexivo: um novo design para o ensino e a aprendizagem*. ARTMED.
- Sekler, E.F. *Structure, Construction, Tectonics*. (1965). In: KEPES, G. (Org.), *Structure in Art and in Science*. (pp. 89-95). George Braziller.





# 10 PR OJ ET AR

---

ARQUITETURA, CIDADE E PAISAGEM  
PROJETAR EM CONTEXTO DE CRISE

Lisboa | 16 ~ 19 nov | 2021  
CONSTRUIR - Volume 2

