

O DESENHO DA HABITAÇÃO MULTIFAMILIAR BIOCLIMÁTICA: A INTEGRAÇÃO CURRICULAR COMO PRINCÍPIO NA CONCEPÇÃO PROJETUAL.

EL DISEÑO DE LA VIVIENDA MULTIFAMILIAR BIOCLIMÁTICA: LA INTEGRACION DEL PLAN DE ESTUDIOS COMO EL PRINCIPIO EN LA CONCEPCIÓN PROYECTUAL.

THE DESIGN OF LOW INCOME MULTIHOUSING BIOCLIMATIC: THE CURRICULUM INTEGRATION AS A PRINCIPLE IN THE CONCEPTION DESIGN.

Eixo 03 – Interfaces entre universidade e sociedade através do projeto: ensino, pesquisa e extensão

Clara Ovídio de Medeiros Rodrigues

Arquiteta, Mestranda pelo Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Marcelo Bezerra de Melo Tinoco

Doutor, Professor do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo e do Departamento de Arquitetura da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Aldomar Pedrini

PhD, Professor do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo e do Departamento de Arquitetura da Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Resumo:

As disciplinas Projeto de Arquitetura 03 e Conforto Ambiental 01, durante o quinto período do CAU/UFRN, trabalham o tema Projeto da Habitação Social inserido em frações urbanas da cidade. Durante o semestre 2013.1, a presença de um professor do estágio docência com foco em conforto ao longo das aulas do atelier, visou ampliar a integração dos conteúdos, por meio do acompanhamento dos estudantes no processo projetual, discutindo a incorporação de estratégias bioclimáticas desde as primeiras fases de concepção do edifício até o detalhamento. O projeto foi desenvolvido em três unidades, sendo a primeira focada no estudo de massa do conjunto habitacional, a segunda no desenvolvimento da tipologia e seus componentes construtivos e a terceira no detalhamento dos elementos de sombreamento, sempre incorporando o conteúdo visto na disciplina de Conforto Ambiental 01 no atelier. O acompanhamento do professor estagiário levou os alunos a refletirem, em todas as unidades, sobre a interação das variáveis de projeto, incluindo os condicionantes ambientais. Permitiu-se, assim, a compreensão do projeto como um todo, sem a usual segregação entre as áreas de conhecimento, conferindo ao conjunto habitacional de interesse social apartamentos confortáveis e eficientes, premissa necessária a esse tipo de construção, já que a população de baixo poder aquisitivo tem dificuldades de administrar os custos gerados na aquisição, manutenção e funcionamento de equipamentos de controle ambiental artificiais.

Palavras-chave: Estágio docência, Arquitetura bioclimática, Habitação social.

Resumen: Las disciplinas de Proyecto de Architectura 03 y Confort Ambiental 01, durante el quinto periodo del CAU/UFRN, trabajan el tema Proyecto de Vivienda de Interés Social insertados en fracciones urbanas de la ciudad. Durante el semestre 2013.1, la presencia de un profesor de prácticas de enseñanza con un enfoque en confort a lo largo de del taller, con el

objetivo de ampliar la integración de los contenidos, a través del seguimiento de los alumnos en el proceso de diseño, discutiendo la incorporación de estrategias bioclimáticas, desde la más temprana fases de diseño del edificio hasta el detalle. El proyecto se desarrolló en tres unidades, la primera se centró en el estudio de masas de la vivienda popular, la segunda en el desarrollo de la tipología y de sus componentes de construcción y la tercera en el detalle de los elementos sombreamiento, incorporando siempre en el contenido visto en la disciplina de Comfort Ambiental 01 en el estudio. La supervisión del maestro aprendiz llevó a los estudiantes a reflexionar, en todas las unidades, sobre en la interacción de las variables de diseño, incluidas las limitaciones medioambientales. Se permitió, así, la comprensión del proyecto en su totalidad, sin la habitual separación entre las áreas de conocimiento, dando al conjunto de apartamentos de vivienda de interés social cómodos y eficientes, una premisa necesaria para este tipo de construcción, ya que la población de bajos poder adquisitivo tienen dificultades para manejar los costos incurridos en la adquisición, mantenimiento y operación de los dispositivos de control ambiental.

Palabras-clave: Prácticas de enseñanza, Arquitectura bioclimática, Vivienda de interés social.

Abstract: *The disciplines of Architecture Design 03 and Environmental Comfort 01, during the fifth period of CAU/UFRN work the theme of Low-Income Housing Design inserted in fractions of urban areas of the city. During the 2013.1 semester, the presence of a teaching assistant with a focus on environmental comfort, throughout the studio classes, aimed to expand the integration of content, through the monitoring of students in the design process, discussing the incorporation of bioclimatic strategies from the earliest building design phases up to the detailing. The project was developed in three units, the first focused on the study of the mass composition of the housing complex, the second in the development of typology and its building components and the third in the detailing of shading elements, always incorporating content studied in the discipline of Environmental Comfort 01 in the studio class. The monitoring of the teaching assistant led the students to reflect on all units on the interaction of design variables, including environmental constraints. Thus, enabling students to understand the project as a whole, without the usual separation between course subject areas, allowing for comfortable and efficient low-income housing apartments, which are necessary premises for this type of construction, taking into account the fact that low-income populations have difficulties managing the costs incurred for the acquisition, maintenance and operation of environmental control appliances.*

Keywords: Teaching Assistance, Bioclimatic Architecture, Low-Income Housing.

O DESENHO DA HABITAÇÃO SOCIAL MULTIFAMILIAR BIOCLIMÁTICA: A INTEGRAÇÃO CURRICULAR COMO PRINCÍPIO NA CONCEPÇÃO PROJETUAL.

INTEGRAÇÃO CURRICULAR NO CAU/UFRN

O CAU-UFRN foi criado em 1973 e reconhecido pelo MEC através do Decreto Lei nº 83208/79, cujas características: (i) submetia os estudantes a uma grande carga de tecnologia; (ii) era composto por muitas disciplinas isoladas, oferecidas por vários departamentos da universidade; (iii) impunha um saber compartimentado e pouco direcionado para a área de atuação profissional. (PPP/DARQ, 2005)

As primeiras iniciativas para ajustes do projeto pedagógico datam de 1976/77. Embora tenham ocorrido algumas mudanças, o currículo manteve-se praticamente o mesmo até 1987 (treze anos após o início das atividades do CAU), quando ocorreram inúmeras discussões as quais impulsionaram o surgimento de uma proposta curricular diferenciada, o currículo A-3.

Na proposta foram definidas 05 áreas de conhecimento, Representação Gráfica, Projeto de Arquitetura, Estudos Urbanos, Teoria e História, e Tecnologia, em torno das quais foram organizadas as linhas de estudo e pesquisa, bem como as disciplinas. A principal mudança curricular foi a adoção do princípio de “integração” de conteúdos e produtos acadêmicos, que norteava todas as atividades e definiu o período como unidade mínima de integração horizontal.

Proposta revolucionária no âmbito dos cursos de arquitetura e urbanismo brasileiros, o currículo A-3 foi implantado em 1990. Ele representou um significativo salto qualitativo, resultando na melhoria do ensino. Em 1994, através da portaria 1770, a fim de equiparar os diversos cursos de arquitetura e urbanismo brasileiros, o Ministério da Educação e do Desporto fixou diretrizes curriculares, conteúdo e carga horária mínimos para cursos de graduação na área, exigências que tornaram necessária a reestruturação do CAU-UFRN, resultando uma nova proposta, o currículo A-4, vigente a partir de 1996.

Em setembro de 2000 teve início uma nova reformulação, desta feita respaldada pelo Programa de Avaliação Institucional das Universidades Brasileiras/PAIUB. Além de reforçar o princípio da integração que caracteriza o CAU desde 1990, foram realizados ajustes em algumas disciplinas a fim de garantir uma maior flexibilização da carga horária, conforme indicação da ABEA¹, incluindo disciplinas obrigatórias, optativas e atividades complementares, culminando em 2007 com a quinta reformulação do Projeto Pedagógico do CAU/UFRN, o Currículo A-5.

O Projeto Pedagógico encontra-se hoje na sua quinta versão, o Currículo A-5, que estabeleceu como uma das principais metas adequar-se aos Padrões de Qualidade fixados pelo MEC no ano de 2006 para os Cursos de Arquitetura e Urbanismo², onde estabelece um número máximo de 15 alunos por docente em aulas práticas e de atelier e 30 alunos por docente em aulas teóricas. Atualmente, devido ao aumento de vagas na entrada, as disciplinas do CAU/UFRN têm atingido uma média de 20 alunos por turma, ultrapassando assim o limite da norma do MEC nas disciplinas práticas.

O DESENHO DA HABITAÇÃO SOCIAL MULTIFAMILIAR: O ENSINO DE PROJETO INTEGRANDO CONTEÚDOS.

O quinto período do CAU/UFRN tem como tema o Projeto da Habitação Social, inserido em frações urbanas da cidade, previamente estudadas no período anterior, através da identificação e análise de suas características sócio-espaciais, físico-ambientais e atributos morfológicos.

É no atelier de projeto onde ocorre propriamente o processo de síntese dos conteúdos assimilados nas diversas disciplinas que compõem o período. Além das disciplinas de Projeto de arquitetura 03 e Conforto Ambiental 01, conta ainda com Planejamento da Paisagem 01, Estrutura 01, Planejamento e Projeto Urbano e Regional 03, História e Teoria da Arquitetura e Urbanismo 03 e Desenho auxiliado por computador 02 (CAU, 2005).

¹ABEA – Associação Brasileira de Ensino de Arquitetura e Urbanismo

²Diretrizes Curriculares da Arquitetura e Urbanismo publicada no Diário Oficial da União no dia 2 de fevereiro de 2006

Nesse período, a ementa da disciplina de projeto – Projeto 03 (ARQ 0552, 2013.1) – preconiza o estudo de sistemas racionalizados aplicados à construção e a arquitetura e soluções que reflitam um processo projetual voltado para a economia, a modulação e a aplicação da tecnologia. A temática da Habitação Social exige, à luz de sistemas racionalizados, que o aluno conceba a tipologia habitacional a partir do sistema construtivo, ou seja, estrutura, fechamentos (alvenarias e painéis) e cobertura.

Já a disciplina de Conforto Ambiental 01 aborda as estratégias de sombreamento, a ventilação natural e iluminação. A primeira estratégia tem o intuito de reduzir as cargas térmicas decorrentes da radiação solar em aberturas. A segunda estratégia visa remover as cargas térmicas e proporcionar conforto térmico por meio de movimento de ar. A terceira estratégia visa o aproveitamento da luz natural no ambiente construído para promover conforto luminoso e aumentar a eficiência energética no projeto de edificações. Os assuntos são apresentados para que o aluno os aplique no desenvolvimento do projeto arquitetônico, enfatizando a importância de conciliar aspectos como calor, ventilação e luz. São realizados exercícios em sala, para fixação do conteúdo, empregando o projeto arquitetônico em andamento.

Em se tratando da integração das disciplinas Projeto de Arquitetura 03 e Conforto Ambiental 01, a presença de um professor por meio do estágio docência dentro do atelier permitiu o acompanhamento dos alunos ao longo processo de projeto, incorporando às estratégias de conforto ambiental desde as primeiras fases de concepção do edifício ao seu detalhamento, com a aplicação de conceitos de conforto ambiental e eficiência energética.

A atividade do professor estagiário visa desenvolver, junto aos alunos, uma análise crítica quanto às implicações do consumo de energia indiscriminado para atender a condições de conforto e a desconsideração do clima.

OBJETIVO

Através do ensino integrado de projeto e conforto ambiental no atelier, o objetivo é incorporar, ao tema da tipologia habitacional, elementos e componentes arquitetônicos que respondam a estratégias voltadas ao sombreamento, ventilação e iluminação naturais do edifício, visando o conforto ambiental nas unidades habitacionais independente do uso de sistemas artificiais.

MÉTODO

Os projetos foram apresentados e avaliados em três unidades, tendo em vista as etapas a serem cumpridas. Na primeira unidade foi desenvolvido um plano de massas para o conjunto habitacional, a partir do estudo das condições topográficas do terreno escolhido e suas relações com o entorno.

O plano de massas opera como uma ferramenta de acomodação entre a escala do conjunto e o arranjo das tipologias habitacionais, definindo uma primeira implantação segundo critérios de orientação aos ventos dominantes e trajetória solar.

A segunda unidade consiste no desenvolvimento do projeto do edifício propriamente dito. Uma vez lançada uma primeira implantação, são definidos o sistema construtivo e os elementos de proteção e sombreamento (brises, beirais, marquises) e ventilação natural (elementos vazados e aberturas).

Com a tipologia habitacional já definida, segundo a concepção do sistema construtivo e respectivos elementos de proteção e ventilação, a terceira unidade dedica-se a revisão e aprofundamento da implantação de acordo com a conjugação entre tipologia, elementos e estratégias de proteção e orientação.

A turma foi dividida em duplas ou em trios para o desenvolvimento de um conjunto habitacional de interesse social, nos moldes do Programa Minha Casa Minha Vida - PMCMV. A cada aula eram ministrados conteúdos para o conjunto de alunos por meio de aulas expositivas lecionadas pelos professores ou por convidados com experiência nos assuntos tratados e também se reservava tempo para orientações individualizadas para cada grupo.

Além disso, fez-se um acompanhamento com os assuntos abordados na disciplina de Conforto Ambiental 01 para garantir que os alunos tivessem domínio sobre o conteúdo da área de conforto ambiental que deveria ser considerado no processo de projeto.

CONFORTO AMBIENTAL E EFICIENCIA ENERGÉTICA

Para que o usuário tenha a sensação de conforto dentro das edificações, muitas vezes os projetistas lançam mão de sistemas artificiais. Segundo Lamberts et al. (2004), quando obtém-se o mesmo resultado, consumindo uma menor quantidade de energia – à exemplo o conforto em um ambiente para um mesmo uso – tem-se um consumo de energia eficiente. A eficiência energética pode ser obtida ao adotarem-se sistemas ativos (com consumo de energia) eficientes de iluminação e condicionamento de ar artificiais, ou adotar sistemas passivos (sem consumo).

Coerente com Bittencourt e Cândido (2005), os sistemas passivos são mais econômicos, porque, além de não consumirem energia mensalmente, também não apresentam custo com o equipamento nem com a manutenção dos mesmo. Dessa forma, o proprietário só tem o custo relativo ao projeto.

Considerando a economia alcançada durante toda a vida útil da edificação, os projetos de habitação de interesse social podem se utilizar dessas estratégias para que seus usuários tenham conforto, sem necessariamente, aumentar o consumo de energia. Para desenvolver um projeto energeticamente mais econômico, o projetista pode tirar partido das estratégias bioclimáticas, utilizando as variáveis climáticas para obter conforto nas edificações (BITTENCOURT, CÂNDIDO, 2005; LAMBERTS ET AL, 2004).

Natal, latitude 05°5' S, longitude 32°5'W e altitude de 49m (GOULART et al, 1998), possui clima quente e úmido, com pequenas variações de temperatura ao longo do dia e sazonal, temperatura do ar elevada e céu parcialmente nublado, gerando radiação difusa e intensa luminosidade. Cidades com essas características climáticas demandam edifícios que evitem a absorção e transmissão de calor para o seu interior e permitam a dissipação do calor

gerado internamente. Recomenda-se, portanto, o movimento de ar e o sombreamento de aberturas e superfícies, sendo ideal para as expostas, que elas sejam claras e leves para refletir e evitar o acúmulo de calor. (BITTENCOURT; CÂNDIDO, 2005)

Corroboram com as recomendações de Bittencourt e Cândido (2005), Holanda (1976), Lamberts, et al (2004) e a NBR 15.220-3 “Desempenho térmico de edificações: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social” (ABNT, 2003). A última divide o Brasil em 8 zonas bioclimáticas, sendo Natal integrante da Zona 8, para quais orienta-se as estratégia de desumidificação do ar e ventilação. Dessa forma, indica-se o uso de grandes aberturas sombreadas e a ventilação cruzada permanente (Quadro 1).

Figura 1: Delimitação da zona bioclimática 8 no Brasil



Fonte: ABNT, 2005

Quadro 1: Áreas de abertura para ventilação

Aberturas para ventilação	A (em % da área de piso)
Pequenas	10% < A < 15%
Médias	15% < A < 25%
Grandes	A > 40%

Fonte: ABNT, 2005

Sombreamento

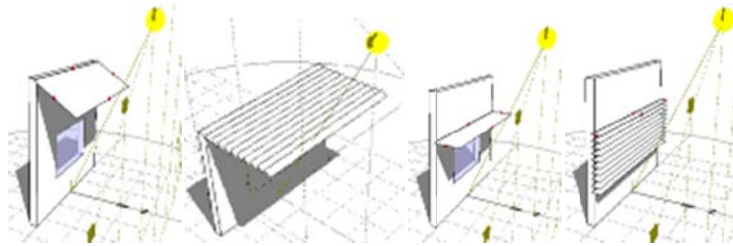
O sombreamento traz vários benefícios (PEDRINI, em desenvolvimento) tanto para o ambiente construído, quanto para o usuário, sendo imprescindível para garantir a sustentabilidade do ambiente construído. Nessa perspectiva, o sombreamento reduz a necessidade de sistemas de ar condicionado ou outros meios de climatização artificial e de sistemas de iluminação artificial, viabilizando o uso adequado da iluminação natural, reduzindo a necessidade do consumo de energia.

Além disso, contribui para a ocupação de espaços abertos, semi-abertos e fechados, em geral, facilitando o conforto térmico das pessoa porque reduz a quantidade de calor que as atinge, impedindo que a radiação direta do Sol chegue ao indivíduo e diminui as temperaturas superficiais, que também

emitem calor para o indivíduo. Seus benefícios também podem se estimados do ponto de vista da saúde, tendo em vista que impede a radiação UV, principal responsável pelo câncer de pele.

Essa estratégia pode ser obtida de diversas maneiras, sendo a forma mais eficaz de avaliar o desempenho de uma proteção, por meio da análise do diagrama de máscara de sombras. O uso desse diagrama encontra-se detalhado em diversas fontes, como “Uso das cartas solares. Diretrizes para arquitetos” (BITTENCOURT, 2004) e “Solar geometry” (SZOKOLAY et al., 1996). Atualmente, o programa SUNTOOL (MARSH, 2001) permite que proteções típicas – proteções horizontais, verticais, pérgulas e obstruções – sejam modeladas (Figura 2) e tenha seus diagramas gerados em poucos minutos (PEDRINI, em desenvolvimento).

Figura 2: Exemplo de proteções modeladas pelo SUNTOOL



Fonte: (PEDRINI, em desenvolvimento).

Ventilação Natural

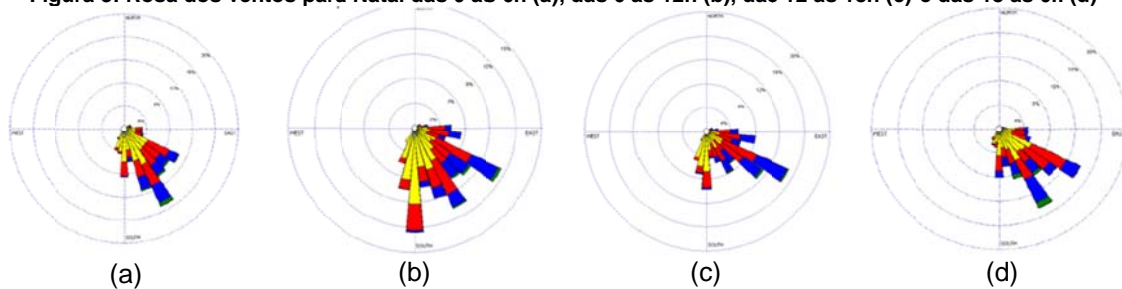
O uso da ventilação natural como estratégia de melhor resultado para se atingir o conforto térmico no clima quente e úmido é difundida largamente na literatura (OLGYAY, 1963; GIVONI, 1969; LAMBERTS et al., 1997; SZOKOLAY, 2004). Conforme Cunha (2010), além de proporcionar a higiene e a saúde dos ocupantes, removendo poluentes, essa estratégia favorece as condições de conforto térmico removendo o calor presente no ambiente; resfriando os ocupantes por meio da perda de calor por convecção – efeito proporcional à velocidade do ar e a diferença de temperatura entre o ar e a pele –; e resfriando a massa edificada, já que reduz as temperaturas superficiais da construção e, em consequência, o calor irradiado para seus ocupantes.

Bittencourt e Cândido (2005) apontam a ventilação cruzada e o uso as de elementos de captação ou deflexão do vento, visando promover a diferença

entre os coeficientes de pressão nas aberturas, como as principais estratégias arquitetônicas para se atingir a ventilação natural. Desse modo, é necessário analisar a interação entre o vento e a edificação, decorrentes da implantação da edificação e da frequência e velocidade de incidência de vento. Além disso, deve-se atentar para as dimensões das aberturas. (PEDRINI, em desenvolvimento)

A ventilação natural de uma cidade pode ser analisada ao ler-se a sua rosa dos ventos, a qual pode auxiliar na determinação das estratégias esplanadas acima. Isso porque a rosa dos ventos apresenta a frequência e direção dos ventos para determinados intervalos de velocidade. Em Natal, observa-se o vento variando durante ao longo do dia, no entanto apresentam-se usualmente vindos do sul das 0h as 6h da manhã (Figura 3a) e ventos mais velozes vindos de leste de 6 as 12h da manhã (Figura 3b), nos demais horários o vento sudeste predomina (Figura 3c e Figura 3d).

Figura 3: Rosa dos ventos para Natal das 0 as 6h (a), das 6 as 12h (b), das 12 as 18h (c) e das 18 as 0h (d)



Fonte: Apresentação Trabalhos alunos 2013.1

Iluminação Natural

O uso racional da iluminação natural reduz o consumo de energia elétrica, aumenta a longevidade do sistema de iluminação artificial, e proporciona melhores condições de conforto visual (VIANA, GONÇALVES, 2001). O conforto visual está relacionado à capacidade realizar as tarefas, a qual depende da disponibilidade de iluminância suficiente (ABNT, 1992). Deve-se atentar para que não haja ofuscamento nem grandes contrastes, de forma a prevenir além do desconforto o cansaço visual. Assim, é recomendável que se obtenha uma boa distribuição de iluminação no ambiente.

As aberturas de entrada para iluminação natural devem ser mais altas possíveis para que a luz alcance maior profundidade de sala, e devem ser mais

distribuídas horizontalmente (O'CONNOR et al., 1997). Contudo, faz-se necessário observar a necessidades de elementos de controle da radiação solar (VIANNA; GONÇALVES, 2001). Como a luz direta ofusca e aquece muito mais que a difusa, a abertura deve ser protegida para atender inicialmente o pré-requisito de evitar a radiação solar incidente. Caso contrário, os usuários preferem fechar as aberturas com cortinas e usar apenas a luz artificial, conforme constatações locais. Como as aberturas devem ser ter elementos de proteção solar, elas devem ser maiores para proporcionar mais luz, indo de encontro às normas de eficiência energética que prescrevem aberturas grandes (para ventilar) e sombreadas.

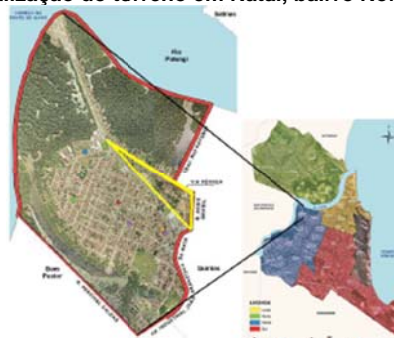
PROCESSOS DE PROJETO - PRIMEIRA UNIDADE

A primeira unidade do processo de projeto dedicou-se ao conhecimento e à compreensão dos aspectos intrínsecos ao terreno, com base nos quais os alunos elaboraram o plano de massas do conjunto habitacional.

Área de estudo

A área de intervenção para projeto encontra-se no bairro nordeste, em Natal-RN (Figura 4). O local foi escolhido por ser um dos poucos terrenos de grandes dimensões na área urbana de Natal e por apresentar comunidades em situação de risco, já que ocupam a faixa de domínio do trem e da rodovia federal. Dessa forma, o terreno comportaria um conjunto habitacional nos padrões do Minha Casa Minha Vida, sem necessariamente implicar a remoção da comunidade para zonas suburbanas, que não possuem infraestrutura.

Figura 4: Localização do terreno em Natal, bairro Nordeste ampliado



Fonte: Apresentação trabalhos alunos 2013.1

O terreno, de 77 hectares de área e topografia acentuada, apresenta extensa cobertura verde e vista para o Rio Potengi. Ele está compreendido entre as Av. Felizardo Firmino Moura, que se sobrepõe a BR-101 e BR-406; a Rua Rio Potengi, a qual margeia uma linha de trem e a Rua São Paulo. Vale salientar que a proximidade com a BR concebe à área potencial econômico e comercial.

De acordo com o Plano Diretor de Natal – PDN (2007) –, o terreno está inserido na área de adensável, com coeficiente de aproveitamento igual a 2,5, quando aplicado o instrumento da outorga onerosa. Considerou-se esse valor, já que a outorga tende a ser dispensada para projetos de interesse social. Ainda de acordo com o PDN (2007), tendo em vista que todos os limites do terreno são vias carrossaveis, seus recuos devem ser de 3m para edificações de até 2 pavimentos e de $3,00+H/10$ para edifícios acima de 2 pavimentos.

Além dessas restrições, a área deve apresentar recuo de 15m da linha de trem, relativo à área não edificante – faixa de domínio – e mais 15 metros da faixa de segurança. Essa última pode ser ocupada, mas não pode ser edificada. Incide ainda sobre a Av. Felizardo Moura a faixa de domínio da BR, no entanto, como essa é estipulada pelos órgão local e não se conseguiu contato com os responsáveis, estimou-se um recuo também de 15m.

Figura 5: Vistas do terreno, a partir da linha de trem (a), da Av. Felizardo Moura (b) e do mirante(c)



(a)



(b)



(c)

Fonte: Apresentação trabalhos alunos 2013.1

Sobre os condicionantes ambientais, observa-se que o terreno possui testadas de maior dimensão voltadas para nordeste e sudoeste e ventos predominantes da direção sudeste (Figura 6a). Para que os alunos visualizassem no terreno o comportamento desses condicionantes - com foco na direção do vento, trajetória solar e o sombreamento existente no local - foi organizada uma visita da turma ao terreno. Também era objetivo da visita que a turma compreendesse as interações do terreno com o entorno, atentando para os

acessos, a topografia (Figura 6b), a cobertura vegetal, as edificações existentes e a relação da comunidade com a massa edificada.

Figura 6: Representação do terreno com os condicionantes ambientais (a) e a topografia na maquete física (b)



Fonte: Apresentação trabalhos alunos 2013.1

Implantação e Plano de Massas

A implantação do conjunto habitacional no terreno estudado foi trabalhada por cada grupo, a partir da análise das condicionantes topográficas, climáticas e legais do terreno, bem como das suas relações com o entorno. Esses aspectos foram sintetizados por um plano de massas preliminar, concebido sobre uma maquete física do terreno (Figura 6b).

Também foi posto como elemento definidor da proposta o maior número de famílias que poderiam ser abrigadas nessa área, sem abrir mão dos elementos já mencionados. Por esse motivo, chegou-se a definição de que os edifícios deveriam ter o térreo mais três pavimentos, máximo permitido pela prefeitura para edifícios de interesse social sem uso de elevadores.

Além de servir como ferramenta de projeto, permitindo uma melhor visualização da massa projetada nas curvas de nível do terreno e sua relação com o entorno, a maquete viabilizou a análise e compreensão das variáveis de conforto ambiental. Isso porque o conjunto foi levado para o heliodon, permitindo a projeção do sombreamento causado pelos edifícios nas diferentes horas do dia, durante os solstícios de inverno, verão e equinócio.

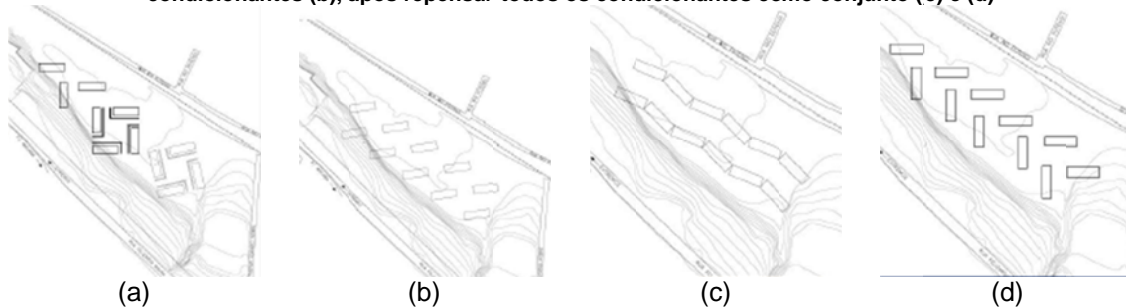
Outro aspecto do conforto ambiental analisado nessa unidade foi a ventilação natural, sobre a qual os alunos foram estimulados a pensar, focando no

espaçamento entre os blocos, sem implantá-los na esteira de vento do edifício mais próximo.

Observou-se, como principal resposta dos alunos à inserção desses conteúdos de conforto ambiental na primeira fase, um enrijecimento do projeto, o qual respondia ao condicionante recém incorporado às reflexões dos grupos. As propostas apresentavam repetições de blocos numa mesma direção, atendendo aos ventos dominantes, respeitando a sombra de vento e à orientação de menor insolação, na latitude de Natal fachadas mais longas voltadas para norte e sul (Figura 7b, Figura 8a).

De forma a auxiliar os alunos, ao longo das aulas e das assessorias foram retomados fatores que deveriam integrar a concepção, indo além da ventilação e da insolação, e lembrando aos alunos a importância da dinâmica e fluidez do conjunto, da orientação do usuário no complexo, dos acessos, dentre outros. Também foram lembradas estratégias para deflexão dos ventos e a possibilidade de utilização de orientações com até 45 graus para cada lado em relação aos ventos dominantes. Assim, a discussão com os professores durante o atelier de projeto foi essencial para a compreensão dos condicionantes climáticos como um aspecto de projeto, o qual deve ser pensado em conjunto com os demais fatores e, principalmente, que dessa integração podem surgir diretrizes para novas soluções de projeto (Figura 7c, Figura 7d, Figura 8b).

Figura 7: Evolução de um grupo sobre a implantação: ideia inicial (a), depois de refletir sobre esses condicionantes (b), após repensar todos os condicionantes como conjunto (c) e (d)



Fonte: Apresentação Trabalhos alunos 2013.1

Figura 8: Evolução de outro grupo sobre a implantação, depois de refletir sobre os condicionantes climáticos (a) e após ser levado a repensar todos os condicionantes como conjunto (b)



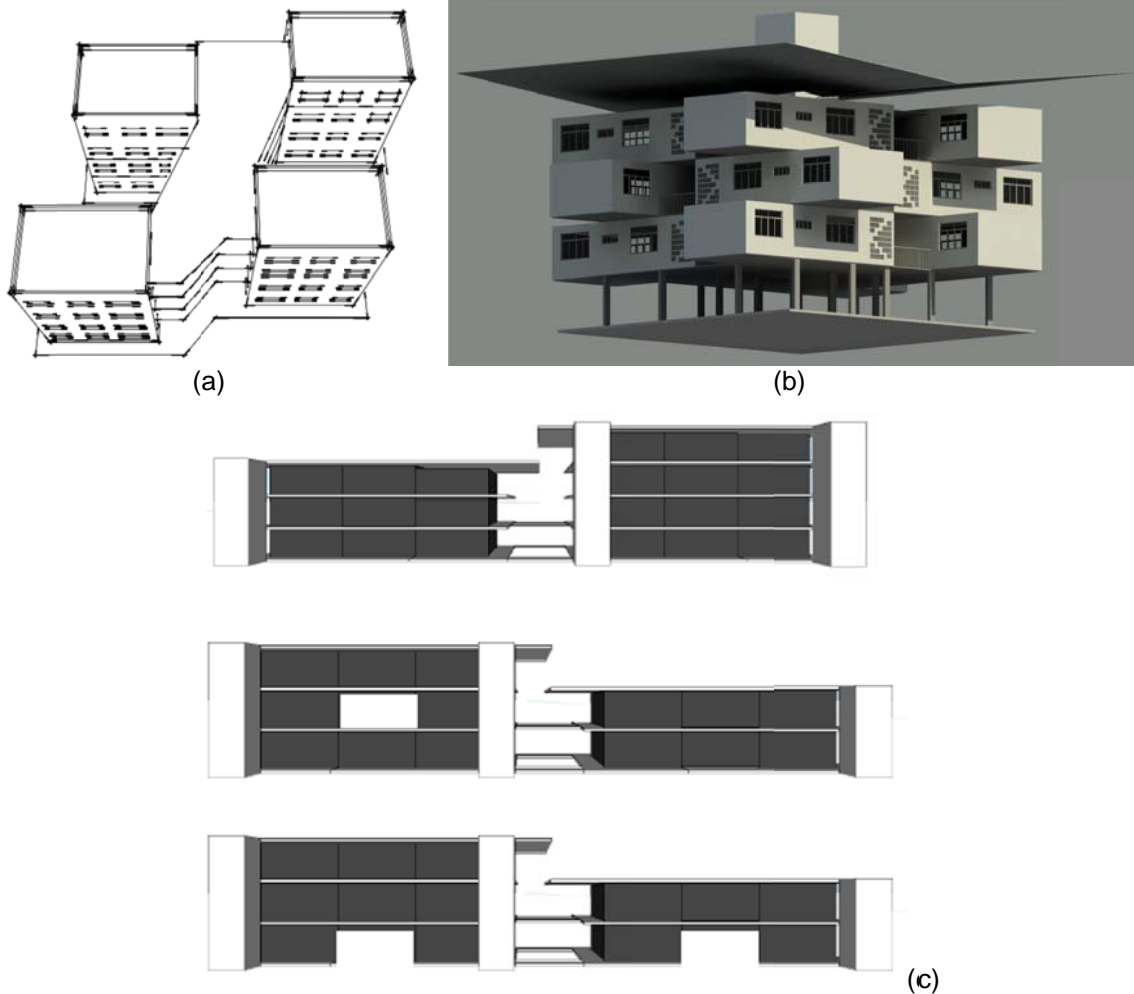
Fonte: Apresentação trabalhos alunos 2013.1

Ainda nessa etapa, as análises de sombreamento realizadas no heliodon durante as aulas de conforto ambiental foram retomadas no atelier quando os alunos conseguiam visualizar o conjunto projetado na maquete física (Figura 5b) e associar os novos estudos às reflexões realizadas para obter melhor desempenho quanto à redução da insolação durante aquele exercício. Esse momento de reflexão e ponderação mostrou-se como o principal momento de integração do conteúdo das duas disciplinas durante a primeira unidade, deixando claro que não existe apenas uma solução para cada terreno.

Tipologia

Para que os alunos chegassem a uma tipologia edilícia, ainda em termos de volume, lhes foi solicitado, a partir do plano de massas, que identificasse um padrão aproximado de apartamentos por andar que desejavam trabalhar. Durante a espacialização dos apartamentos em um bloco eles também foram levados a refletir sobre as condicionantes de conforto ambiental. Essa fase de definição exigiu dos alunos que tais condicionantes fossem ponderadas com questões relativas à acesso, à legislação do corpo de bombeiros, economia e ao resultado volumétrico que a organização dos apartamentos traria. Os estudos apontaram para algumas soluções usuais, porém melhor adaptadas ao clima, como exemplo derivações da tipologia "H", da tipologia compacta e da tipologia em fita. Alguns alunos, durante o processo, também perceberam que plantas circulares com apartamentos dispostos de forma radial têm maior dificuldade de adaptação ao clima local.

Figura 9: Estudos iniciais para tipologias edilícias, exemplos de derivações dos tipos: "H" (a), compacto (b) e (c) fita.



Fonte: Apresentação trabalhos alunos 2013.1

2ª UNIDADE

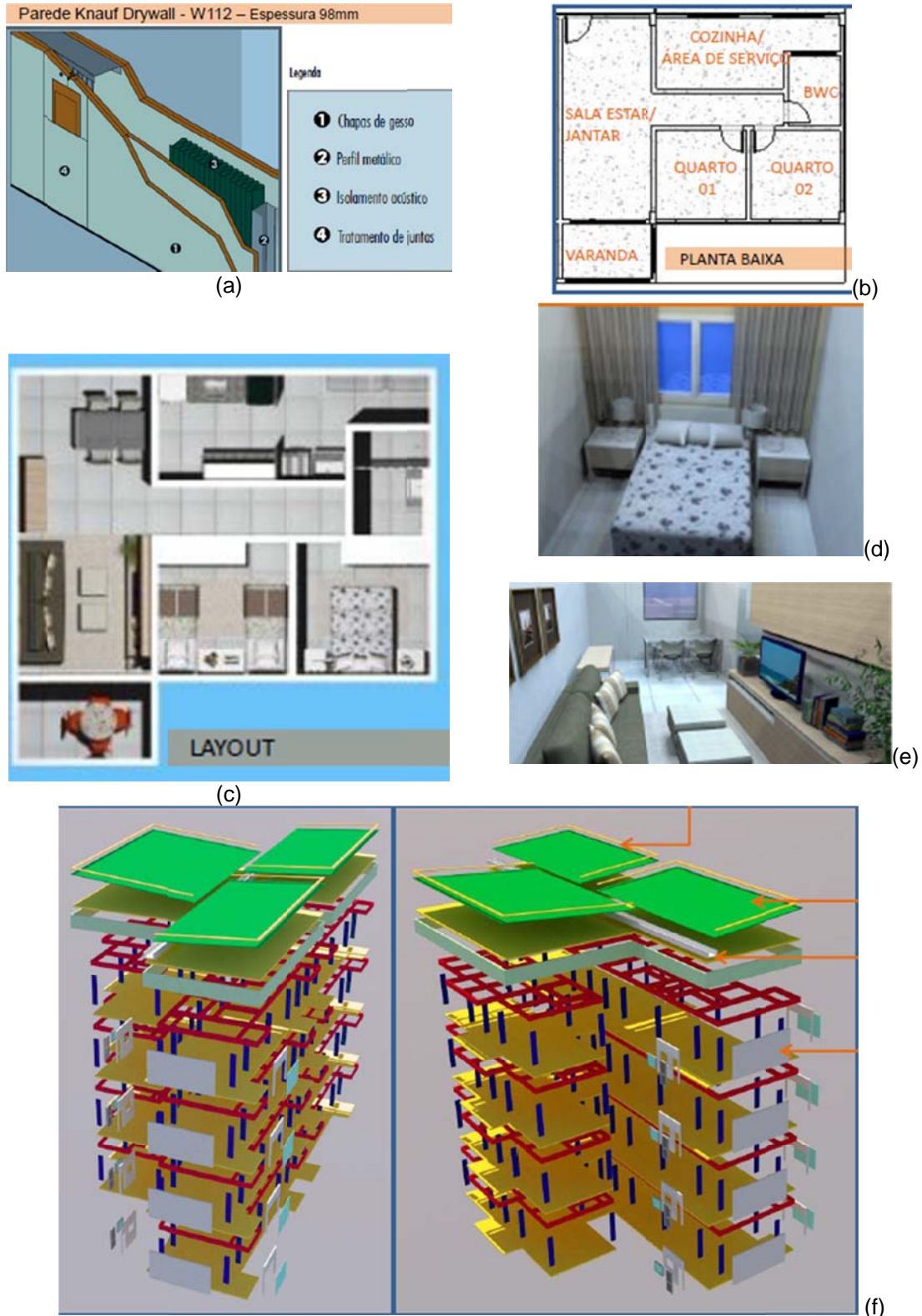
O projeto da tipologia edilícia, iniciado durante a primeira unidade, foi aprofundado na segunda unidade. Desse modo, os alunos se focaram na distribuição dos ambientes e dos móveis, atendendo aos padrões mínimos exigidos pelo Programa Minha Casa Minha Vida. Também foi alvo de atenção a utilização de sistemas modulados, pré-fabricados para construção dos fechamentos e elementos de sombreamento.

Sistema construtivo e definição do apartamento tipo

Nesse contexto, os alunos foram orientados a fazer pesquisas prévias sobre os sistemas construtivos pré-fabricados que se adequavam ao edifício em estudo. A partir da dimensão básica do sistema escolhido, eles desenvolveram a

modulação do projeto, em cima da qual aplicaram os estudos de funcionalidade e dimensionamento dos ambientes.

Figura 10: Escolha do sistema construtivo (a), disposição dos ambientes (b), arquitetura de interiores (c, d, e) e perspectiva do sistema construtivo e estrutural (f)

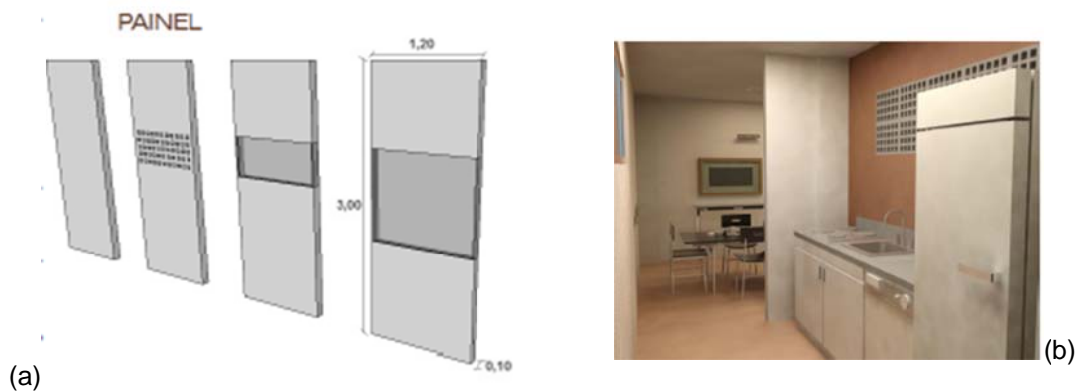


Fonte: Apresentação trabalhos alunos 2013.1

Essa modulação também serviu de base para o pré-dimensionamento do sistema estrutural que, para atender a integração com a disciplina de estrutura 01, foi determinado como concreto para vigas e pilares. Vale salientar que, ao mesmo tempo em que a modulação influenciava o pré-dimensionamento das vigas e pilares, as dimensões desses interferiam no dimensionamento do módulo do fechamento (Figura 10f).

Tendo por base os sistemas construtivos disponíveis no mercado e a combinação desses com as aberturas e elementos de sombreamento escolhidos, alguns grupos chegaram a definir quais painéis seriam utilizados no projeto (Figura 11).

Figura 11: Painéis projetados (a) e sua aplicação vista internamente (b)



Fonte: Apresentação Trabalhos alunos 2013.1

Outro aspecto relevante na determinação do apartamento tipo foi a necessidade apontada pelo PMCMV e pela NBR 9050 – que trata sobre acessibilidade para portadores de necessidades especiais – sobre a previsão de apartamentos acessíveis em cada bloco do conjunto habitacional. Esse fator também condicionou a definição da unidade habitacional, uma vez que era necessário prever mais de uma possibilidade de ocupação ou de divisão para o apartamento (Figura 12).

Figura 12: Projetos apresentados na planta acessível do tipo 1 (a), planta do tipo 2(b), planta do tipo 3(c) e vistas internas comuns a todos os tipos.

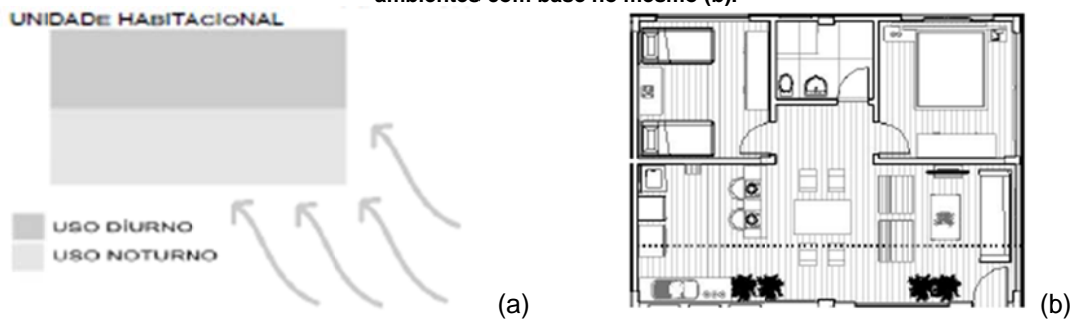


Fonte: Apresentação trabalhos alunos 2013.1

Elementos de proteção e sombreamento e ventilação natural

Além do sistema estrutural e das especificações determinadas pelo PMCMV, a definição dos apartamentos também seguiram as necessidades observadas pelas condicionantes climáticas. Como consequência, as premissas de ventilação e insolação auxiliaram na espacialização dos cômodos no apartamento, por meio de zoneamento prévio (Figura 13).

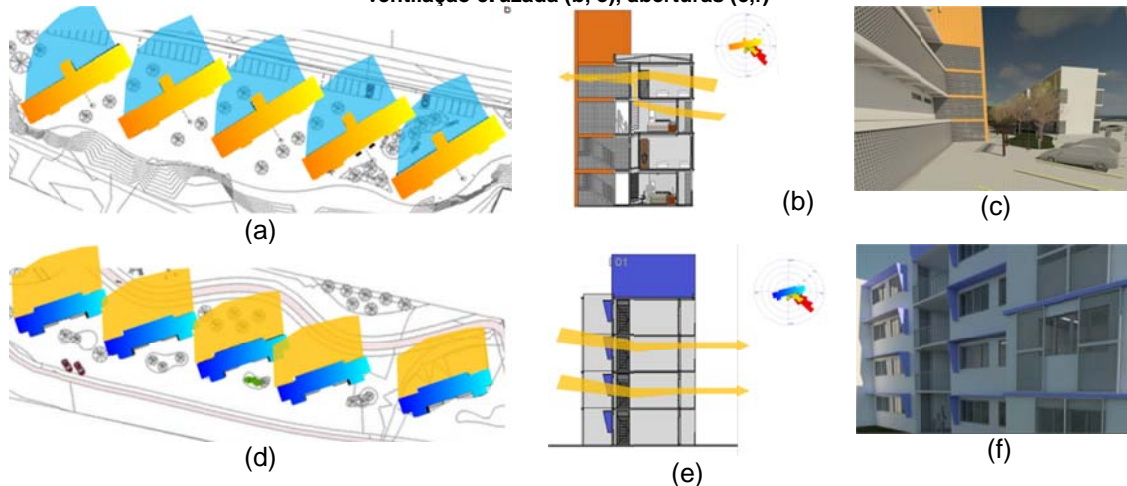
Figura 13: Zoneamento baseado nos condicionantes climáticos (a) e o resultado da espacialização dos ambientes com base no mesmo (b).



Fonte: Apresentação trabalhos alunos 2013.1

Nesse momento, os alunos refletiram sobre o dimensionamento e disposição das aberturas nas fachadas, atentando para a ventilação cruzada no apartamento. Para isso, foi trabalho na disciplina de conforto ambiental o conceito de coeficiente de pressão, tal índice auxilia na compreensão do fluxo de vento que tende a seguir do coeficiente alto para o mais baixo, sendo a parte de coeficiente negativo, correspondente a sombra de vento.

Figura 14: Análises de ventilação natural em duas tipologias do mesmo grupo, sombra de vento (a, d), ventilação cruzada (b, e), aberturas (c, f)

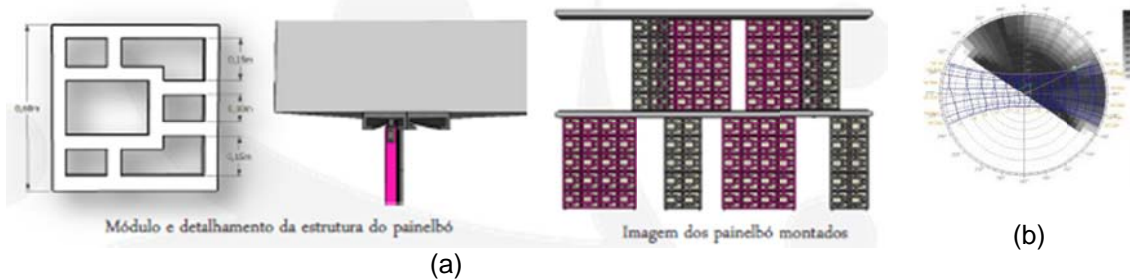


Fonte: Apresentação trabalhos alunos 2013.1

As análises de insolação realizadas durante a disciplina de conforto ambiental 01 ajudaram a definir as especificidades de cada fachada e abertura, ajudando também no dimensionamento das mesmas (Figura 15). Além disso, o professor da disciplina solicitou aos alunos uma busca por referências arquitetônicas que utilizassem soluções de sombreamentos atendendo as especificidades do projeto de cada grupo. As soluções encontradas pelos alunos foram discutidas também no atelier de projeto, de forma a encontra-se a opção mais adequada de tratamento da fachada que aliasse as demandas climáticas às demandas estéticas e tectônicas.

Por fim, as soluções tidas como mais adequadas pelos alunos foram adequadas à modulação e à prefabricação. De tal modo, os alunos foram estimulados a desenvolver módulos específicos de brises, cobogós e demais elementos de sombreamento. Essa reflexão também levou os alunos a incorporarem as aberturas aos módulos, permitindo que a prefabricação fosse viabilizada, diminuindo a possibilidade de erros e dúvidas durante a execução (Figura 15).

Figura 15: Elemento de proteção incorporado à modulação (a) e o diagrama de máscara de sombra (b)



Fonte: Apresentação trabalhos alunos 2013.1

3ª UNIDADE

Nessa etapa discutiu-se a eficácia e compatibilidade das soluções adotadas do ponto de vista do conforto ambiental, já iniciadas na segunda unidade, com os aspectos do projeto arquitetônico e urbanísticos, através de novos ajustes na implantação e nas tipologias desenvolvidas ao longo da segunda unidade.

Ajustes na tipologia – tratamento da envoltória

Um dos aspectos abordados nessa unidade diz respeito à compatibilização entre redução do custo, aspectos ambientais, estéticos e tectônicos, relacionado às soluções de proteções solares. Para a revisão das proteções solares, solicitou-se análises de máscara de sombra mais específicas ou de soluções que reduzissem o consumo de material. Esses resultados foram comparados com o tratamento final da fachada e com uma reflexão qualitativa a cerca da efetiva redução no custo da nova solução.

Em muitos casos, a solução para o sombreamento, embora adequada, gerava impactos indesejados sobre as fachadas e volumetria do edifício, à exemplo da limitação da visual em virtude da utilização de brises fixos sobre algumas aberturas. Dessa forma, alguns elementos foram repensados de forma a gerar uma maior unidade entre os blocos e/ou entre as fachadas, voltando-se, principalmente, para aspectos como “legibilidade” da edificação (Figura 16). Também foi estimulado o uso de elementos (brises e painéis) móveis, para proporcionar maior autonomia aos usuários na operação das aberturas e dos seus elementos de proteção.

Figura 16: Ajustes na tipologia apresentada na 1a e 2a unidade (a), resultando na 3a unidade (b)



Fonte: Apresentação trabalhos alunos 2013.1

Alguns grupos apresentavam dificuldades, também, no diálogo entre os materiais usados nos fechamentos, na estrutura, nas esquadrias e proteções solares.

Revisão da implantação

Uma vez definidos os elementos para tratamento da envoltória das tipologias, foi necessário rever a disposição dos blocos no terreno e respectivos acessos. Nessa etapa, aprofundou-se a discussão sobre afastamento entre os blocos (Figura 17 a,b), estratégias de deflexão para a ventilação, espaços vazios gerados e o melhor aproveitamento do terreno.

Também voltou-se a atenção para soluções de implantação dos edifícios mais adequadas à topografia do terreno e compatíveis com as estratégias de sombreamento e ventilação já incorporadas pelos alunos nessa fase (Figura 17c). Dessa forma, foi possível privilegiar aspectos arquitetônicos como leitura do conjunto e formação de espaços entre os blocos para atividades comunitárias sem abrir mão do conforto ambiental nem da eficiência energética.

Um dos grupos chegou a aprofundar o estudo do desnível (Figura 17d) prevendo um acesso de veículos numa cota intermediária que permitisse o desenvolvimento do bloco habitacional, a partir dessa rua, sendo três pavimentos para cima e três pavimentos para baixo (Figura 17e), além da tipologia solicitada de térreo mais 3 pavimentos (Figura 17f). Com isso, foi possível aumentar o número de famílias previstas na ocupação.

Figura 17: Implantação dos blocos (c) de acordo com os estudos de ventilação natural (a), espaçamento entre os blocos (b), zoneamento dos níveis do terreno (d), tipologia de 7 pavimentos (e) e de 4 pavimentos (f)



Fonte: Apresentação trabalhos alunos 2013.1

CONCLUSÕES

Como os alunos estão no meio do curso e tiveram apenas uma experiência com a inserção e conceitos de conforto ambiental no projeto de arquitetura, vê-se a pouca familiaridade desses com o tema. Além do fator de que essa primeira experiência ocorreu não desde as primeiras fases do projeto e sim após o projeto do edifício está praticamente concluído.

Nessa nova experiência, o apoio do professor com ênfase em conforto auxiliou os alunos a compreenderem a dinâmica da ventilação e da trajetória solar e, em consequência, a especificidade do projeto de cada grupo. Dinâmica essa que levou os alunos a entenderem que não existe apenas uma solução para cada terreno, mas que os fatores – climáticos, tectônicos, estéticos, funcionais, etc – podem, juntos, levar a uma melhor solução de projeto.

O acompanhamento também facilitou o cruzamento das estratégias de conforto, com a modulação e pré-fabricação propostas pela disciplina de Projeto de Arquitetura 3, confirmando o atelier como momento de reflexão do conteúdo teórico adquirido nas aulas das demais áreas e aplicando-o no pensar do edifício e do espaço urbano. Aspecto esse, condizente com a formação generalista de arquiteto e urbanista prevista no CAU – UFRN.

Enfim, vê-se que a integração, aliada ao acompanhamento do professor com ênfase em conforto, permitiu a compreensão do projeto como um todo, sem a usual segregação entre as áreas de conhecimento. Vale salientar que essa visão facilita a produção de edifícios eficientes e confortáveis, o que deveria ser premissa da habitação de interesse social; já que a população de baixo poder aquisitivo tem maiores dificuldades de suportar os custos gerados pela aquisição, manutenção e funcionamento de equipamentos de controle ambiental, a exemplo da iluminação artificial e do condicionamento de ar.

REFERÊNCIAS

- ABNT. **NBR 5413**: Iluminância de interiores. ABNT, 1992. p. 13.
- _____. **NBR15220-3**. Desempenho térmico de edificações Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro: ABNT, 2003. p. 7.
- BITTENCOURT, L. **Uso das cartas solares**: Diretrizes para arquitetos. Quarta edição revisada e ampliada. ed. Maceió: EdUfal, 2004.
- BITTENCOURT, L.; CÂNDIDO, C. **Introdução à Ventilação Natural**. Maceió: EdUFAL, 2005.
- CUNHA, L. J. B. D. F. **Análise de métodos para aplicação de ventilação natural para projeto de edificações em Natal-RN**. (2010). 112 f. Mestrado (mestre) - Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2010.
- HOLANDA, A. D. **Roteiro para construir no Nordeste**. Recife: UFPE, 1976. (Estudos Urbanológicos).
- LAMBERTS, R. et al. **Eficiência Energética na Arquitetura**. 2ª. ed. São Paulo: ProLivros, 2004.
- MARSH, A. **SUNTOOL v1.10**: Window Shading and Overshadowing. Perth (Australia)2001.
- O'CONNOR, J. et al. **Tips for daylighting with windows**: The integrated approach. Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory. Berkeley, p.107. 1997
- OLGYAY, V. **Design with climate**: bioclimatic approach to architectural regionalism. Princeton, N.J.: Princeton University Press, 1963.
- PEDRINI, A. **Apostila de conforto térmico**. UFRN. Natal. em desenvolvimento
- DARQ, Departamento de Arquitetura. **Projeto Político Pedagógico**, 2005
- SZOKOLAY, S. V. **Introduction to Architectural Science**: The Basis of Sustainable Design. Bullington, Great Britain: Architectural Press, 2004.

SZOKOLAY, S. V. et al. **Solar geometry**. Brisbane: PLEA Passive and Low Energy Architecture International in assoc. with Dept. of Architecture University of Queensland, 1996. (PLEA notes ; note 1.).

VIANNA, N. S.; GONÇALVES, J. C. S. **Iluminação e Arquitetura**. São Paulo: Virtus s/c Ltda, 2001.