

editorial
editorial

entrevista
interview

artigos submetidos
submitted papers

tapete
carpet

artigo nomads
nomads paper

projeto
project

expediente
credits

próxima v!rus
next v!rus

V!18

issn 2175-974x | ano 2019 year
semestre 01 semester



a colaboração no projeto de edifícios para atender metas ambientais

a collaborative approach on building design to meet environmental goals

clara rodrigues
maisa veloso
aldomar pedrini

PT | EN

Clara Rodrigues é Arquiteta. Professora Assistente do Departamento de Ciências Sociais Aplicadas e Humanas, da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Rio Grande do Norte. Pesquisadora do Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, e coordenadora do grupo de pesquisa Alpendre.

Maísa Veloso é Arquiteta, Doutora em Arquitetura e Urbanismo. Professora Titular do Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Coordenadora do grupo de pesquisa Projetar e Editora-chefe da revista Projetar – Projeto e Percepção do Ambiente.

Aldomar Pedrini é Engenheiro Mecânico, Doutor em Arquitetura e Urbanismo. Professor Associado do Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, e chefe do Laboratório de Conforto Ambiental.

Como citar esse texto: RODRIGUES, C. O. M.; VELOSO, M. F. D.; PEDRINI, A. A colaboração no projeto de edifícios para atender metas ambientais. **VIRUS**, São Carlos, n. 18, 2019. [online] Disponível em: <<http://www.nomads.usp.br/virus/virus18/?sec=7&item=1&lang=pt>>. Acesso em: 08 Jul. 2019.

ARTIGO SUBMETIDO EM 28 DE AGOSTO DE 2018

Resumo

Este artigo discute o tema “participar+colaborar”, focando no processo projetual colaborativo em arquitetura. Sua contribuição abrange o entendimento da colaboração em edifícios que visam atendimento de metas de desempenho ambiental. A obrigatoriedade dessas metas influencia processos projetuais e as principais lacunas detectadas referem-se às formas de interação e colaboração entre os membros de equipe, ao longo do projeto. Se houver colaboração com abordagem sistêmica entre diferentes especialistas, desde as etapas iniciais do projeto, o atendimento de metas de desempenho ambiental pode ser atingido, sem prejuízo às demais variáveis envolvidas. O artigo discorre sobre esse argumento a partir da revisão crítica da literatura e de resultados da pesquisa exploratória realizada junto às arquitetas e consultoras do projeto de uma escola de educação infantil, que buscou atender ao conforto térmico, lumínico e às exigências da etiqueta PBE-Edifica, durante o estudo preliminar. O caso estudado assemelha-se ao trabalho multidisciplinar com divisão de tarefas. As consultoras pautaram-se sobretudo em simulações computacionais, identificando problemas e indicando soluções adequadas e inadequadas. Já as arquitetas ponderaram as orientações recebidas com as demais condicionantes projetuais para tomar

decisões. Conclui-se que é preciso desenvolver o gerenciamento do processo projetual desde as etapas iniciais para facilitar a colaboração entre especialistas.

Palavras-chave: Processo projetual, Processo colaborativo, Tomada de decisões, Metas de desempenho ambiental

1 Introdução

O projeto em arquitetura é de natureza complexa e pode apresentar-se de diversas maneiras. “Parti.cipar+co.laborar” são atividades inerentes ao projetar, que evidenciam a natureza necessariamente coletiva do processo (SCRIVENER; BALL; WOODCOCK, 2000) e se fazem cada vez mais presentes na contemporaneidade, sobretudo quando envolvem temas complexos e/ou grandes escalas. Nesses projetos, as equipes de trabalho podem reunir diversos atores, sejam eles: usuários, clientes, projetistas ou especialistas de vários campos do conhecimento (SCRIVENER; BALL; WOODCOCK, 2000). Embora haja diferenças entre os tipos de processos coletivos, a exemplo do processo com a participação do usuário (SANDERS, 2000; SANDERS, 2006; SANDERS, 2009), o foco desse artigo será na discussão sobre o projeto colaborativo, em que há participação de mais de um especialista (VELOSO; ELALI, 2014).

Um dos processos colaborativos que envolvem diversos especialistas é o do projeto que busca o atendimento de metas de desempenho termoenergético e luminoso. Ele é influenciado pela introdução de novos procedimentos na prática projetual relativos à demanda de especialidade do arquiteto para quantificação das metas ambientais e aos ajustes no modo de organizar e trabalhar em equipe. O atendimento de metas dessa natureza ainda é um fato recente e vem sendo impulsionado pela popularização dos princípios bioclimáticos e da sustentabilidade ambiental, além da criação e obrigatoriedade de regulamentações, normativas e etiquetagens. Estas últimas estão atreladas à necessidade de estabelecer critérios mensuráveis para limitar os impactos causados pela indústria da construção, a exemplo da Etiqueta PBE-Edifica, que é obrigatória para edifícios públicos federais brasileiros desde 2014 (BRASIL, 2014). Essas medidas são respaldadas pelo conceito de sustentabilidade, criado no contexto de contaminação e escassez de recursos naturais e de mudanças climáticas (CORBELLA; YANNAS, 2003; MONTANER, 2012), e consideram, no campo das edificações, que a arquitetura pode ter o papel de reduzir ou até deter o impacto causado pelo consumo desenfreado de recursos (SYKES, 2013).

No entanto, a maneira tradicional de projetar, que envolve princípios baseados em função, forma e espaço, não considera o atendimento de critérios quantitativos de eficiência energética (AL-SAADANI; BLEIL DE SOUZA, 2016; SHI, et al., 2016). Em geral, as metas são expressas por valores quantitativos (BRASIL, 2009, 2012), mas, os arquitetos raramente possuem a formação com o aprofundamento necessário para a quantificação desses valores, que muitas vezes demandam o uso de ferramentas de simulação¹ (AL-SAADANI; BLEIL DE SOUZA, 2016; SHI, et al., 2016). Eles estão mais acostumados a trabalhar de maneira qualitativa (ALSAADANI; BLEIL DE SOUZA, 2018), ponderando a importância de cada parâmetro de projeto, de acordo com o contexto e seus diferentes pontos de vistas (MAHFUZ, 1995; LAWSON, 2011).

A forma mais recorrente de adaptação é a interação com especialistas, na qual o consultor sugere melhorias ao projetista. No entanto, existe uma disparidade nos tempos de avaliação e possibilidade de incorporar esses resultados no processo projetual. O consultor só consegue avaliar o projeto com informações detalhadas, normalmente, ao final do processo projetual (HENSEN; LAMBERTS, 2011). Por sua vez, o projetista se beneficia ao avaliar o projeto desde as primeiras fases (HOBBS et al., 2003), uma vez que as primeiras decisões projetuais são as que mais pesam no desempenho do edifício (BURBERRY, 1983; PEDRINI, 2003; HENSEN; LAMBERTS, 2011) e possíveis modificações devem ser realizadas ainda no início do projeto.

Para uma melhor interação sugere-se o trabalho em equipe (CHARNLEY; LEMON; EVANS, 2011; GOLDSCHIMIDT, 2014; ALSAADANI; BLEIL DE SOUZA, 2018). As características desse tipo de interação, perpassam pela comunicação entre os membros da equipe e pelo dimensionamento do trabalho necessário para o tempo disponível, o que demanda planejamento das atividades (CROSS, 2011) de maneira colaborativa, ao invés de dividir o trabalho em “partes”, em que cada integrante desenvolve uma atividade alheia aos demais (AL-SAADANI; BLEIL DE SOUZA, 2016).

O processo pode ser considerado colaborativo quando um único projeto requer a interação de mais de um especialista, compartilhando-se metas e intenções (SIMOFF; MAHER, 2000) e o conhecimento sobre o processo e o projeto (KLEINSMANN, 2006). No contexto de atendimento de metas de desempenho, é recomendável que se trabalhe com equipes multidisciplinares, envolvendo especialistas de diversas áreas, sobretudo quando o projeto se torna mais complexo (ALSAADANI; BLEIL DE SOUZA, 2018), e também que se busque por uma visão mais holística (CHARNLEY; LEMON; EVANS, 2011; AL-SAADANI; BLEIL DE SOUZA, 2016). Um projeto que envolve múltiplos participantes com especialidades distintas, demanda mais

planejamento e organização por parte dos envolvidos. A colaboração também traz novas atividades as quais precisam ser incorporadas ao processo, como identificar, gerenciar e evitar conflitos (CROSS, 2011). Alguns processos colaborativos já tentam incorporar a integração de diversos membros desde o início do projeto, como é o caso do Projeto Integrado (IPD) (AIA, 2007; ANDRADE; RUSCHEL, 2013). Trabalhos indicam que o IPD é fundamental para atender a requisitos como no caso dos edifícios de energia zero (ZEB) (GARDE, et al., 2014). No entanto, os principais trabalhos desenvolvidos no Brasil ainda não focam no uso do IPD para o atendimento de metas ambientais. Essas atividades de gerenciamento e quantificação de metas podem ser consideradas como novos procedimentos que precisam ser incorporados na dinâmica projetual. Mas não está claro como os fluxos dessas informações se adequam ao processo. Logo, a análise do registro da organização das equipes e da sua interação podem ser referências para uma melhor compreensão de como se dá esse processo colaborativo para atendimento de metas ambientais, possibilitando reflexões e contribuições para sua organização.

Além disso, a produção científica que envolve o atendimento de metas de desempenho ambiental foca, em geral, os métodos de modelagem e em simulação desenvolvidos por engenheiros e físicos, enquanto que, frequentemente, a perspectiva do arquiteto é ignorada, apesar de sua importância na tomada de decisões. Poucos trabalhos focam na integração das técnicas de atendimento de metas no processo projetual, ou na percepção das técnicas de avaliação do desempenho do projeto pelos arquitetos (SHI, et al., 2016), ou, ainda, no reconhecimento de que essas técnicas devem se adaptar ao processo projetual, e não o contrário (MORBITZER, 2003). Assim, esse artigo é parte de uma pesquisa de doutorado e tem por objetivo levantar quais reflexões são pertinentes às fases iniciais de processo colaborativo que visa atendimento de metas de desempenho termoenergético e luminoso, aproximando a discussão à perspectiva do arquiteto projetista, e que, portanto, tem outros pontos de vista além do atendimento de metas ambientais.

2 Método

O método consistiu na realização de um estudo de caso piloto, de caráter exploratório, que serviu de base para uma pesquisa maior, aplicada a outros casos. Os requisitos para seleção desse caso específico foram: acesso aos documentos relativos às etapas iniciais do processo (KLEINSMANN, 2006); envolvimento de especialistas com diferentes tipos de responsabilidades e tarefas (KLEINSMANN, 2006), sendo pelo menos um deles encarregado do desempenho termoenergético e luminoso da edificação; e, após verificação inicial, disponibilidade dos registros em número e qualidade necessários para análise em nível de estudo preliminar. Dessa forma, com base nesses critérios, foi selecionado o projeto do edifício da educação infantil de uma escola, no município de Parnamirim, localizado na Região Metropolitana de Natal/RN.

Assim, o estudo do caso ocorreu por meio da observação da reunião de apresentação do relatório "Relatório de diretrizes iniciais de projeto visando desempenho termo-luminoso e certificação ambiental PBE-EDIFICA", da análise de documentos indicadores ou resultantes do processo projetual (croquis, diagramas conceituais, plantas, modelagens, relatórios, atas de reuniões e outros), e da elaboração do diagrama DICA-M (conforme item 2.1).

O projeto foi desenvolvido por dois escritórios de arquitetura e a consultoria foi realizada por uma empresa especializada, sendo uma das autoras do artigo parte da equipe de consultoria. Para avaliação do projeto, as consultoras utilizaram simulações computacionais simplificadas (HENSEN; LAMBERTS, 2011) nos programas computacionais de simulação: DesignBuilder (DESIGNBUILDER SOFTWARE LTD, 2000-2005), FlowDesign e Ecotect (MARSH, 2003), a partir do projeto em nível de estudo preliminar, recebidos em arquivos de AutoCAD e SketchUp.

Conforme sugerido por Braun e Clarcke (2006), a análise desses documentos foi guiada por algumas questões. Para o caso estudado, foram elaboradas as seguintes:

+ Caracterização do problema de projeto:

- i. Qual meta deve ser atendida?
- ii. Quais são as restrições?
- iii. Qual o problema a ser resolvido?
- iv. Qual a natureza do projeto?
- v. Qual a sua dimensão?

+ Tomada de decisão

- i. Quando e baseado em que surgiu a solução?
- ii. Qual a interdependência das decisões?
- iii. Qual a relação entre o nível de complexidade tecnológica e o nível de autonomia na decisão por parte do projetista?
- iv. Qual o papel do consultor na tomada de decisões? Ele propõe soluções? Ou ele apenas testa soluções?
- v. As decisões seguem hierarquia (horizontal, vertical, outra?)
- vi. A meta aumenta o tempo necessário para tomada de decisão?
- vii. Que informações são necessárias para a tomada de decisão (o que entra? Por que entra?)
- viii. Que informações são produto da tomada de decisão (o que sai? Por que sai?)
- ix. Enfim, qual decisão é tomada em cada etapa de projeto visando às metas?

+ Recursos utilizados (humanos, tecnológicos, informacionais, etc.)

- i. Quais os recursos humanos envolvidos no atendimento à meta?
- ii. Quais os recursos tecnológicos necessários para avaliar o atendimento à meta?
- iii. Quais os recursos informacionais necessários para avaliar o atendimento à meta? Foi necessário o compartilhamento de quais informações? Por meio de que recursos?

2.1 Diagrama DICA-M

O Diagrama DICA-Multidisciplinar (Diagrama DICA-M) é uma versão ampliada, para representar a inserção da equipe multidisciplinar no Diagrama DICA, desenvolvido por Dutra (2010). O diagrama proposto por ele está estruturado a partir das principais categorias de ações para o desenvolvimento de projetos bioclimáticos, reunindo: informações, decisões de projeto, síntese conceitual (metas e alvos), análise, síntese projetual, conjectura e ferramentas de suporte ao projeto ambiental (*Environmental Design Support Tools – EDST*). Cada uma dessas categorias está disposta em uma linha, na qual, uma ação é representada por um ponto. Os pontos são ligados cronologicamente por uma linha que representa o processo projetual.

Espera-se que o uso desse diagrama facilite a visualização da sequência das ações de projeto durante o processo, qual sequência antecede a tomada de decisão e em qual ação cada membro da equipe está envolvido. Entende-se que esse recurso se adequa aos projetos que visam atendimento de metas ambientais, já que ele foi desenvolvido para analisar processos de projetos bioclimáticos.

Para a versão multidisciplinar (Figura 1), foram acrescentadas algumas informações à estrutura do diagrama desenvolvido por Dutra (2010): os diversos membros da equipe de projeto, representados por cores diferentes (Figura 1A), a identificação dos momentos dos trabalhos coletivos ou individualizados, ao longo do processo (Figura 1B), bem como a identificação da fase na qual o projeto se encontra e a inserção da identificação do projeto (Figura 1C).

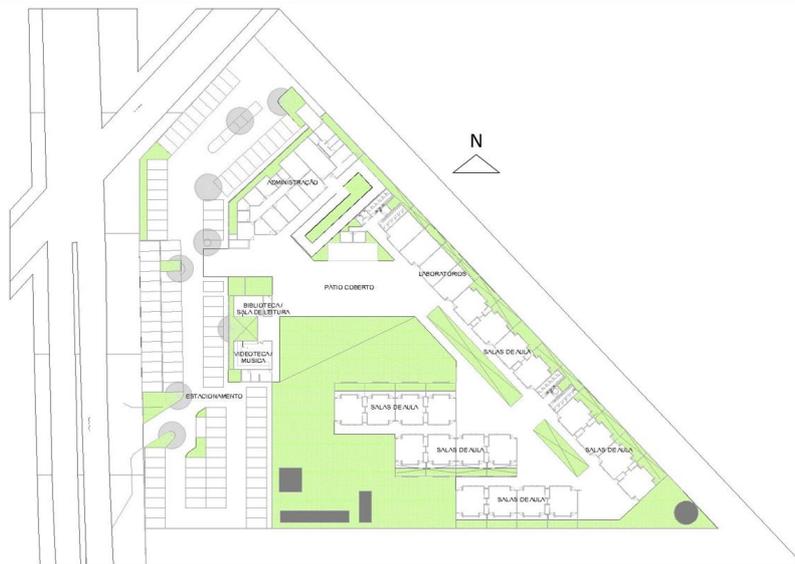


Fig. 3: Esboços do estudo preliminar da escola: Planta baixa pavimento térreo. Fonte: Imagem fornecida pelo Escritório Flora Nativa, 2016.

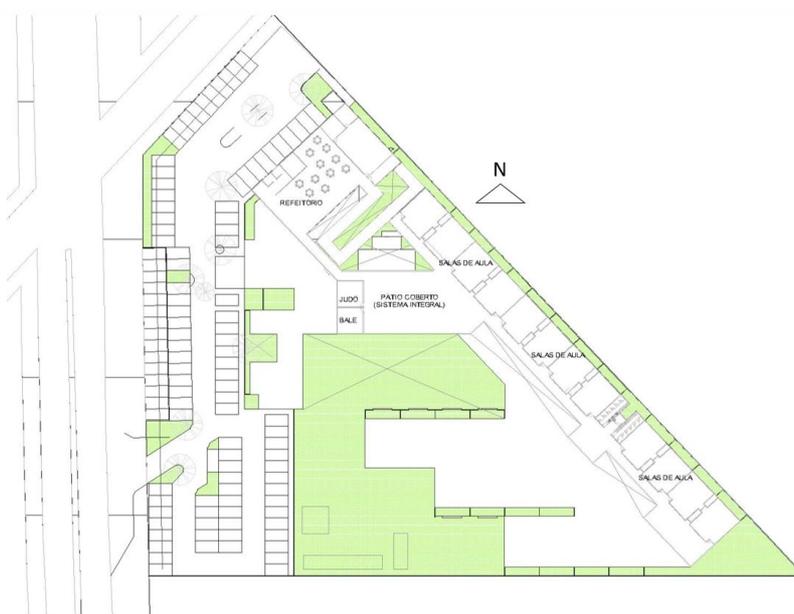


Fig. 4: Esboços do estudo preliminar da escola: Planta baixa pavimento superior. Fonte: Imagem fornecida pelo Escritório Flora Nativa, 2016.

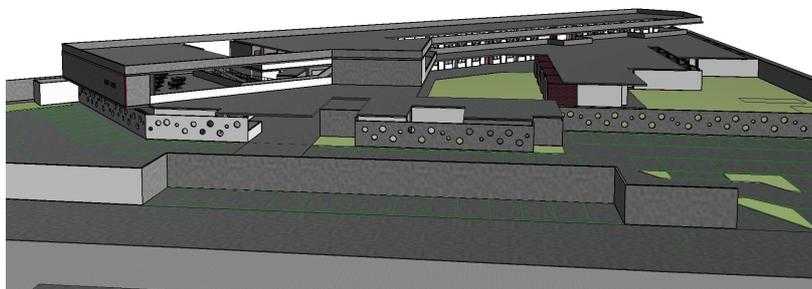


Fig. 5: Esboços do estudo preliminar da escola: Volumetria. Fonte: Imagem fornecida pelo Escritório Flora Nativa, 2016.



Fig. 6: Esboços do estudo preliminar da escola: Volumetria. Fonte: Imagem fornecida pelo Escritório Flora Nativa, 2016.

O esboço inicial do estudo preliminar é composto por dois pavimentos (Figura 3 e 4), totalizando, aproximadamente, 6017m² de área construída. A orientação predominante do edifício é Nordeste, mesma orientação da maioria das salas de aula. O edifício apresenta também outras três áreas de sala de aula paralelas, orientadas a Sul e a área administrativa a Noroeste.

O projeto está localizado no município de Parnamirim/RN, a 05° 54' 56" S de latitude e 35° 15' 46" W de longitude. O clima é quente e úmido, com temperaturas médias por volta de 27°C e umidade relativa do ar em torno de 70%. A cidade está na Zona Bioclimática 08, para qual se recomendam: ventilação natural; proteção contra a radiação solar; ventilação noturna e movimento do ar interno; associação de ventilação, inércia térmica e resfriamento evaporativo (ABNT, 2005).

4 Resultados

A interação entre arquitetas e consultoras ocorreu durante o acompanhamento do projeto para fins de desempenho termoenergético, luminoso e de etiquetagem de eficiência energética, a partir de uma primeira versão do estudo preliminar. A troca de informações inicial entre arquitetas e consultoras ocorreu por meio de reunião para definição de metas ambientais a serem atendidas e explicação de conceitos, condicionantes e ideias iniciais do projeto.

A avaliação preliminar de desempenho térmico constou de análise de carga térmica, sombreamento e ventilação natural; avaliação preliminar de otimização de luz natural; e apresentação da etiqueta PBE-Edifica. A análise de carga térmica identificou as fontes para essas cargas por zona térmica, indicando quais deveriam ser removidas por meio da ventilação natural ou condicionamento artificial. A principal fonte de carga térmica identificada foi a radiação solar e, para sua redução, foi sugerido o sombreamento das aberturas.

A análise de sombreamento considerou os elementos já definidos para cada abertura, observando seu desempenho em termos percentuais (Figura 7). Para os casos nos quais o sombreamento não foi satisfatório, as consultoras simularam algumas opções de proteção solar adequadas e inadequadas para a abertura em questão. Essas análises consideraram também a parte da abóbada celeste que deveria evitar obstrução e, assim, contribuir para a iluminação natural.

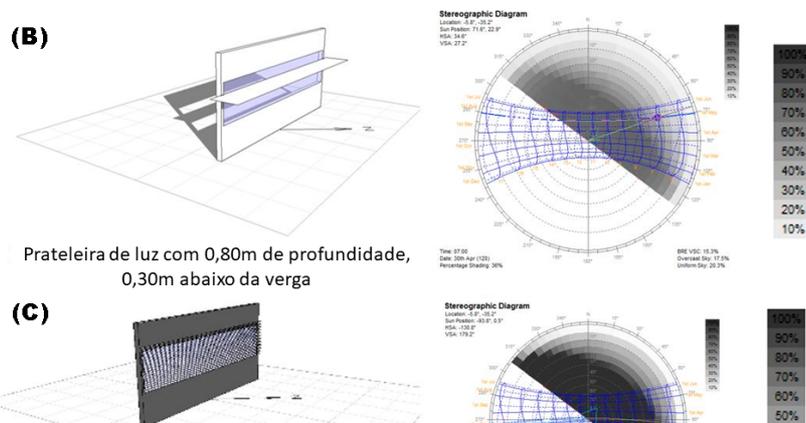


Fig. 7: Análise de sombreamento de uma sala: exemplo de alternativas sugeridas à equipe de projeto (B) e não recomendadas (C) com respectivas máscaras de sombra. Fonte: Dias, Rodrigues e Jankovic (2016, p.16-18).

A ventilação natural foi abordada por meio do cálculo da renovação de ar por hora no interior de cada zona térmica, o que indicou a necessidade de aumentar as áreas de abertura efetiva para ventilação. As janelas especificadas, em sua maioria, eram de correr, cuja área de abertura para ventilação corresponde a apenas 45% da área do vão. Para as zonas térmicas consideradas insatisfatórias, ilustraram-se alternativas de tipos de esquadrias que aumentariam a área para ventilação.

Também considerou-se a influência da orientação na ventilação natural. Identificou-se os coeficientes de pressão para verificar o potencial da ventilação cruzar os ambientes, a existência de barreiras de vento e as distâncias recomendadas entre os blocos. Em decorrência, sugeriu-se mudança na forma da edificação, o uso de captadores de vento ou de elementos verticais que pudessem aumentar a diferença de pressão ou redirecionar o percurso do vento.

A avaliação preliminar visando a otimização de luz natural foi realizada em termos qualitativos. Os aspectos abordados foram: abertura efetiva para iluminação, profundidade dos ambientes com relação à altura das aberturas, layout do mobiliário, refletância da superfície interna dos ambientes; orientação das aberturas, proteção solar das aberturas e obstrução do entorno. Foram apresentados princípios arquitetônicos para otimização da iluminação natural que pudessem ser aplicados ao projeto e foram exemplificados tipos de sombreamento mais eficientes para cada orientação e sugeridos a utilização de paisagismo para obstrução da radiação direta nas aberturas e aproveitamento da luz natural (Figura 8).

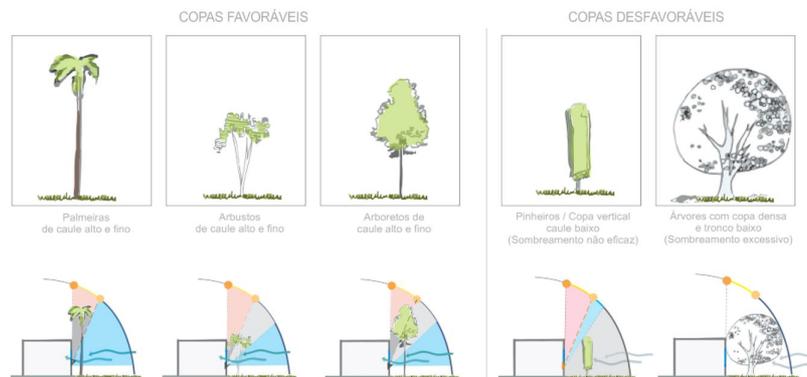


Fig. 8: Recomendação de sombreamento com copas vegetais favoráveis para otimização térmica e luminosa de ambientes para Norte em Natal/RN. Fonte: Dias, Rodrigues e Jankovic (2016, p. 32).

Por fim, a etiqueta PBE-Edifica foi apresentada em termos dos sistemas avaliados e parâmetros de cálculo. Como recomendações, foram indicados os pontos críticos do regulamento que impactavam no projeto de arquitetura e quais parâmetros deveriam ser atentados para cada um desses itens para atingir o nível A de eficiência energética. A consultoria destacou a importância da escolha do material que compõe a cobertura, da redução de área de abertura exposta à radiação e das cores dos revestimentos.

4.1 Análise de documentos

Inicialmente, a consultoria trabalhou no sentido de analisar o desempenho do projeto e compreender as diretrizes projetuais, de maneira que pudessem ser discutidas soluções para os problemas identificados que não fossem conflitantes com os princípios do projeto. Essas informações foram registradas em formato de relatório, com 56 páginas, o qual foi apresentado em uma reunião com as arquitetas, cuja duração foi de aproximadamente 3 horas. Além de apresentar as análises realizadas, a reunião permitiu explicar princípios termofísicos e estratégias bioclimáticas que embasavam as referidas análises e também abriu espaço para que as arquitetas tirassem dúvidas sobre os pontos apresentados.

A partir das informações trocadas nessa primeira fase, as arquitetas responsáveis pelo desenvolvimento do projeto trabalharam de duas maneiras, tentando:

- + incorporar as sugestões dadas à proposta arquitetônica, tentando conciliar, principalmente, aspectos estéticos da edificação.
- + compreender os princípios bioclimáticos para trazer novas soluções projetuais aos problemas apontados como críticos, a partir das ilustrações e explicações.

As principais restrições identificadas nessa fase de projeto foram o formato do terreno, um polígono irregular, e a área do terreno já comprometida com vagas de estacionamento, correspondente à edificação já existente da escola (atual ensino infantil, fundamental e médio). Esses dois fatores, aliados ao extenso programa e pré-dimensionamento, restringiu a orientação dos blocos ao paralelismo com os limites do lote (Figura 9 e 10). Outra restrição considerável foi a necessidade de visuais liberadas para que o coordenador conseguisse ter domínio visual das crianças em, praticamente, qualquer ponto da escola e a interação das crianças com a vegetação. A necessidade de ter a visual liberada levou a uma maior discussão para solução de sombreamento do corredor do térreo, que optou por utilizar a vegetação (Figura 11 e 12).

Nessa primeira etapa, as metas guiaram o desenvolvimento das proteções solares (Figura 11, 12 e 13), tipo de janelas (Figura 13) e especificação de materiais para paredes e coberturas. No entanto, a orientação, que facilitaria a ventilação natural, o sombreamento e, conseqüentemente, a iluminação natural, não pode ser alterada. A restrição da disponibilidade de área e o formato do terreno se colocaram como fatores limitadores. Apesar da manutenção da orientação, vê-se que esses problemas foram contornados com uso de soluções

projetuais que necessitariam de um estudo mais aprofundado, como a incorporação de sheds, prateleira de luz e uso de proteções solares que restringem a visual (Figura 14).



Fig. 9: Planta baixa do pavimento térreo da escola após consultoria para fase de estudo preliminares. Fonte: Imagem fornecida pelo Escritório Flora Nativa, 2017.



Fig. 10: Planta baixa do pavimento superior da escola após consultoria para fase de estudo preliminar. Fonte: Imagem fornecida pelo Escritório Flora Nativa, 2017.

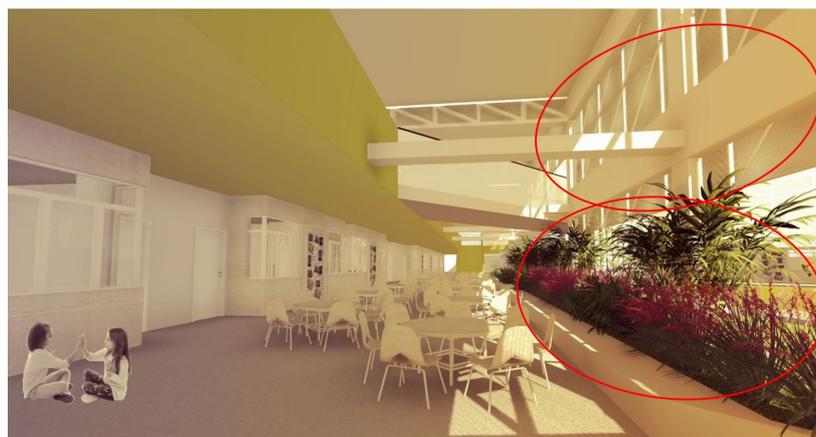


Fig. 11: Perspectiva interna do corredor do térreo, destaque para sombreamento com vegetação e elementos arquitetônicos. Fonte: Imagem fornecida pelo Escritório Flora Nativa, 2017, adaptada pelos Autores.



Fig. 12: Perspectiva interna do corredor do térreo e cantinho encantado, destaque para sombreamento com vegetação e elementos arquitetônicos. Fonte: Imagem fornecida pelo Escritório Flora Nativa, 2017, adaptada pelos Autores.



Fig. 13: Perspectiva interna da sala de aula com destaque para a configuração das janelas. Fonte: Imagem fornecida pelo Escritório Flora Nativa, 2017, adaptada pelos Autores.

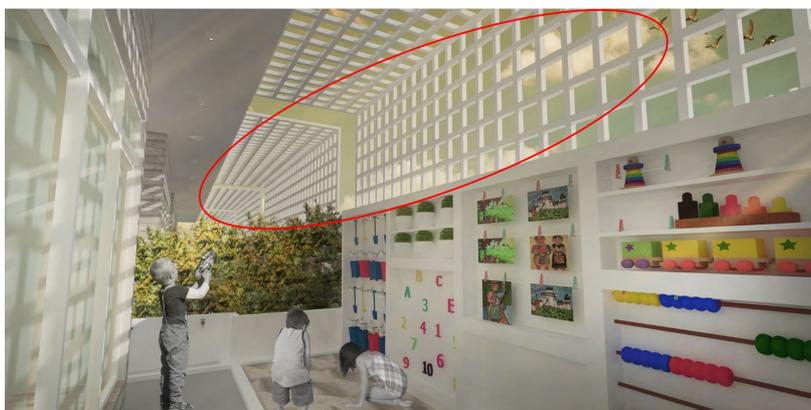


Fig. 14: Perspectiva do solário, com destaque para o sombreamento. Fonte: Imagem fornecida pelo Escritório Flora Nativa, 2017, adaptada pelos Autores.

A indicação da necessidade de refinar decisões como o tipo específico de proteção para cada abertura; o tipo de abertura e sua área efetiva para ventilação; a incorporação de sheds e prateleira de luz, sugerem o desenvolvimento mais aprofundado de soluções projetuais em fases iniciais do projeto. Isso porque o desenho da abertura e da proteção solar, por exemplo, comumente seria pensado apenas na fase de detalhamento do projeto. Além disso, a questão da incorporação dos sheds e prateleiras de luz restringe soluções baseadas em experiências precedentes que podem ser incorporadas sem pensar detalhadamente o impacto dela na edificação (RODRIGUES; PEDRINI, 2017).

Apesar do caráter objetivo da meta, a forma de resolver o problema não é única. Assim, a interação com os projetistas e a demanda delas por entender os conceitos termofísicos enfatizaram que a subjetividade também se faz presente na solução projetual. O fluxo de informações identificadas está apresentado na Quadro 1.



Quadro 1: Quadro síntese com fluxo de informações. Fonte: Autores, 2018.

4.2 Diagrama DICA-M aplicado ao estudo piloto

A análise do diagrama DICA-M aplicado ao estudo piloto (Figura 15), se inicia quando a arquiteta autora do projeto busca contato com as consultoras de desempenho ambiental (térmico, lumínico e de etiquetagem). Nesse primeiro contato, a arquiteta já tinha a programação arquitetônica definida, a nível de determinação de objetivos, restrições e conceitos que deveriam ser trabalhados no projeto. Também já estava desenvolvido um esboço em planta-baixa e volume, do que se pretendia para o projeto. Assim, a interação da arquiteta principal com as consultoras se iniciou com o estabelecimento das metas de desempenho, em uma reunião presencial, por meio de discussão coletiva.



Fig. 15: Diagrama DICA-M do Caso Piloto. Fonte: Dutra (2010) adaptada pelos Autores.

Após essa primeira etapa, houve um momento de análise apenas das consultoras, sem participação das arquitetas. As análises, em geral, foram realizadas utilizando o embasamento do referencial bibliográfico e de simulações computacionais. Durante esse momento, foi recorrente o movimento de análise para conjectura. Isso porque, além de analisar o projeto, as consultoras sentiram a necessidade de exemplificar, por meio de imagens, soluções que funcionariam e que não funcionariam, para auxiliar a compreensão das arquitetas no momento da decisão projetual.

O terceiro momento foi novamente de discussão coletiva, quando as consultoras apresentaram as análises para as arquitetas. Nessa reunião, com parte da equipe presente e parte por videoconferência, as consultoras apresentaram as análises e tentaram explicar os princípios termofísicos que fundamentavam os resultados. Ao final da apresentação, as arquitetas questionaram sobre novas soluções, considerando outros fatores envolvidos no projeto, como estética e aproveitamento do terreno.

As novas decisões e sínteses projetuais demandaram um segundo ciclo de análises, que foram realizadas e enviadas virtualmente para as arquitetas por meio de relatório. Por se tratar análises feitas a partir de sínteses projetuais propostas pelas arquitetas, após as análises, seguiu-se para a tomada das decisões projetuais.

5 Considerações finais

O projeto estudado se insere na temática "parti.cipar+co.laborar", se aproximando da definição de projeto colaborativo, em que uma equipe multidisciplinar trabalha com divisão de tarefas com reuniões para ajustar o entendimento e as decisões tomadas. O momento da reunião pode ser percebido com uma forte tendência à colaboração e à decisão coletiva. Muitos desafios ainda precisam ser superados para a colaboração efetiva, que inclui o gerenciamento do processo projetual desde as etapas iniciais, a exemplo do entendimento da necessidade de realizar encontros constantes para se discutir os temas sob os pontos de vista dos diversos envolvidos.

Na fase inicial do projeto analisado, as reflexões enfatizaram questões relativas à forma, orientação e anteciparam questões como diretrizes de sombreamento e configuração de janelas para quantificar a renovação de ar no ambiente. Já a tomada de decisões permeou duas posturas principais: quando as arquitetas apenas seguem as recomendações das consultoras, ou quando elas tentam compreender os princípios termofísicos para se apropriar das definições e propor novas soluções projetuais a partir desse entendimento. A segunda postura indica maior grau de autonomia e embasamento das decisões projetuais.

Em análises futuras, devem ser incorporadas entrevistas com projetistas e consultores e/ou anotação e gravação das reuniões, a fim de complementar lacunas na compreensão dos documentos. Salienta-se a importância de repetir o estudo com um maior número de casos e de fases projetuais, permitindo analisar recorrências e similaridades entre as reflexões dos projetistas.

Referências

ABNT. **Desempenho térmico de edificações Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social - NBR 15220-3.** Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

AIA, T. A. I. O. A. **Integrated project delivery: a guide.** [s.l.]: AIA, 2007. Disponível em: <https://info.aia.org/SiteObjects/files/IPD_Guide_2007.pdf>. Acesso em: 13 Out. 2017.

AL-SAADANI, S.; BLEIL DE SOUZA, C. Of collaboration or condemnation? Exploring the promise and pitfalls of architect-consultant collaborations for building performance simulation. . **Energy Research and Social Science** v. 19, p. 15, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.erss.2016.04.016>>. Acesso em: 13 Jul 2018.

ALSAADANI, S.; BLEIL DE SOUZA, C. Architect-BPS consultante collaborations: Harmony or hardship? **Journal of Building Performance Simulation**, v. 11, n. 4, p. 391-413, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/19401493.2017.1379092>>. Acesso em: 15 Jul 2018.

ANDRADE, M. L. V. X.; RUSCHEL, R. Building Information Modeling (BIM). In: KOWALTOWSKI, D. C. C. K.; MOREIRA, D. D. C.; PETRECHE, J. R.D.; FABRÍCO, M. M.(Ed.). **O processo de projeto em arquitetura: da teoria à tecnologia.** São Paulo: Oficina de textos, 2013.

AUGENBROE, G. Trends in Building Simulation. In: MALKAWI, A. M.; AUGENBROE, G. (Ed.). **Advanced Building Simulation.** Nova Iorque/Londres: Spon Press, 2003. cap. 1, p. 20.

BRASIL. **RTQ-C - Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos.** Rio de Janeiro: INMETRO, 2009.

BRASIL. Portaria nº 18, de 16 de janeiro de 2012. Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética em Edificações Residenciais. **Diário Oficial da União**, Rio de Janeiro, 16 Jan. 2012. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC001788.pdf>>. Acesso em: 24 Jun. 2018.

BRASIL. Instrução Normativa nº 2, de 4 de junho de 2014. **Diário Oficial da União**, Rio de Janeiro, 4 Jun. 2014.

BRAUN, V.; CLARCKE, V. Using thematic analysis in psychology. **Qualitative Research in Psychology**, v. 3, n. 2, p. 77-101, 2006. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1191/1478088706qp0630a>>. Acesso em: 24 Jun

18.

BURBERRY, P. **Mitchell's Practical thermal design in buildings**. Londres: Batsford Academic and Educational, 1983.

CHARNLEY, F.; LEMON, M.; EVANS, S. Exploring the process of whole system design. **Design Studies**, v. 32, n. 2, p. 23, 2011. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0142694X10000621>>. Acesso em: 08 Mai. 2017.

CORBELLA, O.; YANNAS, S. **Em Busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos**. Rio de Janeiro: Revan, 2003.

CROSS, N. **Design Thinking: Understanding how designers think and work**. Londres/Nova Iorque: Bloomsbury Academic, 2011.

DESIGNBUILDER. DesignBuilder Software Ltda., 2000-2005.

DIAS, A. R. D.; RODRIGUES, C. O. D. M.; JANKOVIC, M. D. M. G. S. **Relatório de diretrizes de projeto visando desempenho térmico-luminoso e certificação PBE-Edifica** - Colégio Salesiano Dom Bosco, Natal/RN. Edifício Eficiente. Natal: [s.n.], 2016.

DUTRA, L. **Design process and environmental information: applicability of support design tools**. 2010. Tese (Doutorado) AA School of Architecture, Londres, 2010.

GARDE, F.; LEONIR, A.; SCOGNAMIGLIO, A.; AELENEI, D.; WALDREN, D.; ROSTVIK, H. N.; AYOUB, J.; AELENEI, L.; M. DONN; TARDIF, M.; CORY, S. Design of Net Zero Energy Building: Feedback from international projects. **Energy Procedia**, v. 61, p. 4, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.egypro.2014.11.1011>>. Acesso em: 01 Abr. 2018.

GOLDSCHIMIDT, G. **Linkography: unfolding the design process**. Cambridge/Londres: MIT Press, 2014.

HENSEN, H. L. M.; LAMBERTS, R. Introduction to building performance simulation. In: HENSEN, H. L. M.; LAMBERTS, R. (Ed.). **Building performance simulation for design and operation**. v. 1. Nova Iorque: Spon Press, 2011. cap. 1, p. 12.

HOBBS, D.; MORBITZER, C.; SPIRES, B.; STRACHAN, P.; WEBSTER, J. Experience of using building simulation within the design process of an architectural practice. In: INTERNATIONAL IBPSA CONFERENCE, 8., 2003, Eindhoven, Netherlands. **Proceedings...**

KLEINSMANN, M. S. **Understanding collaborative design**. 2006. Tese (Doutorado) - Proefschrift Technische Universiteit Delft, Holanda, 2006.

LAWSON, B. **Como arquitetos e designers pensam**. São Paulo: Oficina de textos, 2011.

MAHFUZ, E. **Ensaio sobre a razão compositiva**. Belo Horizonte: UFF/UFV/AP Cultural, 1995.

MARSH, A. **Ecotect**. Perth: Square One Research PTY LTD 2003.

MONTANER, J. M. **A modernidade superada: ensaios sobre arquitetura contemporânea**. 2a ed. São Paulo: G. Gili, 2012.

MORBITZER, C. A. **Towards the Integration of Simulation into the Building Design Process**. 2003. Tese (Doutorado em Filosofia) - Department of Mechanical Engineering, University of Strathclyde, Glasgow, 2003.

PEDRINI, A. **Integration of low energy strategies to the early stages of design process of office buildings in warm climate**. 2003. Tese (Doutorado) - Department of Architecture, University of Queensland, Brisbane, 2003.

RODRIGUES, C. O. D. M.; PEDRINI, A. Integração da simulação termoenergética nas primeiras fases do processo projetual: o estudo de seis casos. **Ambiente Construído**, v. 17, n. 1, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212017000100134>>. Acesso em: 14 Jun 2017.

SANDERS, E. Generative Tools for Co-designing. In: SCRIVENER, S. A. R.; BALL, L. J., et al., **Co-design 2000**. Londres: Springer-Verlag, 2000.

SANDERS, E. Exploring co-creation on a large scale: designing for new healthcare environments. In: STAPPERS, P. J. **Symposium designing for, with, and from user experience**. Delft: Delft University of Technology, 2009. p.17.

SANDERS, E. B. N. Design Research in 2006. **Design Research Society** v. 1, p. 8, 2006. Disponível em: <http://www.maketools.com/articles-papers/DesignResearchin2006_Sanders_06.pdf>. Acesso em: 13 Out. 2017.

SCRIVENER, S. A. R.; BALL, L. J.; WOODCOCK, A. Preface. In: SCRIVENER, S. A. R.; BALL, L. J., et al. **CoDesigning 2000**. Londres: Springer-Verlag, 2000.

SHI, X.; TIAN, Z.; CHEN, W.; SI, B.; JIN, X. A review on building energy efficient design optimization from the perspective of architects. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**,v. 65, p. 12, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2016.07.050>>. Acesso em: 05 Jul. 2018.

SYKES, A. K. Introdução. In: SYKES, A. K. (Ed.). **O campo ampliado da arquitetura**. São Paulo: Cosac Nayfe, 2013.

VELOSO, M.; ELALI, G. Projeto como construção coletiva: da participação à colaboração: os desafios do ensino. In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO SÃO PAULO - ANPARQ, 3., 2014. **Anais...**

WILDE, P. D. **Computational support for the selection of energy saving building components**. 2004. Tese (Doutorado) - Delft University of Technology, Delft, 2004.

1 As ferramentas de simulação permitem antever o comportamento ambiental de uma edificação, em termos de fluxo de calor, temperatura e o consumo de energia, dentre outros (WILDE, 2004). As características da edificação são modeladas em um programa de computador que calcula o seu comportamento, utilizando-se de algoritmos que reproduzem os processos físicos complexos (AUGENBROE, 2003; WILDE, 2004; HENSEN; LAMBERTS, 2011).