



A CONCEPÇÃO ESTRUTURAL NO PROCESSO DE APRENDIZAGEM DO PROJETO DE ARQUITETURA: ESTUDO DE CASO DA UFPE

RESENDE, Camila Cavalcanti (1); VELOSO, Maísa Fernandes Dutra (2)

(1) UFRN, e-mail: camilacresende@gmail.com; (2) UFRN, e-mail: maisaveloso@gmail.com

RESUMO

Diversos autores (como REBELLO, 2000) defendem que a concepção estrutural é papel do profissional que cria a Arquitetura e tem significativa importância no desenvolvimento do projeto arquitetônico. Este trabalho apresenta parte dos resultados da dissertação desenvolvida no Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (PPGAU/UFRN), tendo como questão central o exercício da concepção estrutural integrada ao processo de aprendizagem do projeto de edifícios, em nível de graduação, com estudo de caso em duas disciplinas de Projeto de Arquitetura: na UFRN e na UFPE. O foco, no entanto, será a análise da disciplina de Projeto de Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo 4 da UFPE (2015.2) que tem como proposta principal o incentivo à verticalização de áreas urbanas. A análise foi organizada em cinco etapas: a avaliação do Plano de Curso, a observação presencial das atividades da disciplina, a aplicação de questionários aos alunos e, em seguida, aos professores e a análise dos projetos desenvolvidos ao final do semestre. Foi possível verificar certa diminuição do afastamento da matéria “Estrutura” e do conhecimento das propriedades estruturais das demais disciplinas, quando houve o incentivo dos professores de projeto à pesquisa dos componentes estruturais e outros sistemas construtivos. Quanto ao processo de projeto dos alunos, observou-se maior cuidado com a inserção do programa na planta baixa e a supervalorização dos softwares de representação gráfica. Concluiu-se que há necessidade de uma melhor interação entre as disciplinas de estrutura e de projeto no âmbito do ateliê.

Palavras-chave: Concepção estrutural; Ensino de projeto; Relação arquitetura-estrutura.

ABSTRACT

Several authors (as REBELLO, 2000) believe that structural design is a role for professionals who creates the architecture and it has an important place in the process design. This work shows a part of a dissertation presented in the Architecture and Urbanism Post Graduation Program at the Federal University of Rio Grande do Norte (PPGAU/UFRN). Its main issue is the exercise of the structural design integrated to the learning process of building projects in under graduation level having as case studies two courses of Architectural Design at UFRN e UFPE. Although the focus in this work will be the analysis of that one of UFPE: Architecture, Urbanism and Landscaping Project 4 (2015.2) that has as main proposal the incitement of vertical projects in urban areas. The analysis was composed of five steps: the course plan evaluation, the student’s survey application, then, the professor’s survey and, finally, the analysis of the projects developed at the end of the semester. First, was possible to identify a certain decrease in the distance between the “Structure” subject and the structural properties of the other courses when there was the incitement to research structural components and others construction systems. Concerning the students design process, the observation reveals a major care

about the spaces required in the floor plans and the graphics software programs overvaluation. In summary, there is need of a better interaction between the structure and design courses.

Keywords: *Structural design; Design education; Relationship architecture/structure.*

1. INTRODUÇÃO

Segundo Peter Cook, as “necessidades práticas” são imprescindíveis para que o desafio de arquitetura possa começar. Cook desenvolve a estratégia estrutural de uma edificação a partir do projeto dos “elementos principais”, o que significa adotar um conceito estrutural, como o uso de uma espinha estrutural, que pode ser uma parede ou um corredor apoiado de pilares. Do ponto de vista de integração da estrutura com a função dos espaços (não tratada de forma explícita), pode-se pressupor que a necessidade dos espaços funcionais foi atendida durante o desenvolvimento do conceito estrutural. Então, o arquiteto volta sua atenção para os “elementos secundários”, ou seja, os componentes estruturais individuais, como vigas e pilares. Porém, antes de decidir como projetá-los, ele deve se perguntar que qualidades estéticas e simbólicas deseja imprimir ao edifício (COOK, 1996 apud CHARLESON, 2005, p.104).

Acredita-se que as mensagens estruturais derivam do nosso conhecimento intuitivo do comportamento estrutural, entendimento que se origina tanto da experiência física cotidiana como da percepção das formas naturais estruturais. A percepção da natureza foi fundamental para a ampliação do entendimento intuitivo das estruturas feitas pelo homem; por isso, a perplexidade, quando se observa uma coluna cretense (mais larga na base) e uma noção de estrutura correta quando se observa uma coluna dórica grega (SALVADORI, 1980).

Para Simon Unwin (2013), a relação entre o espaço e a estrutura nem sempre é de forma direta, porquanto está sujeita a diferentes abordagens. Assim, depois de definida a estratégia estrutural, ela pode influenciar a organização do espaço, sendo assim capaz de interferir na organização espacial da arquitetura e, conseqüentemente, no espaço de vida que ela acomoda (UNWIN, 2013).

Tendo em vista a relação entre estrutura e arquitetura, desenvolveu-se uma pesquisa de mestrado no Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (PPGAU/UFRN). A pesquisa teve como foco o exercício da concepção estrutural no âmbito da formação do arquiteto, em nível de graduação, mais precisamente no ateliê de projetos de edifícios em duas instituições de ensino superior do Nordeste (UFRN e UFPE). Este artigo apresenta a análise da disciplina de Projeto de Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo 4 da Universidade Federal de Pernambuco. O acompanhamento da disciplina se deu durante o ano de 2015 e englobou o primeiro semestre com os estudos da área de intervenção e propostas preliminares, e o segundo semestre referente ao desenvolvimento do projeto de cada aluno. Os resultados aqui apresentados são relativos ao segundo semestre.

A análise da disciplina foi organizada em cinco etapas: a avaliação do Plano de Curso, a observação presencial das atividades da disciplina, a aplicação de questionários aos alunos e aos professores, em seguida, a análise dos projetos desenvolvidos pelos discentes ao final do semestre letivo, além da análise geral da disciplina. O artigo inicia discutindo de que forma a

concepção estrutural pode estar vinculada ao processo de projeto; depois, apresenta a disciplina selecionada para estudo; em seguida, apresenta a análise da disciplina subdividida nos cinco itens acima mencionados e finaliza com as considerações finais.

2. A CONCEPÇÃO ESTRUTURAL E A CRIAÇÃO DE ESPAÇOS

Podemos escolher a estratégia estrutural e permitir que ela defina os lugares que desejamos criar ou podemos decidir os lugares e forçar a estrutura física da edificação a aceitá-los (UNWIN, 2013, p. 165).

De fato, é possível perceber uma intenção arquitetônica se a estrutura for considerada parte do espaço da arquitetura, aumentando o nível da experiência do mesmo. A existência de uma relação entre a forma estrutural e a intenção arquitetônica não indica necessariamente que ela será harmoniosa; em alguns casos, ela é melhor entendida admitindo-se esta desarmonia. Um aspecto importante, entretanto, da arte da arquitetura é escolher uma estratégia estrutural, que será concebida seguindo o propósito da organização espacial do projeto. Dessa forma, em algumas situações, existirá certa coerência entre a estrutura e o espaço e ela poderá ser identificada (SANDAKER, 2008).

Nos casos das estruturas arquitetônicas, a forma e sua organização geral devem também ser totalmente compatíveis com as do prédio que ela irá suportar. O ato do processo de projeto arquitetônico é também um ato do processo de projeto estrutural, no qual a maioria das decisões fundamentais, relativas à estrutura, é tomada, de forma consciente ou não. Existem aspectos do processo de projeto de estruturas que só serão considerados em um estágio mais tardio, a exemplo das dimensões e da geometria precisa dos elementos estruturais. No entanto, as principais decisões estruturais são tomadas no primeiro estágio, uma vez que a forma do edifício é definida, ela exerce uma influência dominante na subsequente caracterização estrutural (MACDONALD, 1997).

O mesmo autor em outra publicação (MACDONALD, 2001) reforça que existem dois extremos: um em que a estrutura exerce a dominação sobre a arquitetura e outro onde há total desconsideração dos requisitos estruturais pelo determinador da forma e da estética de um prédio. Para ele, existe um infinito número de possibilidades de definição das estruturas arquitetônicas; porém, discute estas relações (ou estratégias de projeto) sob a forma de seis títulos.

- 1) A “ornamentação na arquitetura”: a relação em que o edifício se tornou mais que uma estrutura visível e foi ajustada por razões puramente visuais. Talvez o mais célebre dos exemplos dessa categoria seja o Parthenon: sua forma foi ditada pelos requisitos estruturais, porém, a proposta era celebrar como parte da expressão visual sua lógica formal, e não a tecnologia;
- 2) A “estrutura como ornamento”: envolve a manipulação dos elementos estruturais pelo critério principal do aspecto visual, onde no processo de projeto, a aparência sobrepõe as considerações técnicas. Como consequência, o desempenho estrutural é menor do que o ideal quando julgada do ponto de vista técnico. Dentro dessa categoria, há ainda uma subdivisão: a simbólica, a criação de circunstâncias artificiais, e a incompatibilidade entre

o visual e a lógica estrutural. Esta categoria como um todo está expressa em muitos edifícios, onde a estrutura exposta foi dominada pelos interesses visuais, colocando em cheque os aspectos técnicos;

3) Na “estrutura como arquitetura”, o autor explora três subcategorias: a arquitetura de grandes vãos, nas quais as questões técnicas serão levadas a um nível tão alto na escala de prioridades dos arquitetos que elas afetarão significativamente o tratamento estético do prédio; os arranha-céus, que dependem realmente de uma visão técnica, porquanto geram problemas estruturais a serem resolvidos como a questão da sustentação adequada da verticalização e, por conseguinte, as cargas horizontais ocasionadas principalmente pelo vento, além da necessidade de acomodar os esforços no sentido horizontal em oposição às cargas gravitacionais tem uma grande influência na estética de edifícios muito altos; e por fim, uma terceira categoria inclui os edifícios portáteis, pois a portabilidade requer não só que o prédio seja leve, mas também desmontável. Nesses casos, quase toda a forma do projeto é determinada pelo critério técnico;

4) A “estrutura como um gerador de formas” consiste em projetos nos quais a estrutura é reconhecida como forte influência da forma do edifício, e, mesmo assim, nem sempre ela é aparente. De fato, a arquitetura se acomoda na configuração dos elementos mais “sensíveis” estruturalmente, o que a torna bastante positiva, já que o gerador de possibilidades de formas estruturais é usado para contribuir com o estilo arquitetônico;

5) Por outro lado, na “estrutura aceita”, a forma adotada é sensível estruturalmente, porém, o interesse arquitetônico não está intimamente relacionado com a função estrutural. Essa é a mais próxima relação entre a arquitetura e a estrutura desde o Renascimento, e muitas obras contemporâneas podem ser tomadas como exemplos, como no caso da primeira sede de escritórios do IBM em Coshan na Inglaterra (1973) projetada pela Foster Associates. Nela a estrutura é menos determinante sobre a arquitetura, já que a estrutura econômica e leve foi construída rapidamente e teve um papel significativo no resultado final do edifício (MACDONALD, 2001);

6) A partir do desenvolvimento das tecnologias das estruturas do aço e do concreto armado tem sido possível conceber edifícios, ao menos na primeira fase de projeto, sem considerar, no entanto, como ele se suportará ou será construído. Isso se deu porque as propriedades desses materiais tiveram um progresso intenso e praticamente atendem a qualquer formato da composição arquitetônica, da mesma maneira, eles se tornaram economicamente acessíveis: “Esta liberdade representa o que uma significativa e contínua contribuição do conhecimento da tecnologia das estruturas tem feito para a arquitetura, libertando os arquitetos das restrições impostas pelos apoios dos prédios de alvenaria e madeira” (MACDONALD, 2001, p. 109).

A introdução do computador no final dos anos 1990, inicialmente como uma ferramenta de análise estrutural e, em seguida, como uma ajuda na concepção arquitetônica, possibilitando formas cada vez mais complexas, deu aos arquitetos mais uma liberdade nos quesitos formais da concepção e da representação da arquitetura. Exemplos como a extensão do edifício do Victoria and Albert Museum em Londres, do arquiteto Daniel

Libeskind, é representativa quando se trata de “estruturas ignoradas”. Para Macdonald (2001), duas importantes considerações precisam ser feitas a respeito dessa relação: a primeira é que a forma será certamente não ativa¹, as flexões internas terão que ser solucionadas; em segundo lugar, a magnitude das forças internas que são geradas será provavelmente muito grande em relação às cargas transportadas. Essas duas considerações implicam que o material estrutural será ineficientemente usado e que o tamanho dos elementos estruturais será bem maior. Esse cenário pode resultar em estruturas desajeitadas e deselegantes. Estruturas ignoradas podem servir como de exemplo de uma má integração da estrutura com a arquitetura. Nesses casos, verifica-se que o sistema estrutural não é considerado no processo de projeto. Segundo o autor, isso pode ocasionar projetos pouco econômicos e pouco resistentes (MACDONALD, 2001).

Em síntese, devido ao grande número de possibilidades oferecidas pela estrutura, os projetistas têm uma extensa variedade de escolha, o que resulta em oportunidades para projetos de estruturas inovadores e criativos. Os futuros progressos tecnológicos dos materiais e sistemas estruturais e ainda as técnicas de análise de projeto continuarão a aumentar as possibilidades das estruturas e suas implicações na arquitetura (CHARLESON, 2005). Faz-se então necessário que essas questões integrem a formação do futuro arquiteto desde as etapas iniciais do projeto.

3. O ENSINO DE PROJETO VINCULADO AO ENSINO DE ESTRUTURAS

As “entradas” tradicionais nas escolas de arquitetura têm um fluxo do processo de aprendizado de edifícios da seguinte maneira: *forma-função-técnica* ou *função-forma-técnica*. Uma sequência didática fragmentada a partir da Tríade vitruviana, pela forma ou pela função. Cabe ao estudante compor o projeto, no entanto, a proposta didática tem que estabelecer os fios condutores do processo. As questões levantadas sobre os currículos dos cursos de arquitetura têm trazido outras interrogações a este assunto, como se é desejável e conveniente para a didática de projeto a fragmentação de conhecimento. Há, então, uma crítica à Tríade de Vitruvius, visto que ela ocasionaria a *decomposição de fundamentos e não decomposição de saberes em conteúdos didáticos* (LIMA, 2003).

Ainda segundo Hélio Costa Lima, os resultados das “entradas” pela forma e pela função geram dois tipos de tendências entre os alunos: o formismo e o plantismo. O primeiro é bastante sedutor para o estudante, quando este associa o monumentalismo à imagem idílica do arquiteto, especialmente após o pós-moderno, quando surgiram os recursos de “citação”, “alusão” e “re-leitura”. Já o “plantismo”, tendo a entrada pela função, tende a reduzir a espacialização a um raciocínio bidimensional, especialmente por conta da supervalorização da planta baixa e dos softwares de representação gráfica, o que chega a ser ainda pior com a

¹ “Estruturas de forma-ativa: são aquelas que atuam pela sua forma material e são descritas como sistemas cuja forma é o caminho das forças expressas na matéria. Esta família está composta pelas Estruturas de tração e se subdividem em Estruturas de tração pura, Estruturas pneumáticas e em Estruturas de compressão dominante” (DIEZ, 2012, p. 12).

composição gráfica das fachadas. E, por último, a fase de lançamento das estruturas, tarefa normalmente exclusiva do engenheiro calculista, onde se deve localizar a estrutura entre as paredes previamente definidas (LIMA, 2003).

Diante dessas práticas recorrentes, a aprendizagem de alunos imersos em novos sistemas estruturais e novas abordagens arquitetônicas se torna um desafio, principalmente quanto à concepção estrutural. O processo de projeto arquitetônico, que já envolve uma vasta rede de condicionantes, deve também estar vinculado à concepção estrutural e isso deve ser praticado desde a escola. Nesse sentido, realizou-se um estudo de caso em uma disciplina de Projeto de Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo da UFPE, considerando este olhar sobre a concepção estrutural integrada à criação de espaços.

355

4. APRESENTAÇÃO DA DISCIPLINA

A dinâmica dos componentes curriculares do Perfil Curricular 01112 de 2010, do Curso de Arquitetura e Urbanismo da UFPE, é estruturada em módulos intensivos a cada semestre. As disciplinas de Projeto de Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo acontecem em quatro módulos, cada um deles em semanas dedicadas ao desenvolvimento do projeto arquitetônico.

A disciplina de Projeto de Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo 4 situa-se no 4º período dessa estrutura curricular e é uma sequência do tema do segundo ano: Renovação. A área urbana escolhida para o ano de 2015 foi o bairro da Boa Vista, no centro da cidade do Recife, estudado e aprofundado no primeiro semestre do mesmo ano. Assim, os alunos estudaram neste período a área definida pelos professores, diagnosticando pontos positivos e negativos. No segundo semestre letivo, foram determinadas duas quadras para desenvolvimento dos projetos, seguindo um conceito estabelecido anteriormente, cada grupo definiu o agenciamento final das quadras e dividiu os projetos e terrenos a serem elaborados por cada integrante da equipe.

Segundo o Relatório do perfil Curricular da UFPE, esta disciplina não possui pré-requisitos e entende-se que os denominados “Segno” e o “Coda” são disciplinas co-requisitos de Projeto de Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo 4. Ela tem uma carga horária teórica de 15h e prática de 60, perfazendo um total 75h.

5. ANÁLISE DA DISCIPLINA DE PROJETO DE ARQUITETURA, URBANISMO E PAISAGISMO 4

A disciplina de Projeto de Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo 4 foi escolhida em razão da área estudada na cidade do Recife ser de incentivo à verticalização. Foram, no total, 51 alunos matriculados e 4 professores responsáveis pela disciplina analisada durante o semestre de 2015.2.

5.1. Análise do Plano de Curso

O plano de curso da disciplina é composto por três partes. A primeira referente ao componente curricular propriamente dito e duas relacionadas à avaliação (SEGNO e CODA).

O plano de curso da disciplina em si apresenta as datas destas duas avaliações como parte de sua dinâmica.

Em primeiro lugar, é apresentada a ementa da disciplina: “A disciplina tem como tema central a renovação de objetos arquitetônicos, urbanísticos e paisagísticos com ênfase na substituição de estruturas existentes para atender às demandas contemporâneas de uso e sua sustentabilidade de empreendimentos”. O objetivo principal se mostra semelhante ao conteúdo da ementa: “Desenvolver as habilidades e competências dos alunos para a elaboração de projetos de renovação dos objetos arquitetônicos, paisagísticos e urbanísticos sendo observados os impactos urbanísticos e ambientais”. Assim, a intenção principal do componente curricular é aprimorar os alunos no conhecimento de projetos em três grandes eixos.

No item Metodologia, o plano de curso deixa claro que a disciplina foi organizada em quatro módulos (semanas) de projeto e dois de avaliação. Apresenta a divisão dos dois primeiros módulos, sendo os dois primeiros dias de cada semana dedicados a aulas e exercícios em forma de esboços sobre o conteúdo ministrado. Os três outros dias foram planejados para a aplicação deste conteúdo nos projetos individuais e coletivos. Para a segunda semana, estava planejada a escolha dos projetos a serem desenvolvidos, contando com a integração das soluções estruturais, o dimensionamento do programa proposto e soluções em planta do térreo, prevendo também a articulação entre os projetos na mesma quadra. Para as duas últimas semanas, foi programado o tempo de desenvolvimento dos projetos, que deveriam ser apresentados nas escalas de 1/100 e 1/50. Nessa parte, ainda são indicados os limites das áreas urbanas a serem estudadas e onde os alunos farão uma proposta de intervenção de renovação.

A bibliografia básica conta com quatro livros, dos quais se pode elencar dois de Francis Ching, “Técnicas construtivas ilustradas” e “Arquitetura: forma, espaço e ordem”. A bibliografia complementar apresenta doze títulos, dentre eles, onze são referentes ao conteúdo de urbanismo, paisagismo e um relacionado a estruturas (“Sistemas estruturais” de Heino Engel). Conta também com a legislação e instrumentos normativos necessários, como a Lei de Uso e Ocupação do Solo do Município do Recife e a Lei de Edificações do Município de Recife. Essa bibliografia parece geral, no sentido que abrange vários conteúdos para a elaboração de um projeto. Porém, como a metodologia de ensino induz os alunos a escolherem quase todos os aspectos dos projetos, os incentivando também a pesquisarem mais, outros livros foram sendo inseridos pelos alunos e pelos professores para a consulta durante o semestre e alguns dos indicados na bibliografia não foram consultados.

O plano de curso conta também com o cronograma geral da disciplina, no qual estão inseridas as datas do SEGNO e do CODA. Esse cronograma apresenta os conteúdos das aulas das duas semanas iniciais, a primeira com apresentação dos trabalhos dos alunos do semestre anterior e uma aula sobre espaços livres públicos. A segunda semana contou com as aulas sobre os seguintes temas: “Partido Arquitetônico” e “Lançamento da estrutura”. O SEGNO como indicado no cronograma, aconteceu na semana anterior ao último módulo da disciplina e o CODA, duas semanas após o término deste. Assim, a disciplina seguiu o cronograma, tendo início no dia 8 de setembro e término no dia 16 de dezembro.

Os planos de curso referentes ao SEGNO e ao CODA mantêm a mesma organização do plano da disciplina. Suas ementas são bastante semelhantes, com a diferença que o primeiro trata da avaliação intermediária e, o segundo, da avaliação final dos trabalhos. Ambos contam com a participação do corpo docente, discente e de convidados internos e externos ao curso, sendo já indicados nos dois Planos de Cursos os três professores convidados. Nas duas ementas, foram apresentados os itens que seriam avaliados: “a) integração de conteúdos (eficiência do sistema pedagógico de promover a integração das matérias ministradas no período); b) domínio dos conteúdos das disciplinas instrumentais, conceituais e de integração (nível de aprendizado dos conteúdos ministrados)”.

Nos dois Planos de Curso de avaliação, foram indicadas as partes que deveriam compor o trabalho de cada momento de avaliação. No SEGNO, foi cobrada a planta geral do conjunto das quadras (coberta e térreo) e Cortes transversais da proposta urbana, assim como as propostas preliminares do projeto de arquitetura de cada aluno (Plantas, Cortes e Fachadas na escala 1:100). No Plano de curso do SEGNO, foi determinado que, nessa fase, cada projeto deveria apresentar a solução estrutural.

Para compor o trabalho, no CODA, foram cobrados os mesmos elementos do SEGNO, além de Detalhes de cada Projeto (coberta, caixilharia e áreas molhadas) e da perspectiva geral do conjunto de cada equipe. Os alunos seriam reprovados no SEGNO e CODA se fossem reprovados por frequência na disciplina de Projeto de Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo 4. A bibliografia básica e complementar é a mesma do plano de curso da disciplina em si. Ficou estabelecida, no cronograma do SEGNO, a apresentação dos trabalhos em equipe e individuais seriam apenas para os professores participantes. No planejamento do CODA, foi determinado um tempo de montagem dos painéis e exposição dos projetos de cada aluno.

Os três planos de curso complementam-se e estavam atualizados de acordo com a área estudada. Eles contêm uma bibliografia bem relacionada com o conteúdo que se pretendia ministrar e uma boa organização do cronograma da disciplina. Entretanto, não ficam previamente estabelecidos os requisitos de avaliação dos projetos, que deveriam ser inseridos nos Planos de Curso do SEGNO e do CODA. Foi apenas apresentada, no plano da disciplina de Projeto de Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo 4, a avaliação parcial dos alunos através da frequência e da evolução dos resultados de cada módulo.

Esta análise é a primeira parte da avaliação geral da disciplina do ponto de vista da inserção da concepção estrutural no ensino de projeto. O plano de curso coloca em pauta não só a ementa e os objetivos da disciplina, mas também de que forma ela deverá ocorrer e que conteúdo deve ser ministrado. Tentou-se identificar na observação da disciplina se tais objetivos foram entendidos e atendidos, bem como se houve alguma forma de integração dos conteúdos e do ensino de projeto.

5.2. Observação da disciplina

Em primeiro lugar, observou-se que a sala de aula era ampla, flexível e adequada para as atividades propostas pelos professores, já que contava com uma área de apresentação de slides, uma área de pranchetas e grandes mesas de reunião. A quantidade de alunos por

turma (51) requer um maior número de docentes, sendo quatro professores de áreas diferentes (desenho urbano, paisagismo e projeto).

A dinâmica da disciplina de Projeto de Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo 4 da UFPE, como explicado anteriormente, se dá em quatro módulos em um semestre. Estes módulos acontecem em semanas intensivas de desenvolvimento do projeto. Assim, a observação da disciplina será também dividida em quatro fases, considerando o propósito de cada semana.

358

Na primeira semana, o objetivo principal foi repensar a proposta de acordo com a avaliação do CODA, considerando o desprendimento do volume proposto anteriormente para a adaptação do programa e das questões construtivas. Assim, os alunos desenvolveram o programa de necessidades de cada projeto, levando em conta a área de cada espaço e o total de ocupação do solo dentro de cada quadra. Também foram repensados o estudo de fluxos de cada quadra objeto de intervenção e a inserção das massas no contexto urbano. A utilização da maquete geral se deu mais no 3º período e na primeira semana de Projeto 4.

O incentivo do desenho à mão livre pelos professores ficou claro desde o início da disciplina, mas também o desenho em escala foi considerado importante, e foi cobrado escalas em 1:200 e 1:100 (“quanto mais aumentar a escala mais o desenho vai fazer perguntas”). Segundo um dos professores, o desprendimento do plano de massa estabelecido no período anterior era muito importante. Para ele, “a forma não vem a priori; ela vem com o desenvolvimento do projeto”. Era então necessário sair do estágio especulativo para um estágio mais objetivo, e resolver os diversos problemas de projeto.

Ainda na primeira semana, houve uma aula com os temas: A concepção estrutural e a estrutura da edificação, na qual foram citadas várias obras e sistemas construtivos diferentes e com diversos materiais de construção. Foram discutidos especialmente o partido da solução estrutural e o planejamento da construção. Alguns livros foram levados para a sala de aula, tais como: “Bases para o projeto estrutural” de Antônio Carlos Vasconcelos, “O projeto estrutural na arquitetura” de Glória Diez e “Sistemas estruturais ilustrados” de Francis Ching. O professor da disciplina Tectônica 4 estava presente na sala de aula.

Já na segunda semana, o objetivo principal era a definição prévia do volume e da estrutura no contexto geral do trabalho em grupo e de acordo com o programa de necessidades. Alguns alunos já identificavam os pontos de apoio, enquanto outros começaram pela definição da planta baixa e da volumetria. Alguns grupos apresentaram maquetes do trabalho na segunda semana de Projeto de Arquitetura, Paisagismo e Urbanismo 4. O incentivo para desenhar os Cortes no processo de projeto foi importante para o entendimento da estrutura dentro do edifício. Nestes casos, quase sempre o professor esboçava o desenho do Corte para explicar junções e materiais da construção.

Em relação ao processo de projeto dos alunos, foi observado que a maior parte começou a desenvolver o projeto pela planta baixa. No entanto, durante os assessoramentos, quando eram cobrados cortes e perspectivas (professores em geral desenhavam junto com o aluno), muitos discentes mudaram de estratégia projetual, avançando o desenvolvimento de outros aspectos.

Ao analisar a fase de desenvolvimento dos projetos, pode-se observar que a maioria não levou em consideração a concepção estrutural e os sistemas construtivos desde sua fase

inicial. Seguiu-se primeiro pela planta baixa e, só após algumas orientações dos professores (tais como: “Veja a solução estrutural necessária para criar o espaço que você quer”), alguns alunos passaram a pensar melhor na escolha da estrutura e no posicionamento dos pilares, lajes e vigas.

359

Em alguns assessoramentos, foi cobrada a modulação da estrutura, especialmente nos casos em que dois alunos compartilhavam e desenvolviam um projeto (blocos independentes ou articulados). Foi cobrada também a representação da estrutura no projeto arquitetônico e nos detalhes.

Os alunos apresentaram no SEGNO seus trabalhos em slides e por equipe. Depois de cada apresentação, foram feitos comentários a respeito do projeto de cada aluno. Foram dois dias de apresentações, sendo cinco equipes por dia, processo que contou com a participação de dois dos professores indicados no Plano de Curso. As avaliações foram relacionadas com a formatação da apresentação, a integração do conceito estabelecido pelo grupo, questões de conforto térmico e acústico, aspectos estruturais e representação técnica.

Na quarta semana, os professores decidiram avaliar os trabalhos do SEGNO em conjunto com todos da turma, apresentando alguns trabalhos que precisavam de mais atenção. O que ocasionou a despreocupação dos alunos que não tiveram seus trabalhos apresentados e, em virtude também do tempo, não modificaram os projetos a fim de aprimorá-los. Neste módulo, os professores também ministraram aulas sobre detalhes construtivos, a exemplo da caixilharia e detalhes das cobertas, quase sempre levantando elementos já trabalhados nos projetos dos alunos. Neste módulo, foi constatada a dúvida dos alunos em relação ao dimensionamento da estrutura, assim como a dificuldade de escolha do material construtivo. Averiguou-se que alguns alunos não haviam pensado na estrutura até aquele momento, porém, percebeu-se também que estes alunos não compareciam aos assessoramentos com muita frequência.

No CODA, ficou definido, especialmente por conta dos trabalhos apresentados no SEGNO, que os alunos iriam apresentar os projetos também em slides. Foram duas manhãs de apresentações e uma de entrega/organização das pranchas impressas e conclusão da disciplina e do ano letivo. O CODA contou apenas com os professores da disciplina, os outros professores indicados pelo Plano de Curso não compareceram. Os professores definiram outra forma de avaliação: sem comentários depois das apresentações. A maior parte dos alunos entregou os projetos impressos no último dia.

Por fim, quanto aos projetos apresentados no CODA, alguns alunos desenvolveram esquemas da estrutura por meio de modelagem 3D. Foi observado que nesta disciplina a escolha do material construtivo era livre, assim, alguns alunos optaram pelo concreto armado e outros pela estrutura metálica. Pelo fato dos alunos estarem cursando a segunda disciplina de projeto, foi possível perceber uma falta de confiança na definição de detalhes e materiais construtivos no projeto, o que pode ser ocasionado pela falta de experiência em projeto de arquitetura e também por não terem cursado nenhuma disciplina de cálculo até então. Por outro lado, apesar das dificuldades, pode-se observar a importância da orientação e da cobrança dos docentes quanto às definições da estrutura do projeto.

5.3. Apresentação dos resultados da aplicação dos questionários

No segundo momento da pesquisa, os questionários foram aplicados aos alunos que apresentaram projetos de edifícios verticais. No total, doze alunos desenvolveram projetos com características mais verticais e todos eles responderam o questionário. O questionário englobava questões relativas ao processo de concepção da estrutura, definição do sistema construtivo, escolha dos materiais, principais dificuldades, dentre outras.

360

Na primeira questão, metade dos alunos respondeu ter escolhido o sistema construtivo e o material de construção de seu projeto. Cinco alunos responderam que esta definição foi feita pelo professor da disciplina durante o assessoramento e apenas um aluno respondeu que a escolha foi dos demais professores. Este resultado indica que, apesar dos alunos terem a livre escolha do material a ser utilizado no projeto, metade deles foi influenciada pelas orientações dos professores.

A segunda questão tratou da escolha do material para o desenvolvimento do projeto: a maioria dos alunos (11) respondeu positivamente (“Favorável” e “Muito Favorável”) e só um aluno respondeu ter sido “Nada favorável”. Esta questão esclarece que a escolha dos materiais estruturais pelos alunos pode ter sido bastante positiva para o desenvolvimento do projeto. Indicou a necessidade de buscar respostas estruturais no material selecionado durante o processo de projeto e mostra também a utilização e afinidade com outros materiais construtivos.

O resultado da questão sobre outras possibilidades de escolha do material e sistema construtivo mostrou que a maior parte dos alunos considerou a possibilidade de utilização de um material diferente. Um pouco mais da metade (7) respondeu ser o aço outra alternativa; vale ressaltar que a maior parcela de alunos utilizou o concreto armado como material de construção.

Na questão 5, referente à autoavaliação da concepção estrutural, metade dos alunos se mostrou crítica em relação aos próprios trabalhos. Cinco dos doze alunos responderam ter sido “Razoável” e um aluno respondeu “Ruim”. Enquanto que, da outra metade, cinco responderam ter tido um “Bom” resultado em relação à concepção estrutural e um aluno respondeu ter sido “Muito bom”. Isso demonstra que uma parte dos alunos está ciente das dificuldades da concepção estrutural de seu projeto.

Quanto ao momento da concepção estrutural (Questão 5), a maioria dos alunos (9/12) respondeu ter considerado a estrutura após definir todos os espaços. Apenas dois alunos afirmaram ter pensado na estrutura “Desde a fase inicial do projeto” e um aluno respondeu “Na fase de representação final”.

Em relação às dúvidas sobre a estrutura no processo de projeto (pergunta de múltiplas escolhas), todos os discentes responderam ter tido dúvidas quanto ao dimensionamento da estrutura como um todo. Onze deles afirmaram ter tido dúvidas quanto aos detalhes das junções da estrutura e oito disseram ter tido dificuldades de dimensionar os vãos. Quatro alunos tiveram dúvidas sobre o posicionamento de vigas e lajes e cinco sobre a posição dos pilares.

A análise dos discursos dos alunos revelou que todos eles reconhecem a importância da estrutura como base de sustentação e realização de uma obra. Alguns deles (4) fizeram

analogias como o “esqueleto” ou a “espinha dorsal” do edifício e vários alunos disseram ser ela responsável pela sustentação, o que os “mantém em pé”. Três deles comentaram sobre a distribuição de cargas nos elementos do conjunto estrutural.

Uma parcela dos alunos (4) que responderam ao questionário compreende a relevância da estrutura no processo de projeto: “É a base da construção, a parte que sustenta, deixa em pé, estrutura”. Outro aluno respondeu: “A estrutura serve como elemento de sustentação para o edifício e influencia diretamente na concepção formal e espacial (na determinação dos vãos e alturas)”.

Em relação aos resultados dos questionários dos professores², pôde-se observar que um deles acredita que o momento da concepção estrutural dos alunos foi apenas na fase final de representação. Comentou ainda que os alunos não tinham todos os conhecimentos das possibilidades estruturais do sistema estrutural escolhido. Ao avaliar o resultado final dos projetos dos alunos, em termos da concepção estrutural, um dos professores afirmou ter sido “razoável”. De acordo com seu discurso, seria necessária uma maior integração da disciplina de tectônica no dia-a-dia da disciplina de Projeto. Para ele, os projetos dos alunos podem ser considerados exequíveis, porém, com uma melhor leitura do mercado da construção e das tecnologias disponíveis em função das questões de logística e da instalação do canteiro de obras. Quando questionado sobre as dúvidas dos alunos, todas as opções foram marcadas. O professor indicou como dúvida principal dos alunos a escolha e decisão do sistema construtivo do projeto. Para ele: “Arquitetura é construção: o sistema construtivo é também uma decisão cultural, sua escolha técnica e adequação à solução torna a estrutura vital/fundamental na concepção”.

Segundo outro professor da disciplina, os alunos levaram a estrutura em consideração desde a fase inicial do projeto, porém, apenas por recomendação dos docentes. Em seu discurso, ele afirma que a estrutura tem influência parcial na forma do edifício, pois formas distintas podem ser geradas por sistemas estruturais idênticos e vice-versa; entretanto, a forma de um edifício e sua estrutura estão profundamente relacionadas. Quanto ao conhecimento dos alunos das possibilidades estruturais, o professor ainda comentou que não era possível generalizar, já que alguns alunos compreendiam o comportamento de determinados sistemas estruturais propostos, enquanto outros não conseguiram entender o potencial de certos materiais construtivos. De modo geral, o enfrentamento de novos problemas de projetos pode oferecer a oportunidade de suprir determinadas deficiências.

Quanto à utilização de outro material para alguns projetos, a escolha entre o concreto armado e o aço (considerando ambos com capacidade de suprir o sistema trilítico) foi tomada segundo condições específicas definidas por cada estudante, a exemplo da rapidez da construção, das facilidades de montagem e do peso. Na sua avaliação, tendo em vista a concepção estrutural, o resultado dos projetos dos alunos foi considerado “Bom”. Como informado, nem todos os alunos conseguiram associar o problema enfrentado, levando em

² Três dos quatro professores de projeto responderam ao questionário. Apenas o professor de desenho urbano não nos deu retorno.

consideração as várias dimensões arquitetônicas com a questão construtiva. Todavia, alguns projetos poderiam ser avaliados como “Muito bons”.

Em resumo, os questionários aplicados ajudaram a compreender melhor a disciplina do ponto de vista da concepção estrutural. Algumas questões foram divergentes de acordo com as respostas dos discentes e dos docentes. Por exemplo, o momento de elaboração da estrutura dos projetos e a decisão do material construtivo a ser empregado. Por outro lado, todos estavam cientes da importância da estrutura para o desenvolvimento do projeto.

Os discentes definiram quais projetos seriam desenvolvidos na área de intervenção, o programa e pré-dimensionamento e também o sistema estrutural utilizado. Para esta pesquisa, a observação da disciplina se deu com a presença de todos os alunos, no entanto, os questionários e projetos analisados se restringiram apenas aos que propuseram edifícios verticais com maior complexidade estrutural.

5.4. Análise dos projetos selecionados

No total, foram dez projetos analisados, pois nem todos os alunos disponibilizaram os trabalhos finais da disciplina. A maioria dos alunos entregou o projeto completo no terceiro dia do CODA, em pranchas no formato A2, no estilo concurso, e pranchas com desenhos técnicos dos projetos.

Os dez projetos analisados apresentaram a estrutura em planta baixa. As apresentações não mostraram tantos detalhes dos projetos, uma vez que os alunos tiveram pouco tempo disponível para apresentação em equipes. Três alunos não apresentaram cortes do projeto em seus trabalhos. No entanto, seis dos alunos que apresentaram cortes, representaram a estrutura nestes desenhos, utilizando também detalhes. Nas fachadas e perspectivas, muitas vezes não foi representada a estrutura já que, em vários casos, ela estava “embutida” nos elementos de fachada. Por outro lado, a maioria dos projetos (6/10) apresentou detalhes da estrutura e do material estrutural escolhido (7/10). Os casos que não especificaram o material construtivo também não exibiram detalhes em seus projetos. Nenhuma equipe apresentou maquete física.

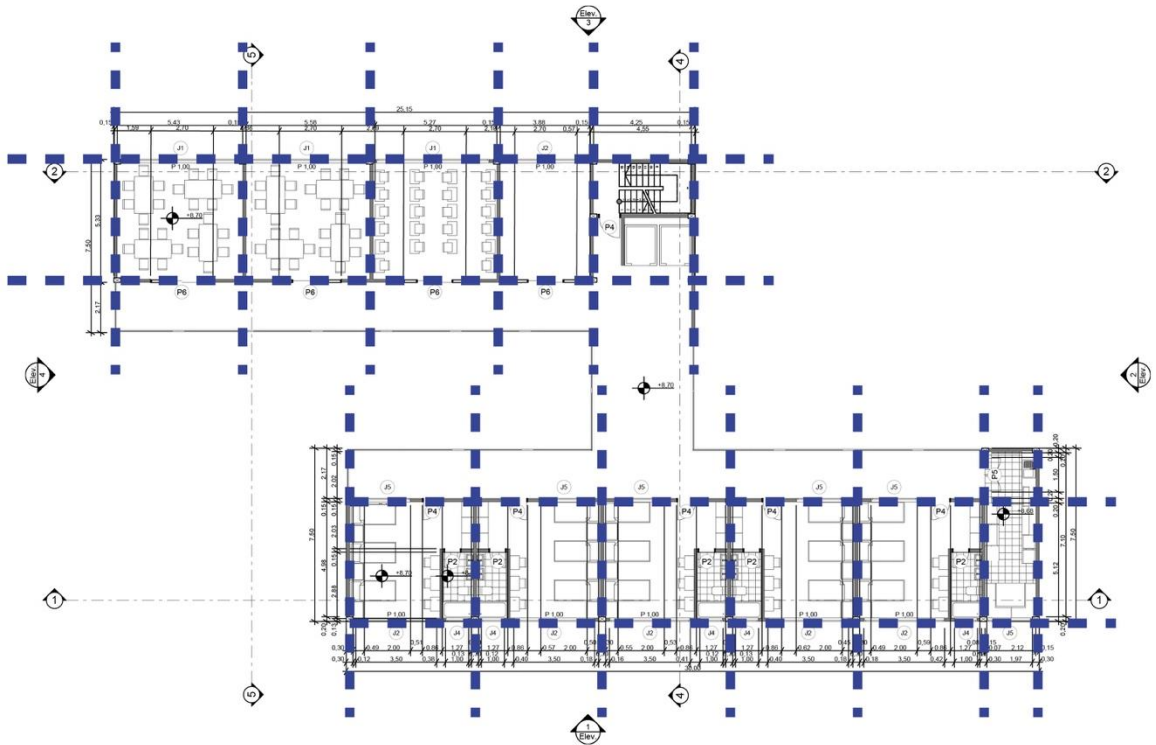
A modulação foi considerada a principal influência no projeto, pois todos os projetos analisados levaram em consideração uma malha estruturadora (Figura 1). Dentre eles, apenas um projeto considerou a estrutura como um princípio condutor, considerando as dimensões, o material e a forma da estrutura desde a concepção arquitetônica inicial.

Seguindo a base de classificação das relações entre a estrutura e a arquitetura de MacDonald (2001), foi possível identificar nos projetos dos alunos três das seis relações: estrutura como gerador de formas/aceitas (6), estrutura como arquitetura (1) e estrutura como ornamento (3).

Os projetos classificados como *estrutura como gerador de formas / aceitas* (Figura 2 e 3) seguiram o conceito de que o sistema estrutural foi reconhecido com forte influência na forma do edifício; nesses casos, seguiram uma modulação. Entretanto, o interesse arquitetônico não está intimamente relacionado com a função estrutural.

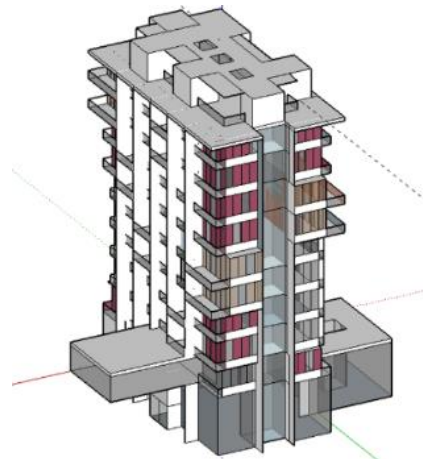
Figura 1 – Projeto de um aluno - Identificação da modulação em um dos projetos analisados.

363



Fonte: Projeto dos alunos do 4º período da disciplina de Projeto de Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo 4 do semestre 2015.2 do CAU/UFPE. Modificado pela autora.

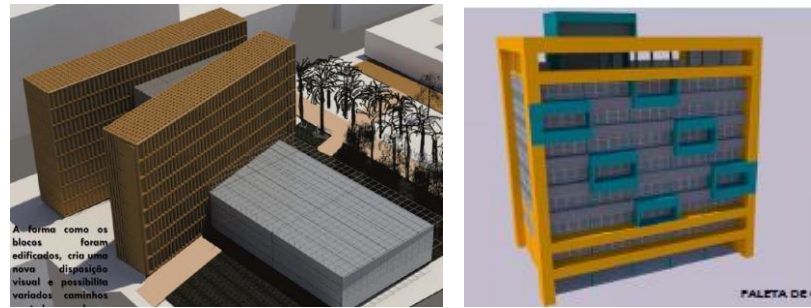
Figuras 2 e 3 – Projetos dos alunos – Estrutura como um gerador de formas.



Fonte: Projeto dos alunos do 4º período da disciplina de Projeto de Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo 4 do semestre 2015.2 do CAU/UFPE. Modificado pela autora.

Já os projetos classificados como *estruturas como um ornamento* nos quais os elementos estruturais são manipulados pelo aspecto visual, especialmente pelos aspectos da modulação e do pré-dimensionamento. Assim, os três projetos assim identificados apresentaram características formais que sobrepõem as considerações técnicas, como lajes em balanço e uma estrutura aparente que influenciou no resultado final da fachada.

Figuras 4 e 5 – Projetos dos alunos – Estrutura como um gerador de formas.



364

Fonte: Projeto dos alunos do 4º período da disciplina de Projeto de Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo 4 do semestre 2015.2 do CAU/UFPE. Modificado pela autora.

Figuras 6 e 7 – Projetos dos alunos – Estruturas como um ornamento.

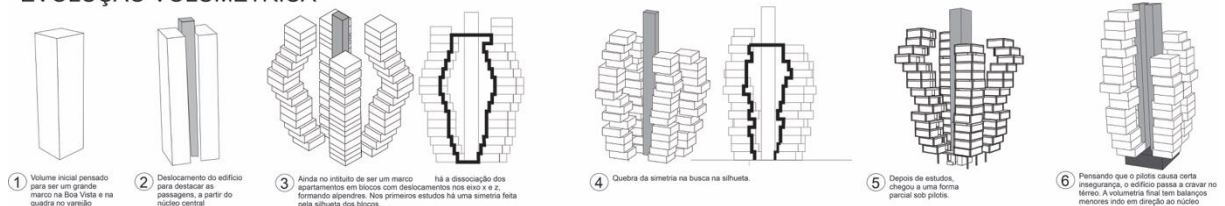


Fonte: Projetos dos alunos do 4º período da disciplina de Projeto de Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo 4 do semestre 2015.2 do CAU/UFPE. Modificado pela autora.

O projeto definido como *estrutura como arquitetura* (Figura 8) foi baseado em duas principais características determinadas por MacDonald (2001). A primeira é que o projeto foi elaborado seguindo uma visão mais técnica da estrutura. Em segundo lugar, de modo geral, esse tipo de relação entre a arquitetura e a estrutura geram problemas estruturais a serem resolvidos. A evolução do projeto mostra que no seu desenvolvimento houve uma resolução da estrutura e certa “explosão” das unidades em torno de um eixo central, provocando um problema estrutural a ser resolvido. Assim, foram feitos vários estudos sobre as possibilidades estruturais do edifício, chegando a um nível exagerado da distância do eixo central, o qual teve que ser repensado para o resultado final da disciplina.

Figura 8 - Projeto dos alunos – Projeto estrutura como arquitetura.

EVOLUÇÃO VOLUMÉTRICA



Fonte: Projeto dos alunos do 4º período da disciplina de Projeto de Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo 4 do semestre 2015.2 do CAU/UFPE. Modificado pela autora.

Em síntese, pode-se observar que a estrutura estava presente em todos os projetos analisados, já constituindo esse um dos pontos positivos da disciplina de Projeto de Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo 4. A decisão do sistema estrutural pelo aluno e a exigência de sua representação por parte dos professores podem ter contribuído para que todos os discentes pensassem na estrutura no processo de projeto.

365

5.5. Análise Geral da Disciplina

A análise integrada da disciplina foi composta pelos instrumentos de pesquisa citados anteriormente. Nesta parte do trabalho, foram reunidas as avaliações elencadas na análise do plano de curso, na observação da disciplina, do questionário dos alunos e das entrevistas com os professores, e, ainda, com a análise dos projetos finais do componente curricular.

O plano de curso da disciplina mostrou-se completo em relação ao cronograma ao conteúdo ministrado e ao tempo de desenvolvimento do projeto. Entretanto, foi observado que, entre os módulos, quando há interrupção das atividades do componente, os alunos sentem um pouco a perda de continuidade do desenvolvimento do projeto. Especialmente porque há, entre as semanas dedicadas ao Projeto de Arquitetura, Urbanismo e Paisagismo 4, outras disciplinas complementares ao curso, com outras atividades e trabalhos a serem realizados.

Quanto à disciplina de projeto, é importante explicar, antes de tudo, que o método de projeção da disciplina é de livre escolha dos alunos, e, assim sendo, espera-se construir o conhecimento a partir dos caminhos trilhados por cada um. Os discentes definem quais projetos irão ser desenvolvidos na área determinada, o programa e pré-dimensionamento, assim como o sistema estrutural. Assim, não há uma quantidade significativa de restrições impostas ao desenvolvimento do trabalho, à exceção da legislação da área estudada e das normas vigentes.

Em relação ao poder de decisão do sistema construtivo do projeto, os alunos se mostraram um pouco divididos. Mesmo sabendo que a escolha era livre, alguns alunos afirmaram que a escolha tinha partido do professor de projeto, sendo provável que a definição tenha sido tomada em conjunto no momento do assessoramento.

Apesar do esforço e incentivo dos professores (aula de Partido estrutural no primeiro módulo), os alunos conceberam a estrutura tardiamente. Constatou-se, na observação da disciplina, que o momento de concepção estrutural se deu, na maioria dos casos, após os assessoramentos, ou seja, os alunos não pensaram na estrutura nos seus primeiros desenhos, o que foi confirmado com o questionário dos alunos, já que a maior parte deles afirmou ter considerado o sistema estrutural após definir os espaços. Essa constatação se mostrou um pouco diferente no discurso dos professores. Um deles comentou ter sido na fase de representação final, enquanto que o outro respondeu ter sido desde a fase inicial de concepção do projeto.

Como os alunos tinham liberdade de escolha do sistema construtivo, a principal dúvida era decidir qual o melhor sistema construtivo ou estrutural para o projeto. Essa dúvida, de acordo com a observação da disciplina, gerou mais interesse dos alunos em pesquisar e desenvolver

algum tipo de sistema estrutural, através também de exemplos vistos na própria cidade. Como o professor argumentou, essa também é uma escolha de cunho cultural.

Em um dos módulos, foi possível observar outras dúvidas dos alunos em relação ao dimensionamento da estrutura e à dificuldade de escolha do material construtivo, o que está de acordo com o discurso de um dos professores. Os resultados dos questionários, junto com a observação da disciplina, indicaram várias dúvidas dos alunos em relação ao pré-dimensionamento dos sistemas estruturais, o que é respaldado pela análise dos projetos finais da disciplina. Nesta análise, foi identificado que alguns projetos mostraram dimensões insuficientes para os edifícios muito altos.

Na avaliação dos discentes em relação aos próprios trabalhos, levando em consideração a concepção estrutural, metade dos alunos afirmou ter sido “ruim” ou “razoável”, o que indica uma postura crítica dos alunos em relação ao processo de projeto integrado à estrutura, em oposição às respostas dos professores, que foram “bom” e “razoável”.

De acordo com a observação da disciplina e baseado na análise dos projetos selecionados, constatou-se também que todos os projetos utilizaram uma modulação como estimulado pelos professores. Isso constitui um ponto positivo no tocante à concepção estrutural inserida no processo projetual dos componentes curriculares. Dentre os trabalhos avaliados, metade foi classificada na categoria “estrutura como um gerador de formas”, neste caso, indica o papel atuante da modulação estrutural na concepção do espaço arquitetônico. Nenhum projeto foi considerado como “estrutura ignorada” e apenas três foram definidos como “estrutura como ornamento”, uma vez que utilizaram a estrutura em benefício da forma e em detrimento das características resistentes.

6. CONSIDERAÇÕES

O quadro do ensino de estruturas, traçado pela pesquisa de Saramago (2011), identificou que a maioria das escolas ainda não incentiva o desenvolvimento da concepção estrutural. Por outro lado, as referências do ensino de projeto mostraram uma preocupação recorrente com o tipo de didática de estruturas para os cursos de arquitetura do Brasil (problemas discutidos desde 1964).

Em primeiro lugar, vale ressaltar os limites do caso aqui analisado e esclarecer que, no curso de AU da UFPE, a formação em estruturas é essencialmente qualitativa, especialmente por conta das disciplinas de Tectônica, que são ministradas do primeiro ao oitavo período, nas quais são apresentados os sistemas estruturais e projetos de referência. Segundo alguns alunos, hoje só há a possibilidade de cursar as disciplinas de cálculo em componentes eletivos.

De acordo com os professores da UFPE, existem certas lógicas do ponto de vista da concepção estrutural que auxiliam no desenvolvimento do trabalho. Essas lógicas são estabelecidas conforme cada projeto. De modo geral, os projetos verticais seguem a lógica da modulação em virtude da economia e da racionalização construtiva. Essa modulação não precisa ser rígida e pode variar de acordo com o projeto.

Os discentes da UFPE matriculados na disciplina analisada podem ser considerados muito inexperientes no desenvolvimento de projetos de Arquitetura, tendo se mostrado indecisos na tomada de decisões. A dificuldade da escolha do sistema construtivo e estrutural pode ser uma consequência da falta de repertório em Arquitetura, principalmente devido ao pouco tempo de curso dos alunos em questão. Todavia, essa escolha do sistema estrutural e material construtivo pelos alunos faz com que eles busquem suas características e pesquisem modos de representação, pensando nos encaixes e nos requisitos técnicos necessários.

Como comentado na análise da disciplina, existe também a questão cultural com influência direta nos projetos dos alunos, especialmente quando se trata da escolha do material construtivo. Aspecto também confirmado pelo professor da UFPE, ao responder, em seu questionário, que considera que os alunos escolhem os materiais com que estão familiarizados e que encontram na cidade.

As mensagens estruturais derivam do nosso conhecimento intuitivo do comportamento estrutural, entendimento que se origina tanto da experiência física cotidiana como da percepção das formas naturais estruturais (SALVADORI, 1980). É importante reconhecer que a escolha de um sistema estrutural depende também da consciência cultural e das condições técnicas de cada lugar. Dar aos alunos a possibilidade de escolha do sistema estrutural e construtivo pode garantir a formação de um profissional mais qualificado. O incentivo à pesquisa e aos modos de representação, assim como à visualização dos exemplos expostos na cidade contribuem para o ensino de uma arquitetura voltada para a realidade da construção, levando em consideração o sistema estrutural. A escolha do sistema estrutural deve partir do aluno e ser baseada em uma geometria pensada desde o processo de projeto (SANDAKER, 2008).

Em relação ao processo de projeto, a problemática da entrada pela função, o “*plantismo*”, segundo Hélio Costa Lima (2003), ainda se vê presente nos hábitos dos alunos, mesmo com o incentivo dos professores ao seu desprendimento. Muitas vezes os alunos se atinham à inserção do programa em planta baixa, o que pode ser ocasionado pela pouca experiência, porquanto os alunos estão apenas no segundo componente curricular destinado ao desenvolvimento de projetos de arquitetura. Porém, esta postura dos professores sempre contrária ao desenvolvimento apenas pela planta, incentivando o desenho a mão livre e a evolução do projeto através de perspectivas e cortes, mudou um pouco o processo de projeto dos alunos. Estes desenvolveram os projetos um pouco mais focados na estrutura e na volumetria como um todo, buscando também novos sistemas construtivos e estruturais.

Foram identificados, nos projetos analisados, três das categorias da relação da estrutura e da arquitetura estabelecidas por MacDonald (2001): a estrutura como um gerador de formas, a estrutura como ornamento e a estrutura como arquitetura. No entanto, vale ressaltar que apenas um aluno conseguiu pensar na *estrutura como arquitetura*, “brincando” com blocos em torno de um eixo estruturante. Neste caso, a estrutura foi pensada de modo a transmitir as cargas para o solo sem deixar a concepção arquitetônica em segundo plano desde o início do processo de projeto. Esse resultado pode também ser uma consequência do assessoramento contínuo com os professores e ser considerado um exemplo de integração entre arquitetura e estrutura.

Os resultados da pesquisa indicam que não é obrigatória a presença de um professor de estruturas no ateliê de projeto. Entretanto, o conhecimento da construção e sua influência no projeto (experiência prática), a vontade para a pesquisa e o conhecimento de diferentes materiais construtivos são características importantes a serem observadas no ensino da concepção estrutural no âmbito do processo de projeto. Vale comentar também que as mudanças significativas nos currículos de arquitetura dependem em grande parte dos professores de projeto e seu relacionamento com os demais professores. Enfim, a pesquisa empírica permitiu compreender a situação existente em dois casos estudados (um deles apresentado nesse artigo) e fundamentar algumas sugestões de melhorias nas disciplinas analisadas.

AGRADECIMENTOS

Aos professores e alunos que participaram da pesquisa na UFPE pela anuência, contribuição e acolhimento, e por compartilharem suas experiências e opiniões. Ao CNPQ, pelo fomento à pesquisa através da bolsa de mestrado concedida.

REFERÊNCIAS

CHARLESON, A. W. **Structure as architecture: a sourcebook for architects and engineers**. Oxford: Architectural Press, 2005.

DIEZ, G. **Projeto Estrutural na Arquitetura**. Porto Alegre: Masquatro e Nobuko Editoras, v. 1, 2012.

LIMA, H. C. A estrutura arquitetônica como "entrada" do aprendizado de projeto. In: Lara, F.; Marques, S. (org.) **Projetar: pesafios e Conquistas da Pesquisa e do Ensino**. Rio de Janeiro: Virtual Científica, 2003. p. 85-93.

MACDONALD, A. J. **Structure Design for Architecture**. Oxford: Architectural Press, 1997.

MACDONALD, A. J. **Structure and architecture**. Oxford: Architectural Press e Elsevier, 2001.

SALVADORI, M. **Porque os edifícios ficam de pé**. São Paulo: WMF Martins Fontes Ltda., 1980.

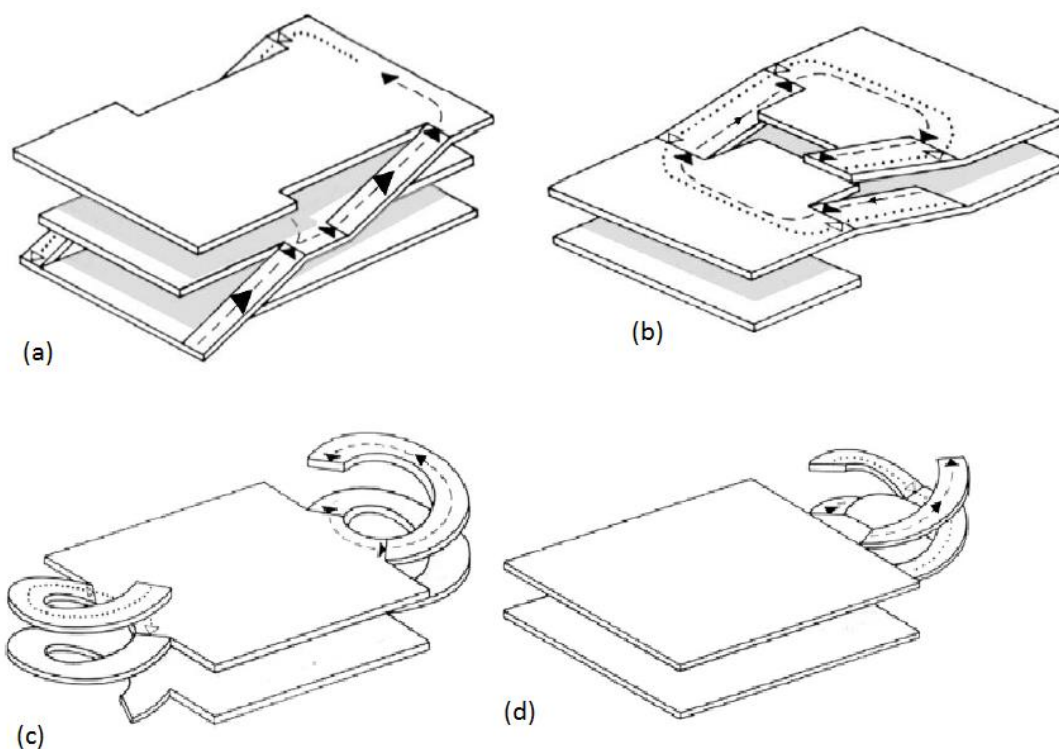
SANDAKER, B. N. **On span and space - exploring structures in architecture**. New York: Routledge, 2008.

SARAMAGO, R. C. P. **Ensino de estruturas nas escolas de Arquitetura do Brasil**. 2011. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011.

UNWIN, S. **A análise da arquitetura**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

conexões verticais. Nesse tipo de arranjo, a movimentação dos veículos entre os pavimentos é dada por rampas de acesso, que podem ser: reta de pista simples com subida e descida, reta entre meios-pisos, com rampas separadas para subida e descida, mão dupla; helicoidais de mão única independentes ou helicoidais para subida e descida (Figura 1). A escolha do tipo de rampa depende das características do terreno e da disponibilidade de espaço para as manobras (BEVILAQUA, 2010).

Figura 1 – Tipos de rampa de acesso a garagens. (a) reta de pista simples com subida e descida; (b) reta entre meios-pisos, com rampas separadas para subida e descida, mão dupla; (c) helicoidais de mão única independentes; (d) helicoidais para subida e descida



Fonte: Adaptado de Bevilaqua (2010).

É notável que o projetista não irá resolver os problemas de estacionamentos locais das cidades contemporâneas. O critério para dimensionar espacialmente a área das vagas é condicionado por legislações locais e normas específicas. O estacionamento deve ser considerado desde o projeto, planejado com coerência e em harmonia com as decisões de arquitetura, para não ser desenvolvido como uma adição vulgar, descaracterizando a leitura ambiental local e propondo espaços de uso irracional.

4. ARTICULANDO PAVIMENTO TIPO E PAVIMENTO GARAGEM: O EXERCÍCIO

Entre os diversos desafios da concepção de edifícios de múltiplos pavimentos, a integração entre projeto arquitetônico e estrutural é o mais relevante para alcançar um melhor aproveitamento espacial das garagens. Compreendendo que a concepção estrutural é uma das etapas do projeto arquitetônico, o exercício proposto que será apresentado neste

artigo, foi aplicado na disciplina Sistemas Estruturais em Concreto Armado de um curso de Arquitetura e Urbanismo. A disciplina aborda os aspectos introdutórios de resistência dos materiais, características dos sistemas em concreto armado, premissas normativas e pré-dimensionamento aplicado ao projeto arquitetônico.

559

O exercício, apresentado e estruturado em um Edital¹, dividido em duas etapas, busca a prática do pré-dimensionamento, propondo atender a um eficiente projeto de garagens com uma adequada modulação de pilares e vigas e soluções de tipos de lajes. Na primeira etapa, de estudos e análises, os estudantes (em grupo com quatro representantes) devem realizar uma visita técnica a um edifício de múltiplos pavimentos com a garagem sobre a torre. A primeira etapa tem como objetivo principal estudar projetos de arquitetura existentes e as soluções encontradas para interação com a estrutura no dimensionamento espacial das garagens. A análise deve conter o suporte dos projetos do edifício, fotografias, cadastros das dimensões reais x dimensões de projeto, levantamento de resultados e cruzamento com as exigências normativas legais. A visita técnica possui um roteiro sugerido no edital do exercício com os seguintes pontos a serem levantados para apresentação em formato de seminário:

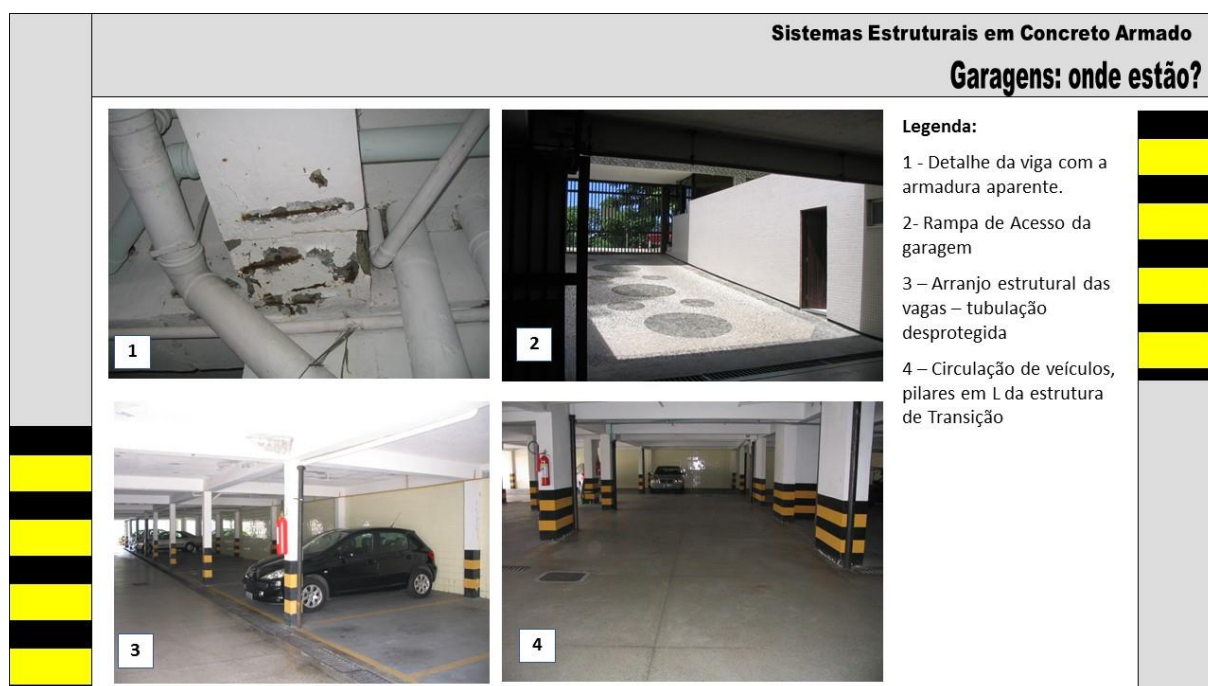
- Sendo um edifício de múltiplos pavimentos, como o arranjo dos pilares do pavimento tipo se comportam na garagem?
- Qual o tipo de laje utilizada e foi adotada alguma solução?
- Quais os vãos máximos e mínimos entre pilares?
- As vagas atendem aos padrões mínimos de projeto previsto no código de Obras do Município?
- Há correspondência no pé-direito previsto em projeto e o executado?
- Quais as larguras previstas para as circulações e rampas de acesso?
- Há vagas para pessoas com deficiência e estão atendendo os critérios da NBR 9050?
- Quanto à disposição das instalações hidráulicas e elétricas, levantar os pontos que são relevantes nas decisões de lançamento estrutural.
- Quais as boas soluções encontradas no arranjo da garagem visitada que podem ser usadas em novas propostas?
- Há uma “linha de eixo” no lançamento dos pilares que foi adotada pelos projetistas?

Os resultados dessa etapa aconteceram no formato de seminário, com cerca de vinte exemplares diferentes por turma, possibilitando criar um repertório de soluções e experiências materializadas. Nessa etapa, as soluções inadequadas – como pé-direito baixo, alinhamento estrutural interferindo no arranjo de vagas, rampas com inclinações fora dos padrões exigidos e incongruência entre pavimento garagem e pavimento tipo – são muito importantes para fortalecer os aspectos de decisão da etapa de concepção arquitetônica que quando mal resolvidos acarretam em problemas de integração com as questões estruturais e de instalações (Figura 2).

¹ O Edital do Exercício é um documento que estabelece os objetivos, diretrizes, produtos a serem entregues e referências que devem ser consultadas durante o processo.

Figura 2 – Slide de apresentação do Seminário: “Garagens, onde estão?”. Edifício Colinas de São Lázaro, Salvador Bahia

560



Fonte: Equipe 03, UFBA, disciplina: Introdução aos Sistemas Estruturais (2007).

A segunda etapa (realizada com grupos de dois estudantes) tem como objetivo principal a prática integrada entre arquitetura e engenharia com a obtenção de melhores resultados espaciais nas garagens com uma integração entre a modulação estrutural, aproveitamento de área, circulação, número de vagas além de eficiência e economia.

Os estudantes têm como desafio, a partir de uma planta tipo de um edifício de quinze pavimentos fornecida pelo professor, proceder ao lançamento da estrutura (lajes, vigas e pilares) concebendo o pavimento de garagens (concepção arquitetônica e estrutural).

O edifício proposto do exercício possui 15 pavimentos tipos, localizado na Orla Atlântica de Salvador, que apresenta características particulares de agressividade ambiental, onde os parâmetros de durabilidade previstos na NBR 6118 devem ser levados em consideração inclusive na parametrização de pré-dimensionamento.

A planta tipo fornecida propõe uma discussão sobre o papel do arquiteto. No método tradicional de projeto, a concepção estrutural fica sob a responsabilidade de outro profissional (um engenheiro estruturalista) quando o projeto arquitetônico está finalizado, interferindo nas possibilidades de soluções e interações entre disciplinas de projeto. O grande desafio é propor a solução arquitetônica e estrutural da garagem e sua integração com a planta tipo existente.

4.1 Aspectos relevantes para concepção

O estabelecimento de um arranjo adequado, uma modulação, um partido ou uma combinação adequada dos elementos estruturais consiste no conceito de concepção

estrutural. Outros aspectos como a definição das ações, considerações específicas sobre ação do vento, requisitos de segurança, custos e durabilidade poderão promover diferentes resultados para uma mesma proposta. Segundo Rebello (2001),

Conceber uma estrutura é ter consciência da possibilidade da sua existência; é perceber a sua relação com o espaço gerado; é perceber o sistema ou sistemas capazes de transmitir as cargas ao solo, da forma mais natural, é identificar os materiais que, de maneira mais adequada, se adaptam a esses sistemas.

561

Para o exercício proposto, o estabelecimento de diretrizes, adaptadas de Barbosa (2008), delimitam critérios importantes para a concepção e otimização dos resultados:

- a) O projeto arquitetônico fornecido não pode sofrer alterações espaciais significativas, como promover acréscimo de área, mas apenas proposições de novos layouts que não interferissem nas decisões estéticas do projeto;
- b) Os elementos estruturais (vigas e pilares) devem ser locados de maneira harmônica, embutidos nas alvenarias de vedação sem comprometer os espaços previstos;
- c) O pavimento garagem deve estar imediatamente abaixo da torre, permitindo a conexão da circulação vertical e criando o desafio da interação entre o pavimento tipo e o pavimento garagem;
- d) A locação dos elementos deve garantir uma transmissão das cargas de forma mais direta possível, pelo caminho mais curto, evitando transmitir as cargas de vigas importantes sobre outras vigas (apoios indiretos) e apoio de pilares sobre vigas (chamadas vigas de transição). Se existe a necessidade de uma transição, a melhor solução é a mudança na forma dos pilares, mantendo-se o mesmo centro de gravidade;
- e) No caso da criação de pavimentos garagens que podem exceder a torre, as dimensões da estrutura em planta devem estar limitadas a 30 m no máximo, diminuindo os efeitos da retração e da variação de temperatura. Em situações onde essa dimensão extrapole o previsto, devem ser adotadas juntas de dilatação, que resultam em blocos de estruturas independentes, que não interagem entre si;
- f) A verificação da estabilidade global do edifício é de fundamental importância, especialmente em edifício de múltiplos pavimentos. Devem-se prever estruturas de contraventamento e núcleos rígidos;
- g) O posicionamento dos pilares no pavimento garagem deve ser feito cuidadosamente, possibilitando o maior número possível de vagas e facilitando o fluxo dos veículos, atendendo aos critérios normativos e municipais;
- h) Os aspectos de durabilidade previstos na NBR 6118 acerca das classes de agressividade ambiental merecem um destaque por ser um edifício em concreto armado, onde o f_{ck}^2 de projeto já será utilizado no pré-dimensionamento dos elementos estruturais.

² f_{ck} é a resistência característica à compressão do concreto, sendo um dos elementos do cálculo estrutural, medida em MPa (Mega Pascal). Essa resistência é medida através de ensaios de compressão de corpos de prova do concreto extraído da obra. Com os resultados dos ensaios de compressão calcula-se estatisticamente o f_{ck} .

Certamente a etapa de concepção e pré-dimensionamento ainda será lapidada nas demais etapas de dimensionamento, onde, com suporte computacional, será possível verificar por um pórtico tridimensional, a interação entre os elementos estruturais de forma mais precisa. Lourenço (1992) apresenta a seguinte subdivisão do projeto global de edifícios de concreto armado:

- **Concepção:** Este é o passo mais importante. Uma boa prática do projetista obriga a uma visão global que forneça o suporte para as fases seguintes;
- **Dimensionamento:** Significa definir as dimensões e armaduras da estrutura. Este é um processo iterativo, intimamente ligado à concepção da estrutura, uma mistura de racionalidade e intuição, onde a experiência subjetiva do projetista e as condições objetivas da estrutura analisada se entrelaçam;
- **Validação:** É o processo de substanciar os passos anteriores recorrendo a uma análise final e completa. Esta análise confirma ou não o que já é conhecido.

A partir dessas diretrizes alicerçadas com aulas expositivas e participativas, os estudantes são acompanhados no desenvolvimento das propostas de concepção, realizadas em duplas durante o último mês do semestre.

4.2 Roteiro do Exercício

Para estimular e orientar a condução do exercício, o roteiro coloca em prática os conhecimentos de concepção estrutural de edifícios de múltiplos pavimentos, a experiência do trabalho inicial sobre garagens em pavimentos tipo e as diretrizes de concepção estrutural. O roteiro a seguir é parte do Edital do exercício.

4.2.1 Estudo do projeto arquitetônico

As equipes devem se apropriar do projeto de arquitetura concedido para o exercício e estudar as suas particularidades (layout), previsões de paredes técnicas para prumadas de instalações, saídas de emergência, configuração da forma do edifício e posições de áreas técnicas e reservatórios. Conhecer a proposta é muito importante para tomar decisões estruturais. Deve-se ficar atento quanto à posição das circulações verticais (elevador e escada). É concedido também um levantamento planialtimétrico para que seja possível estudar os limites do terreno para a proposta da garagem através de cortes esquemáticos para implantação do edifício. As equipes devem definir, com consulta ao código de obras do município, o número de vagas necessárias para o edifício.

4.2.2 Estudo de implantação – resolvendo a garagem e o playground

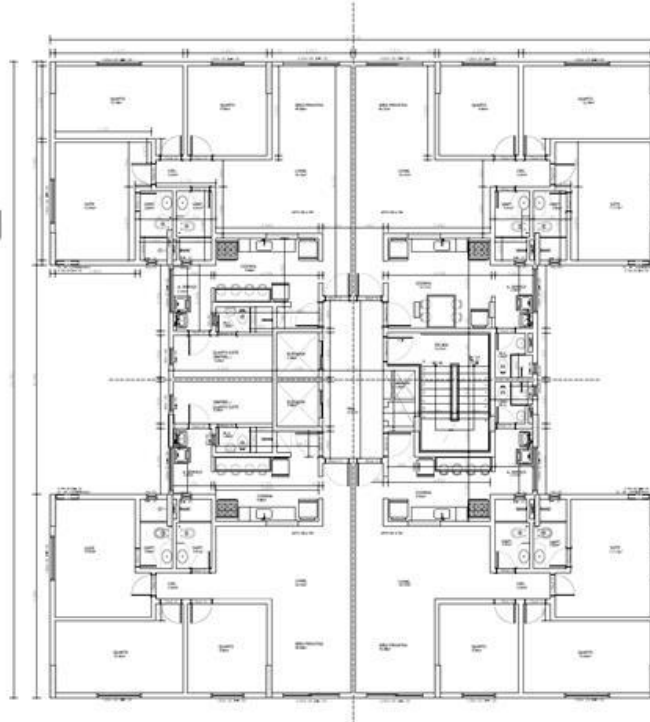
Com a experiência adquirida no seminário de garagens, primeira etapa desse exercício, os estudantes devem definir os limites da garagem, número de pavimentos previstos, melhor localização para as rampas de acesso e possíveis aberturas de ventilação;

4.2.3 Lançamento da estrutura – definição do pórtico estrutural

Na sequência, devem definir a melhor localização para os pilares e vigas além da escolha adequada do tipo de laje a ser adotada, conforme orientações dadas em sala de aula e bibliografia de suporte (Figura 3).

563

Figura 3 – Projeto Arquitetônico com lançamento dos pilares



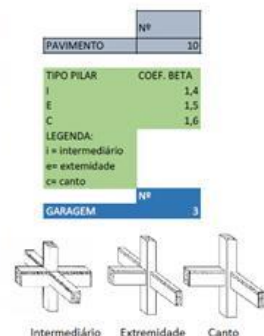
Fonte: Equipe 01, UNIFACS, disciplina Sistemas Estruturais em Concreto Armado (2013).

4.2.4 Pré-dimensionamento dos elementos estruturais;

Através do processo de área de influência, os estudantes devem pré-dimensionar os pilares. Conforme orientações dadas em sala e com suporte nas experiências de normas nacionais e internacionais, devem também pré-dimensionar vigas e lajes. Todas as etapas devem ser organizadas com tabelas, memorial de cálculo e justificativas para adoção dos critérios de pré-dimensionamento, cargas médias, etc. (Figura 4).

Figura 4 – Tabela de pré-dimensionamento dos pilares

PILAR	ÁREA	CARGA MÉDIA KN/M²	CARGA TIPO KN	CARGA TIPO TOTAL KN	CARGA GARAGEM KN	CARGA COBERTURA KN	CARGA TOTAL KN	TIPO PILAR	COEF. BETA	FCX MPA	RESIST. DO CONCR. A COMPR.	ÁREA DO PILAR M²	ÁREA DO PILAR CM²	SEÇÃO
P15	25,71	12	308,52	3085,20	1388,34	231,39	4704,93	i	1,4	30	21428,57	0,219563	2195,63	20x110
P16	12,02	12	144,24	1442,40	649,08	108,18	2199,66	i	1,4	30	21428,57	0,102651	1026,51	20x55
P17	18,55	12	222,60	2226,00	1001,70	166,95	3394,65	i	1,4	30	21428,57	0,158417	1584,17	20x80
P18	6,76	12	81,12	811,20	365,04	60,84	1237,08	i	1,4	30	21428,57	0,05773	577,30	20x30
P19	7,82	12	93,84	938,40	422,28	70,38	1431,06	i	1,4	30	21428,57	0,066783	667,83	20x35
P24	20,6	12	247,20	2472,00	1112,40	185,40	3769,80	i	1,4	30	21428,57	0,175924	1759,24	20x90
P25	12,27	12	147,24	1472,40	662,58	110,43	2245,41	i	1,4	30	21428,57	0,104786	1047,86	20x55
P26	11,36	12	136,32	1363,20	613,44	102,24	2078,88	i	1,4	30	21428,57	0,097014	970,14	20x50
P27	23,31	12	279,72	2797,20	1258,74	209,79	4265,73	i	1,4	30	21428,57	0,199067	1990,67	20x100
P32	22,5	12	270,00	2700,00	1215,00	202,50	4117,50	i	1,4	30	21428,57	0,19215	1921,50	20x100
P34	22,46	12	269,52	2695,20	1212,84	202,14	4110,18	i	1,4	30	21428,57	0,191808	1918,08	20x100
P42	28,36	12	340,32	3403,20	1531,44	255,24	5189,88	i	1,4	30	21428,57	0,242194	2421,94	20x125
P43	16,36	12	196,32	1963,20	883,44	147,24	2993,88	i	1,4	30	21428,57	0,139714	1397,14	20x70
P44	18,56	12	222,72	2227,20	1002,24	167,04	3396,48	i	1,4	30	21428,57	0,158502	1585,02	20x80
P23	21,64	12	259,68	2596,80	1168,56	194,76	3960,12	e	1,5	30	20000,00	0,198006	1980,06	20x100
P31	21,64	12	259,68	2596,80	1168,56	194,76	3960,12	e	1,5	30	20000,00	0,198006	1980,06	20x100



Fonte: Equipe 01, UNIFACS, disciplina Sistemas Estruturais em Concreto Armado (2013).

4.2.5 Desenho das plantas de fôrmas

Desenvolver as plantas de fôrma, com as informações das seções pré-dimensionadas de pilares, vigas e lajes. A planta deve apresentar as cotas e demais informações importantes de projeto.

4.2.6 Carregamento da estrutura;

Realizar o cálculo do carregamento da estrutura: lajes, vigas e pilares, apresentando os critérios da NBR 6118 e da NBR 6120.

4.2.7 Elaboração de Memorial de Cálculo

Síntese de todo processo com as informações utilizadas, tabelas, desenhos, etc. O documento deve ser apresentado em formato A4 ou A3, de maneira clara e didática, seguindo os padrões normativos previstos para trabalhos acadêmicos.

5. CONSIDERAÇÕES

A experiência deste exercício permite uma familiarização com decisões estruturais no momento das decisões arquitetônicas. O registro dessa experiência destaca-se por conclusões que referenciam a necessidade de uma articulação maior entre o ensino de estruturas com necessidades específicas da arquitetura. O desafio arquitetônico no desenho das garagens era o maior aliado do processo proposto no exercício.

O primeiro registro é sobre a diversidade de soluções em uma mesma planta. O que comprova que não existem regras definitivas e precisas para o lançamento estrutural. Os critérios orientados durante as aulas expositivas serviram como ponto de partida e havia liberdade para proposição criativa, atendendo às condicionantes técnicas.

A maioria das duplas, no desenvolvimento da etapa de concepção, elaborava até três propostas, sendo possível discutir aspectos de viabilidade técnica e econômica das soluções.

Pode-se destacar também o aporte teórico de requisitos básicos de projeto de acessibilidade, implantação de rampas, rotas de fuga, contenções, taludes e implantação de edifícios que inevitavelmente precisaram ser abordados durante o exercício. A primeira etapa, onde ocorre a visita técnica, já proporciona esse questionamento sobre os diversos conhecimentos atrelados às decisões estruturais. Sobre a NBR 6118, os critérios de durabilidade ampliaram os olhares sobre as decisões que impactam nas dimensões básicas dos elementos estruturais. Os estudantes puderam perceber que é inexequível com os parâmetros previstos nas Classes de Agressividade Ambiental de maior agressividade alcançar resultados de pilares embutidos em paredes com quinze centímetros de espessura.

Nas últimas experiências, foi possível utilizar ferramentas computacionais para elaboração de modelos tridimensionais, reforçando a compressão formal e articulações interdisciplinares. Para as próximas experiências, seria interessante a utilização de *softwares* de dimensionamento estrutural para realizar a análise global da estrutura considerando os

efeitos da ação do vento e verificar de maneira hierárquica qual solução atende melhor aos requisitos de estabilidade, economia e durabilidade.

AGRADECIMENTOS

565 Agradecemos a todos os estudantes que, através desse exercício, permitiram a materialização deste artigo.

REFERÊNCIAS

- BARBOSA, M. R. **Concepção e Análise de Estruturas de Edifícios em Concreto Armado**. Relatório Final de Iniciação Científica – FAPESP. UNESP, Universidade Paulista, 2008.
- BEVILAQUA, R. Edifícios Garagem Estruturados em Aço. CONSTRUMETAL – Congresso Latino – Americano da Construção Metálica, São Paulo. **Anais...** São Paulo, setembro de 2010.
- BOMFIM, C. A. A. **Entre as taipas e o concreto armado**: os sistemas estruturais no Centro Histórico de Salvador. 2009. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal da Bahia, 2009.
- DENATRAM – Departamento Nacional de Trânsito. **Frota de Veículos**, 2016. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br/index.php/estatistica/261-frota-2016>>. Acesso em: 11 fev. 2017.
- DIEZ, G. **Projeto estrutural na arquitetura**. Porto Alegre: Masquatro, 2012.
- ENGEL, H. **Sistemas de estruturas**: Sistemas estruturais. São Paulo: Editorial Gustavo Gili, 2006.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e estatística. **Síntese Dos Índices Sociais**, 2014. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaodevida/indicadoresminimos/sinteseindicadores2015/default_tab_xls.shtm>. Acesso em: 15 fev. 2017.
- LOURENÇO, P. J. B. B. **Novas metodologias para o dimensionamento de betão armado**. Escola de Engenharia, Universidade do Minho, 1992, 211p.
- REBELLO, Y. C. P. **A concepção estrutural e a arquitetura**. São Paulo: Zigurate, 2001.
- SALVADORI, M. G. **Por que os edifícios ficam de pé**: a força da arquitetura. São Paulo: Martins Fontes, 2006.
- SOARES, R. C.; DEBS, A. L. H. C. Otimização de seções transversais de concreto armado sujeitas à flexão: aplicação a pavimentos. In: **Cadernos de Engenharias de Estruturas**, Escola de Engenharia de São Carlos – USP, Departamento de Engenharia de Estruturas, 1999, 30p.



III ENCONTRO NACIONAL DE
ENSINO DE ESTRUTURAS
EM ESCOLAS DE ARQUITETURA



DIÁLOGO ENTRE ARQUITETURA E ESTRUTURA A PARTIR DA TECNOLOGIA DAS HABITAÇÕES INDÍGENAS

PORTOCARRERO, José Afonso (1); ARAÚJO SILVA, Dorcas (2); GALDINO, Yara (3); MACHADO, Maria Fátima (4)

(1)Departamento de Arquitetura e Urbanismo -UFMT, portocarrero@brturbo.com.br;
(2)Departamento de Arquitetura e Urbanismo -UFMT, arqdorcas@hotmail.com; (3)Departamento de Arquitetura e Urbanismo - UFMT, yayanog@hotmail.com; (4)Departamento de Antropologia - UFMT, mariafatimarobertomachado@gmail.com

RESUMO

Este artigo pretende apresentar a experiência desenvolvida no *Seminário Diálogos III – Arquitetura e Estrutura*, realizado pelo Núcleo de Pesquisas Tecnologias Indígenas – Tecnoíndia, do Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Mato Grosso, em conjunto com professores da universidade suíça ETH-Zurich. As habitações indígenas de Mato Grosso, que são alvo de investigação dos pesquisadores do Núcleo Tecnoíndia desde 2002, foram enfocadas no seminário em função da simbiose que as mesmas estabelecem entre forma, estrutura e materialidade. Compreendendo a casa indígena como produção tecnológica, a discussão sugerida pelos pesquisadores do Núcleo Tecnoíndia e da ETHZ pretendeu propor um olhar que inaugurasse novos entendimentos formais e estruturais das mesmas. As reflexões feitas durante o seminário foram respaldadas pelos estudos do antropólogo Tim Ingold. Concordamos com Ingold quando ele propõe que o conhecimento se solidifica através do fazer, em meio a materiais ativos, equilibrando as forças atuantes sobre o material e intervindo no processo que está acontecendo no mundo real. A partir deste enfoque, o Seminário compreendeu uma oficina de mobiliário em papelão, que permitiu que os alunos projetassem e desenvolvessem objetos que fossem formalmente interessantes, mas que principalmente fossem estruturalmente eficientes, considerando as potencialidades e os limites do material com que foram construídos. Com formação em engenharia e atuação no ensino de estruturas para arquitetos, os professores suíços apresentaram metodologias didáticas que proporcionaram compreensões conceituais de estruturas arquitetônicas, com o desenvolvimento de modelos em menor escala pelos alunos e a análise de obras existentes e seu comportamento estrutural.

Palavras-chave: Arquitetura Indígena; Projeto de Arquitetura; Estrutura; Forma e Materialidade.

ABSTRACT

This article intends to present the experience developed in the Seminar Dialogues III – Architecture and Structure, carried out by the Research Group of Indigenous Technologies – Tecnoíndia, Architecture and Urbanism Department of the Federal University of Mato Grosso, together with professors of the Swiss university ETH-Zurich. The indigenous houses, which have been the research subject from the researchers of the Tecnoíndia since 2002, were focused on the seminar in function of the symbiosis they establish between form, structure and materiality. Understanding the indigenous houses as technological production, the discussion suggested by the researchers of Tecnoíndia and

ETHZ, attempted to propose a vision that inaugurated new formal and structural understandings. The reflections made during the seminar were supported by the studies of the anthropologist Tim Ingold. We agree with Ingold when he proposes that knowledge solidifies itself through doing, through active materials, balancing the acting forces on the material and intervening in the process that is happening in the real world. From this point of view, the Seminar Dialogues III comprised a cardboard furniture workshop, which allowed students to design and develop objects that were formally interesting, but mainly structurally efficient, considering the potentialities and limits of the material through they were built. With a background in engineering and dedication in teaching structures for architects, the Swiss professors presented didactic methodologies that provided conceptual understandings of architectural structures, with the development of smaller scale models by students and the analysis of existing buildings and their structural behavior.

Keywords: *Indigenous Architecture; Architecture Design; Structure; Form and Materiality.*

1. INTRODUÇÃO

No ensino de graduação em Arquitetura e Urbanismo, a retomada das discussões acerca do entendimento sobre estruturas configura uma demanda emergente. Especificamente na disciplina de Projeto de Arquitetura, onde se pode observar uma lacuna entre a concepção formal e o sistema estrutural, que, na maioria das vezes, é pensado como um sistema independente, concebido após a solução formal e a partir desta.

Em períodos históricos anteriores, o entendimento estrutural já esteve mais presente na prática da arquitetura, como no modernismo, em que a forma muitas vezes foi uma resposta das características do concreto armado. Assim como em outros momentos da história da arquitetura, onde o material e as técnicas disponíveis influenciaram fortemente a solução estrutural e conseqüentemente formal. Períodos onde os arquitetos/contrutores dominavam todo o processo arquitetônico, estrutural e executivo.

A divisão das especialidades (Arquitetura e Engenharia) e as conseqüentes alterações nos currículos reduziram a experiência no aprendizado de estruturas nos cursos de Arquitetura. Chegando-se ao atual pensamento equivocado de que as estruturas são uma atribuição exclusiva da Engenharia Civil.

Entendemos que a reflexão sobre a arquitetura indígena pode contribuir para a superação dessa lacuna, pois ela sintetiza o processo de integração entre o pensar e fazer arquitetônico, resultando um desenho onde forma e estrutura fazem parte de um mesmo sistema. Na arquitetura indígena, aquele que pensa também executa, não havendo uma representação gráfica que intermedie estes dois momentos.

A partir do conhecimento sobre arquitetura indígena e do atual contexto de retomada das discussões expostas, foi realizado o *Seminário Diálogos III – Arquitetura e Estrutura*, organizado pelo Tecnoíndia – Núcleo de Estudos e Pesquisas Tecnologias Indígenas, vinculado à Faculdade de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia da UFMT.

2. O NÚCLEO TECNOÍNDIA

O Núcleo de Estudos e Pesquisas Tecnologias Indígenas – Tecnoíndia teve início em 2002, com um projeto de mesmo nome, que tinha como objetivo melhorar o atendimento à saúde

dos povos indígenas, a partir da construção e adaptação de unidades de saúde direcionadas ao seu atendimento. O projeto, objeto de edital nacional¹, foi realizado através de uma parceria entre a UFMT e a FUNASA (Fundação Nacional de Saúde) entre os anos de 2002 e 2006, tendo a Prof.^a Maria Fátima Roberto Machado como coordenadora e o professor José Afonso Botura Portocarrero como principal pesquisador. A partir de 2007, a experiência acumulada impulsionou a ampliação dos estudos para outras áreas, como habitação e tecnologia, ampliando o acervo de pesquisa e troca de saberes entre as culturas.

Através de ações continuadas, o Núcleo Tecnoíndia tem organizado e ampliado o acervo documental de bens materiais e imateriais indígenas, constituindo importante fonte para novos trabalhos de pesquisa, extensão e projeto, assim como constituindo rico acervo memorial dos povos pesquisados.

O núcleo atualmente vem trabalhando de forma multidisciplinar com projetos de pesquisa e extensão que buscam superar as visões tecnológicas e estéticas exógenas e hegemônicas, atualmente utilizadas em nossa região, sensibilizando os estudantes de arquitetura e a sociedade, para leitura e releitura da arquitetura indígena, através da promoção de um espaço institucional de interlocução intercultural.

3. ARQUITETURA E TECNOLOGIA INDÍGENA

A arquitetura indígena tem sido historicamente desconsiderada e vista de modo preconceituoso, considerada como pobre e sem valor. Essa percepção desenvolvida desde o período colonial implantou uma ideologia de arquitetura “menor”, uma arquitetura que deveria ser substituída pela arquitetura não indígena, vista como superior pelos colonizadores e por alguns representantes governamentais na implementação de políticas públicas indigenistas (MACHADO, 2016; ARAÚJO SILVA, 2015). Pesquisas realizadas a partir da década de 1970 têm lançado um novo olhar sobre a arquitetura indígena questionando essa visão hegemônica historicamente construída.

Esse novo olhar, que chama atenção para a simplicidade e riqueza de detalhes da arquitetura indígena, foi destacado já no final do séc. XIX, pelo antropólogo Karl von den Steinen² quando, a partir de sua convivência em uma aldeia Bakairi, ele apresenta a seguinte descrição da habitação daquela etnia:

[...] uma residência de família em completo funcionamento, exatamente com tanta ordem quanto requer a comodidade. Tudo estava agradavelmente arranjado, tudo pendurado, bem disposto, tapado: não havia pregos de ferro, nem parafusos, mas só cordéis e objetos trançados; tudo fora trabalhado com machados de pedra, dentes de animais e conchas... Raios de sol penetravam pelas frestas da cúpula de palha [...] (STEINEN, 1940, p.85).

¹ Edital DENSP/FUNASA N° 001/2001 – Programa de Pesquisa em Saneamento e Saúde – Departamento de Engenharia de Saúde Pública / Fundação Nacional de Saúde. Publicado no D.O.U. nº 163, pg. 61, seção3 em 24/05/2001.

² O antropólogo Karl von den Steinen fez importantes registros etnográficos sobre etnias indígenas em Mato Grosso, tendo realizado duas grandes Expedições à região do Rio Xingú nos anos de 1884 e 1887/1888. A observação citada foi referente à casa *Bakairi* (ãtã), na região dos rios Kulisehu e Kuluene.

Importantes trabalhos realizados a partir de aspectos perceptivos e etnográficos acerca da utilização dos espaços da casa e das aldeias são referências na construção deste novo olhar. Podemos aqui citar os estudos de arquitetos e antropólogos que trabalharam a questão da espacialidade indígena como: Cristina Sá entre os Xavantes, Sílvia Caiuby Novaes entre os Bororo³; Carlos Zibel entre os Guarani; e José Afonso Botura Portocarrero (que assina conosco este trabalho), o qual iniciou suas pesquisas com os Bororo, expandindo depois para várias outras etnias.

Uma maior ênfase será dada neste artigo aos trabalhos realizados por Portocarrero, que despontam como um novo paradigma na maneira de (re)conhecer a arquitetura indígena como uma tecnologia adequada, própria e apurada. Uma arquitetura desenvolvida pelos povos indígenas ao longo de anos de contato com os materiais disponíveis na natureza e com repetidas experiências da prática construtiva, concebida e transmitida ao longo de gerações (TUDELA, 1982; PORTOCARRERO, 2010; MACHADO, 2016).

Conceitos de conforto, adequação às condições ambientais e relação do material com a concepção formal e estrutural são pontos que chamam atenção na arquitetura indígena. Aspectos essenciais para a prática e para o ensino de projeto, pois são características desejadas na arquitetura, que são para alguns inimagináveis de serem encontradas nas edificações indígenas de forma tão simples e rica.

Os povos indígenas brasileiros desenvolveram, no decorrer de muitas gerações, um desenho próprio, fruto das características e possibilidades dos materiais disponíveis. Na maioria das etnias indígenas brasileiras, esse desenho se configura pela forma ogival, desenho este que responde adequadamente às solicitações do meio externo, devido à sua aerodinâmica (PORTOCARRERO, 2010). O desenho ogival das habitações indígenas é produzido pela utilização de materiais esbeltos que possuem a flexibilidade necessária para formar a curvatura da estrutura, mas que juntos formam uma trama que possui resistência para suportar os elementos de vedação da edificação.

Portocarrero (2010)⁴ identifica dois arranjos estruturais básicos: um principal e outro secundário. O arranjo principal, sustenta o arranjo secundário onde está fixada a trama de palha que forma conjunto parede-cobertura (Figuras 1 e 2)⁵.

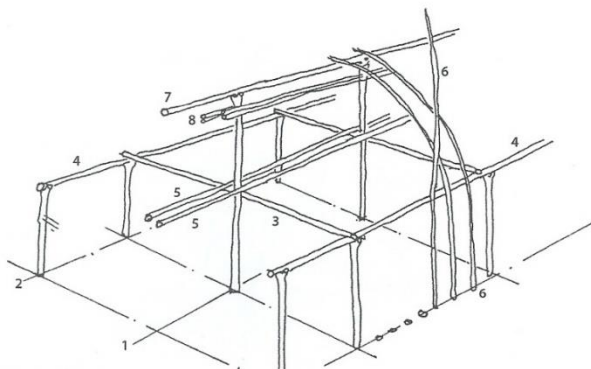
A estrutura primária é formada pela cumeeira e pilares verticais. Do chão partem varas flexíveis que se unem na cumeeira formando a ogiva (Figura 1). A curvatura das varas é obtida pela flexão produzida ao tocarem em um conjunto de pilaretes que finalmente produzem o desenho característico da casa. A estrutura secundária, por sua vez, é formada por peças finas e leves amarradas na estrutura primária, servindo de trama para o revestimento de palha (PORTOCARRERO, 2010).

³ Organizadora do livro *Habitações indígenas*. São Paulo: Nobel, Edusp, 1983.

⁴ A pesquisa de Portocarrero enfatizou o desenho das habitações de 10 etnias indígenas de Mato Grosso, incluindo aspectos formais e estruturais: Bakairi, Bororo, Irantxe, Kamayurá, Karajá, Myky, Paresí, Yawalapiti, Umutina, Xavante.

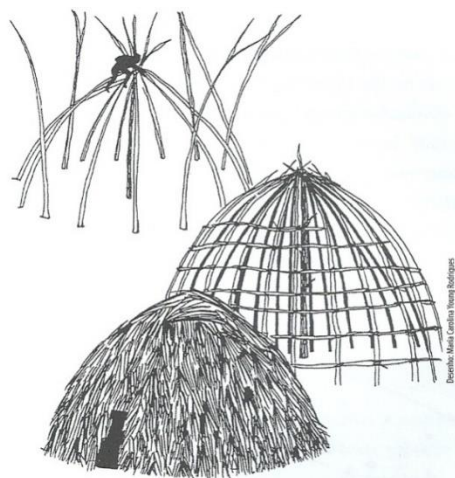
⁵ Cobertura e parede conformam uma peça única de desenho ogival, cujas bases são fixas no terreno e se encontram amarradas na cumeeira (Figuras 1 e 2).

Figura 1 – Estrutura Primária da casa Tapirapé.



Fonte: PORTOCARRERO (2010) . Desenho Getúlio Geraldo Rodrigues Alho (1985) apud PORTACARRERO (2010, p. 42).

Figura 2 – Estrutura Primária e Secundária. Etapas de construção da casa Xavante tradicional.

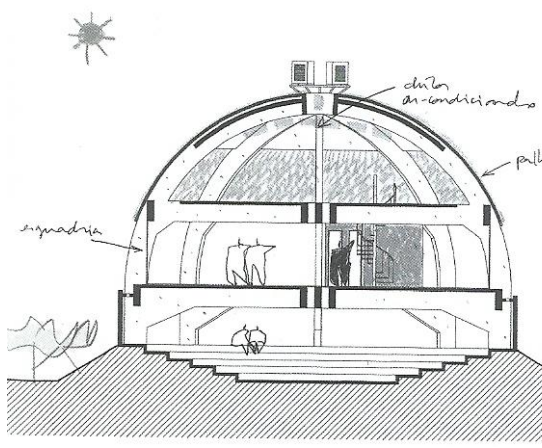


Fonte: PORTOCARRERO (2010) Desenho: Maria Carolina Young Rodrigues. Fonte: Aracy Lopes da Silva (1983), apud PORTOCARRERO (2010, p. 31).

As pesquisas do Núcleo Tecnoíndia pretendem valorizar as técnicas construtivas indígenas como sendo viáveis também para os sistemas construtivos existentes na sociedade não indígena mais ampla, apostando na associação entre as culturas nativas e as inovações tecnológicas, para a melhoria tanto das técnicas construtivas contemporâneas, quanto das técnicas acumuladas pelo conhecimento empírico e tradicional (MACHADO, 2016:5).

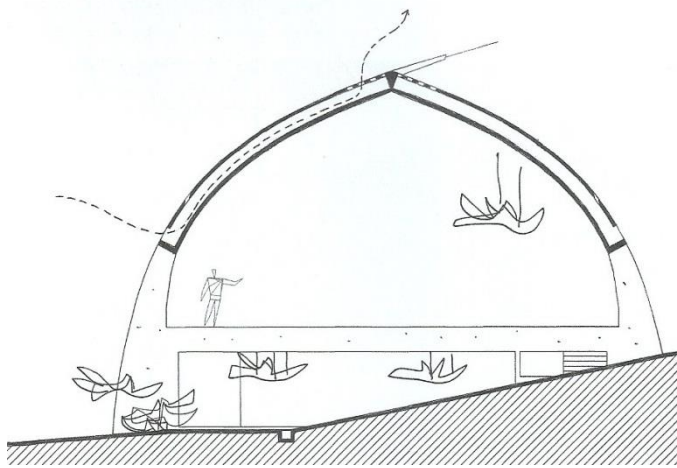
O interesse das pesquisas do Tecnoíndia, tem sido demonstrar que os princípios construtivos indígenas, como sua relação *forma-material-estrutura* são viáveis de serem empregados nos sistemas construtivos de edificações em espaços urbanos, enriquecendo a nossa prática projetual e principalmente contribuindo com o processo de ensino de projeto.

Figura 3 – Corte Esquemático da sede da ADUFMAT/ UFMT.



Autor: José Afonso B. Portocarrero, 1992.

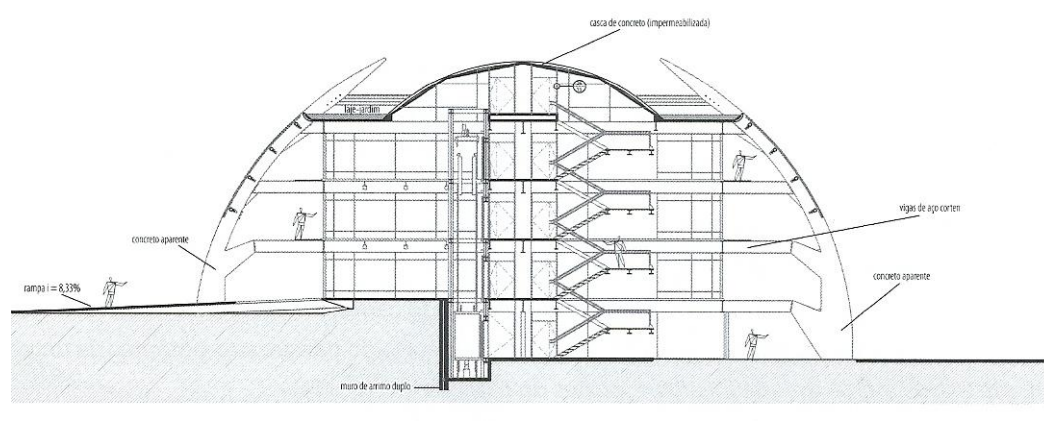
Figura 4 - Corte Esquemático do Centro Sebrae de Sustentabilidade em Cuiabá.



Autor: José Afonso B. Portocarrero, 2010.

Podemos observar a relação *forma-material-estrutura* sendo explorada em algumas obras de Portocarrero, como a Sede da Adufmat, o Centro Sebrae de Sustentabilidade e a Sede da Reitoria da UFMT (Figuras 3, 4 e 5). Estes projetos arquitetônicos exploram os princípios formais indígenas, constituindo uma arquitetura igualmente geradora de saber, ambientalmente adequada e formalmente expressiva. Nestes casos, utiliza-se de materiais industrializados como o concreto e o vidro, fazendo uma releitura da forma das edificações indígenas permitindo o conforto do ambiente com o uso de iluminação natural e tiragens térmicas. Os cortes esquemáticos apresentados evidenciam que a estrutura é o componente formal mais expressivo desses projetos, gerando edificações onde estrutura e forma realizam uma simbiose clara e expressiva.

Figura 5 – Corte Esquemático da sede da Reitoria da UFMT (obra não executada).



Autor: José Afonso B. Portocarrero, 1992.

4. SEMINÁRIO DIÁLOGOS III – ARQUITETURA E ESTRUTURA

Procurando proporcionar diferentes olhares sobre o processo de pensamento e produção arquitetônica, o Núcleo Tecnoíndia vem promovendo uma série de seminários denominados **Diálogos**. O primeiro seminário, intitulado **Arquitetura e Antropologia: Diálogos**, foi realizado no primeiro semestre de 2016 e teve como enfoque o pensamento do antropólogo inglês Tim Ingold, enfatizando sua compreensão acerca da arquitetura enquanto campo de conhecimento.

O segundo seminário **Diálogos 2 – Forma Complexa, Construção Simples** abordou as questões estruturais e tecnológicas da habitação indígena, enfocando a experiência de pós-doutoramento do prof. Portocarrero na ETHZ – Instituto Federal de Tecnologia de Zurique.

O seminário **Diálogos III – Arquitetura e Estrutura UFMT-ETHZ** contou com a presença dos professores Mario Rinke e Matthias Beckh do departamento de *Structural Design* da ETHZ. Este seminário foi composto de reuniões entre professores, visitas técnicas, conferência e oficina.

Em reunião com os professores do curso de Arquitetura e Urbanismo e do curso de Engenharia Civil, os professores convidados puderam apresentar a experiência da

universidade suíça no ensino de sistemas estruturais para graduandos em arquitetura. Esta reunião foi uma oportunidade ímpar para a Faculdade de Arquitetura, Tecnologia e Engenharia/ UFMT que abriu espaço para importante troca de experiência no ensino de estruturas na graduação em Arquitetura.

572

Na conferência para alunos e professores, foi apresentada a relevância do entendimento estrutural na concepção arquitetônica e como este pode influenciar positivamente o ensino e o processo projetual.

Para exemplificar a relação entre a estrutura e a forma, os professores da ETHZ apresentaram a arquitetura indígena como sendo uma síntese desta relação. A relevância da arquitetura indígena para o entendimento estrutural foi demonstrada com imagens que ilustraram a visita que eles realizaram com alunos da ETHZ a uma aldeia da etnia Paresi em 2014, onde puderam participar da construção de uma casa tradicional indígena. Mario Rinke sintetiza o desenho da casa indígena, com a ideia de que ela é a expressão de uma *forma complexa*, com uma *construção simples*⁶.

Na conferência, foram expostos exemplos didáticos utilizando diferentes tipos de edificações, como edifícios e pontes, onde foi apresentado o entendimento do seu sistema estrutural através de diagramas de forças, juntamente com as situações reais que acontecem nessas edificações.

A ênfase do ensino de estruturas e projeto arquitetônico apresentada pelos professores da ETHZ reforça a relação entre *forma-material-estrutura*. Mais do que calcular as estruturas, os alunos são estimulados a entender como elas funcionam, através de diagramas e esquemas estruturais – fazendo com que os alunos tenham uma compreensão intuitiva de como as estruturas se comportam e de como os diferentes materiais respondem às solicitações do meio.

Para a compreensão das forças atuantes e do comportamento dos materiais, é também utilizada a construção de modelos físicos e pequenos protótipos dos sistemas em estudo. O seminário em Cuiabá foi finalizado com uma oficina de concepção e execução de mobiliário em papelão. Os alunos, organizados em duplas, foram desafiados a projetar e executar, em um dia e em escala real, um mobiliário de papelão (Figuras 6 a 8). Na oficina foi possível experimentar os limites e as potencialidades do material, tirando partido de suas características para concepção formal do objeto.

A oficina proporcionou aos alunos a experiência de explorar o material como recurso de experimentação e condicionante projetual. Processo semelhante ao que ocorre na arquitetura indígena, onde o conhecimento e as características do material são os principais indutores do conjunto forma-estrutura.

⁶ Construção Simples, Forma Complexa (Einfach Bauen, Complex Wirkung): Título do artigo publicado por Portocarrero e Rinke no livro Holz: Stoff oder Form.