ECOEFICIÊNCIA E A INTERFACE COM O PROJETO: O PAPEL DAS FERRAMENTAS DE AUXÍLIO AO PROCESSO DE PROJETO NO SUPORTE À CONCEPÇÃO INICIAL

J. E. Seabra [(1)]; C. Barroso-Krause [(2)]
(1) PROARQ/FAU/UFRJ, e-mail: juliaemmerick@gmail.com
(2) PROARQ/FAU/UFRJ, e-mail: barroso.krause@gmail.com

Resumo
Este trabalho tem como objetivo a análise do uso de ferramentas básicas de auxílio ao processo de projeto, visando integrar os principais tópicos relacionados à ecoeficiência e qualidade ambiental ao processo decisório da fase inicial de projeto. As ferramentas de auxílio analisadas são: Analysis-BIO 2.2, para conforto higrotérmico, Analysis SOL-AR 6.2, para radiação solar e proteções pertinentes; RADLITE 2009, para iluminação natural; ACÚSTICO 3.0, para acústica; e três planilhas denominadas DICAS 1, 2 e 3, para dar apoio onde as ferramentas computacionais ainda possuem lacunas: aquecimento solar de água e ventilação natural. Este estudo, ainda em evolução, vem sendo desenvolvido ao longo dos últimos dois anos, e aplicado a mais de 160 alunos de graduação. Como resultado, tem-se uma visão clara da importância da adequação dos simuladores à etapa de concepção, seus principais atributos e as lacunas ainda por suprir.

Palavras-chave*: Ferramentas computacionais, processo de projeto arquitetônico, Eco eficiência, Concepção inicial.*

Abstract
This paper`s purpose is to analyze the use of project design tools as a method to help integrate the main ecoefficiency and environmental quality topics in the initial stages of the architectural design process. The analyzed tools are: Analysis-BIO 2.2, for hygrothermal comfort, Analysis SOL-AR 6.2, for radiation and shading devices; RADLITE 2009, for natural lighting; ACÚSTICO 3.0, for acoustic issues; and three spreadsheets called DICAS 1, 2 and 3, for passive solar water heating and natural ventilation. This method is being analyzed and developed during the last two years, and applied at over 160 graduate students. As a result of this process, one can have a better view of the role of project design tools and its importance as an initial stage conception of an architectural project.

Keywords*: project design tools*, *design process*, *ecoefficiency*, *initial stages of the design process.*

1. INTRODUÇÃO

De acordo com Mendes et al. (2005), na década de 70, como consequência da crise do petróleo, aumentou-se a atenção dedicada à análise do desempenho energético das edificações, que são responsáveis pelo consumo de uma parcela significativa da energia produzida na maioria dos países. A partir de então, foram direcionados diversos recursos e linhas de pesquisa para o desenvolvimento de fontes alternativas de energia e sistemas construtivos mais eficientes, além de programas computacionais que tanto permitam a simulação do desempenho térmico e energético das edificações, quanto auxiliem a tomada de decisões durante a concepção inicial do projeto arquitetônico e urbanístico.

A utilização destes programas auxilia o trabalho do arquiteto na busca pela melhoria das condições de conforto e ecoeficiência das edificações – novas ou pré existentes – permitindo a

redução do consumo de energia para iluminação, condicionamento de ar e ventilação.

Dentro deste contexto, para verificar oportunidades de inserção das ferramentas de auxílio ao processo de projeto na concepção incial, uma experiência vem sendo realizada com alunos do 5° período da graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Este trabalho resulta da análise do papel destas ferramentas e dos resultados obtidos com relação à ecoeficiência e conforto ambiental das edificações.

2. O PROCESSO

Para a análise do papel das ferramentas de auxílio ao processo de projeto como suporte à concepção inicial, vem sendo realizado um exercício que propõe a elaboração de um estudo preliminar para um cliente fictício que pretende oferecer uma escola denominada Unidade Protótipo de Ensino - UPEX - para atender comunidades carentes em diversas cidades brasileiras, sendo uma no Rio de Janeiro. Para isso, o cliente pretende contratar "consultorias" específicas, restritas a determinada área de estudo, porém sequenciais, para a elaboração de diretrizes de projeto correspondentes à cada etapa do exercício, sendo o resultado final de cada "consultoria" o campo de atuação da etapa seguinte. Ou seja, o resultado projetual de cada fase pode ser modificado em detrimento da solução ideal posterior, uma vez que o objetivo do exercício é enfatizar a adequação do projeto a cada tema proposto.

O contexto de contratação apresentado, apesar de não fazer restrições orçamentárias para o projeto, exige que a gestão da escola garanta qualidade ambiental a seus usuários e, ao mesmo tempo, seja a mais econômica possível para a comunidade, o que implica em privilegiar o atendimento aos requisitos de conforto higrotérmico, insolação, iluminação e ventilação naturais, conforto acústico e eficiência energética de acordo com as análises e resultados observados nas ferramentas computacionais de auxílio ao projeto apresentadas.

O escopo da UPEX engloba: 02 salas de aulas para 30 alunos, com destinação exclusiva de uso – diurno e noturno - para cada sala; 01 secretaria; 01 biblioteca; 01 refeitório para 30 pessoas com cozinha; 01 vestiário para 30 alunos; e 02 pátios: um coberto e um descoberto parcialmente para a hora do recreio diurno. Além disso, todo o exercício é focado nos diferentes períodos de utilização dos ambientes, o que gera requisitos específicos para cada ocasião.

2.1. As etapas do processo de projeto

A primeira etapa do exercício utiliza o conforto higrotérmico como diretriz de projeto. A partir dos dados obtidos com a utilização do software Analisys Bio versão 2.2, relativos ao diagrama bioclimático de Givoni, devem ser propostas estratégias arquitetônicas para três cidades brasileiras baseadas na análise do microclima, do perfil do usuário e do período de ocupação dos ambientes. O objetivo desta primeira etapa é avaliar de que forma a diversidade climática gera diferentes soluções e partidos arquitetônicos, além da análise das diretrizes bioclimáticas mais adequadas para os seguintes ambientes, para cada uma das cidades consideradas: secretaria, pátio descoberto, sala de aula para uso diurno e sala de aula para uso exclusivo noturno. A partir desta análise, o aluno deve então sugerir parâmetros de concepção de projeto relacionados à escolha do lote, orientação, volumetria, fachadas, cobertura, aberturas, e organização dos espaços internos.

Na segunda etapa, a idéia é utilizar a insolação como diretriz de projeto. Utilizando o software Analysis SOL-AR versão 6.2, e a planilha DICAS 2, o aluno deve sugerir estratégias de orientação e proteção das fachadas e aberturas a partir da análise da carta solar e do período de ocupação dos ambientes, dando sequência ao estudo preliminar elaborado na etapa

anterior. Nesta fase, deve-se considerar que, a partir do resultado da primeira etapa, o cliente solicitou uma revisão do estudo apresentado, apenas para a cidade do Rio de Janeiro, de forma a incluir preocupações relativas à insolação, sobretudo para os seguintes ambientes:

a. Secretaria: deve ser condicionada artificialmente, porém iluminada naturalmente. Além disso, as aberturas devem estar protegidas da insolação direta.

b. Pátio descoberto: uma parte deve proporcionar sombra e outra sol no horário matinal preconizado para o recreio nos meses de maio e junho (inverno);

c. Sala de aula regime diurno: não pode receber nenhuma insolação direta nas aberturas no horário de ocupação;

d. Sala de aula regime noturno: não deve possuir fachada exposta à insolação vespertina sem proteção, ou deve possuir baixa condutividade nas paredes constituintes.

Neste momento, a planilha DICAS 2 utiliza os princípios da trigonometria para auxiliar o aluno no cálculo dos ângulos alfa, beta e gama dos elementos de proteção, cálculo da profundidade dos beirais e sua altura em relação ao peitoril, além de seus limites laterais, ou das dimensões das proteções verticais e sua distância em relação ao elemento a ser protegido.

A terceira etapa tem como tema o uso de ar condicionado e aquecimento solar passivo de água e as suas influências no projeto. Nesta fase o aluno deve dimensionar e inserir em seu projeto estes sistemas, utilizando uma ferramenta criada para a disciplina chamada DICAS 1, além de sites dos fabricantes disponíveis na internet. O objetivo é verificar as possibilidades de adequação do estudo preliminar resultante da etapa anterior às restrições espaciais destes sistemas. Para isto deve-se considerar uma nova solicitação do cliente por condicionamento de ar na secretaria, e aquecimento solar passivo de água para utilização na cozinha e vestiário. Além da especificação do aparelho necessário para condicionamento de ar do setor administrativo, no qual trabalham três funcionários em período integral, deve ser também analisada e comentada a influência das paredes que dão para o exterior da edificação, sua orientação (azimute), se são sombreadas ou não, se possuem aberturas ou não, e a importância destas questões com relação ao dimensionamento do sistema. Como não há programas de apoio a esta etapa de projeto acessíveis, os alunos são orientados à pesquisar nos diversos sites de fabricantes e a discutir a probabilidade de acerto no cálculo da carga térmica em função das informações solicitadas. Da mesma forma, o aluno deve pré-dimensionar o sistema de aquecimento solar passivo de água: a quantidade e o tipo de reservatório, a quantidade de placas coletoras e sua especificação. Com estes resultados, o aluno deve introduzir ambos os sistemas no estudo resultante da etapa anterior, e verificar se deve ser feita alguma modificação de projeto para atender aos seus requisitos.

Na quarta etapa, o aluno deve avaliar as aberturas projetadas na etapa anterior: tamanho, local, tipo. Mais especificamente, deve analisar a capacidade de distribuição de luz natural e ventilação da(s) abertura(s) da sala de aula de uso diurno, utilizando o software RADLITE 2009, para análise da iluminação natural, e a planilha DICAS 3, para uma pré-análise da qualidade de renovação de ar. Deve ser feito um layout de ocupação para a sala de aula em questão, e considerando o ponto mais afastado das janelas, deve-se verificar o nível de iluminamento que atinge as mesas no horário de ocupação do ambiente e de acordo com o modelo de esquadria projetado. Caso o nível de iluminamento alcançado neste ponto não seja suficiente, o aluno deve propor alternativas de melhoria da iluminação natural utilizando o software RADLITE 2009, ou, por fim, elaborar um croqui sugerindo a divisão de circuitos para iluminação artificial da forma mais eficiente possível. Ainda considerando o modelo de esquadria projetado, o aluno deve analisar, em função dos ventos predominantes no local, se a renovação de ar pertinente à atividade desenvolvida no ambiente está adequada, e caso

contrário, propor modificações no projeto.

Já a quinta etapa do exercício considera o conforto acústico como modificador do projeto. O estudo resultante da etapa anterior deve ser implantado em um terreno e uma nova circunstância é imposta: a gestora da escola resolve que a sala de uso exclusivo noturno deve poder ser utilizada durante o dia como sala de música. Desta forma, o aluno deve identificar no projeto as possíveis fontes emissoras de ruído, tanto externo quanto interno, e, a partir da análise da qualidade acústica utilizando o programa ACÚSTICO 3.0 e tabelas de materiais de isolamento, devem ser propostas soluções esquemáticas para o tratamento das salas de aula de uso diurno e noturno, e dos ambientes adjacentes, com a sugestão de materiais constituintes e de revestimento, quando cabível.

A sexta e última etapa tem como objetivo a reunião das cinco etapas anteriores, com uma análise crítica a respeito das diferentes questões estudadas e suas conseqüências no desenvolvimento do projeto arquitetônico. O aluno deve atuar como um consultor global, demonstrando domínio dos assuntos estudados, avaliar cada etapa elaborada e perceber quais seriam as suas possíveis interferências/ conflitos resultantes relacionados ao projeto, propondo soluções para cada item encontrado. A finalidade desta última etapa é que o aluno possa obter uma visão global dos principais quesitos relacionados ao conforto higrotérmico e ecoeficiência, seus aspectos mais significativos, além da interrelação e interdependência entre as etapas estudadas.

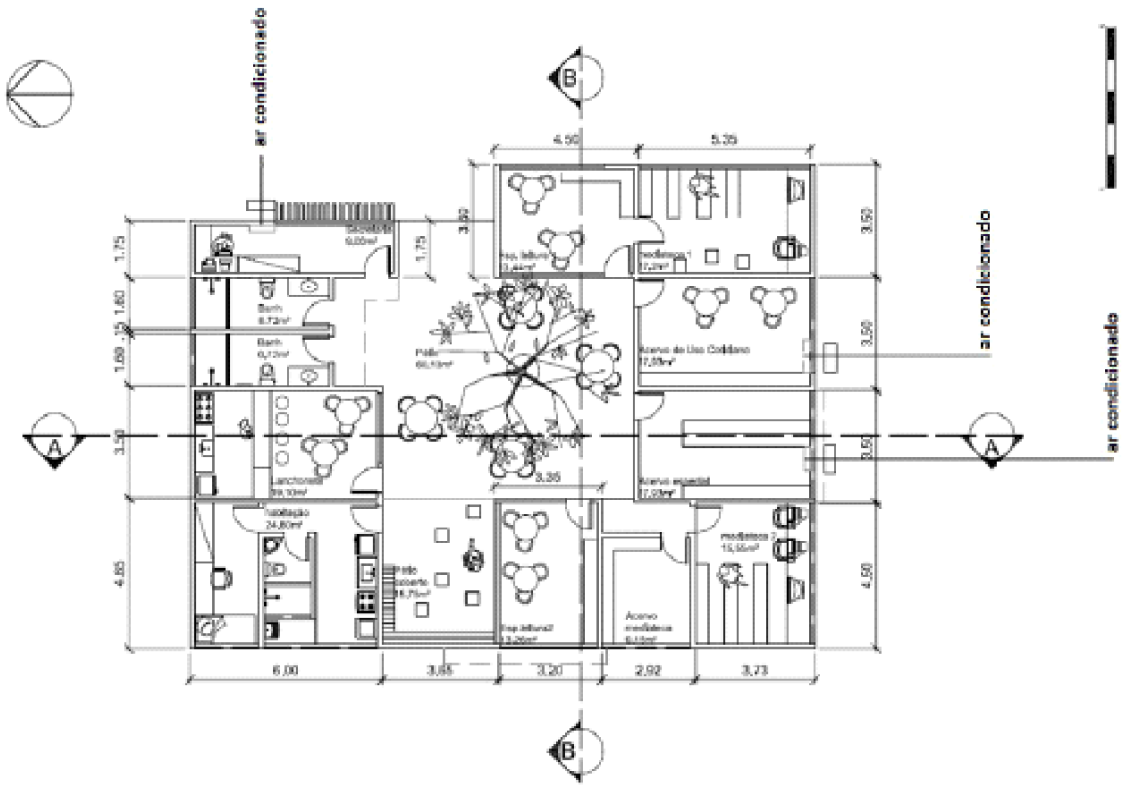

Figura 1 – Resultado final do projeto
Fonte: exercícios entregues pelos alunos

	Síntese do provável desempenho **Escala qualitativa:** péssimo / ruim / regular / bom / ótimo / excelente	Projeto 1	Projeto 2	Projeto 3	Projeto 4	Projeto 5
1	Conforto higrotérmico da sala de leitura diurna	ótimo	ótimo	ótimo	ótimo	ótimo
2	Insolação direta na sala do acervo especial	ruim	ótimo	ótimo	ótimo	ótimo
3	Capacidade de receber sistema de aquecimento solar passivo de água	bom	bom	excelente	excelente	excelente
4	Capacidade de receber sistema fotovoltaico para geração de energia elétrica	bom	bom	excelente	excelente	excelente
5	Adequação, inclusive estética, aos requisitos de refrigeração do acervo especial	ruim	ruim	bom	bom	bom
6	Possibilidade de ventilação natural suficiente no verão no período de 10h ao meio dia na área de leitura matinal	bom	bom	bom	excelente	excelente
7	possibilidade de iluminação natural suficiente no período de 10h ao meio dia ao longo do ano na área de leitura matinal	ótimo	ótimo	ótimo	excelente	excelente
8	Qualidade acústica das áreas de leitura para a biblioteca em Madureira	bom	bom	bom	bom	ótimo
	Qual o melhor? **M** Qual o pior? **P**	**P**				**M**

Figura 2 – Síntese do provável desempenho do projeto em função de cada etapa do exercício
Fonte: exercícios entregues pelos alunos

3. O PAPEL DAS FERRAMENTAS DE AUXÍLIO AO PROCESSO DE PROJETO

Este exercício vem sendo realizado ao longo dos últimos 04 períodos, com aproximadamente 160 alunos da graduação em Arquitetura da UFRJ. Neste processo pôde-se obter uma visão clara da importância das ferramentas de auxílio ao processo de projeto como suporte à concepção inicial do projeto arquitetônico.

Durante o desenvolvimento dos exercícios os alunos tiveram a liberdade e oportunidade de alterar o projeto em função dos temas estudados, compreendendo de que forma a consideração de questões relativas à qualidade ambiental e ecoeficiência na concepção inicial influenciam nas decisões de projeto. A consideração destes aspectos, apoiadas pelo uso das ferramentas computacionais de auxílio ao processo de projeto apresentadas, permitiu o desenvolvimento de soluções projetuais voltadas para um melhor aproveitamento das condicionantes climáticas locais e da orientação da edificação para o melhor aproveitamento da ventilação e iluminação naturais, assim como da orientação e inclinação dos telhados para o melhor aproveitamento da radiação solar para aquecimento solar passivo da água. Além disso, vale destacar a percepção por parte dos alunos da importância da integração dos sistemas complementares de aquecimento solar passivo de água e de condicionamento de ar com o partido arquitetônico, uma vez que estes sistemas podem exercer influência sobre a estética e volumetria da edificação se forem simplesmente adicionados a posteriori, e não considerados como elementos da edificação durante a etapa de concepção do projeto.

A etapa final mostrou-se fundamental para a compreensão de todo o processo e da importância da interrelação e interdependência dos temas estudados. A partir das conclusões dos trabalhos dos alunos pôde-se fazer esta avaliação.

Embora as soluções de projeto tenham sido tomadas em função de condicionantes fornecidas pelas ferramentas de auxílio ao processo de projeto, em função de aspectos relacionados à qualidade ambiental e ecoeficiência, observou-se que estas condicionantes não resultaram em uma barreira à criatividade dos alunos. Pelo contrário, acredita-se que estas condicionantes

sejam um estímulo à concepção de soluções criativas e baseadas em conceitos de qualidade ambiental e eficiência energética, como pode ser observado no trabalho de diversos alunos.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O tempo é um requisito fundamental durante a concepção de um projeto, uma vez que os arquitetos, ao terem que resolver diversas questões relacionadas ao programa arquitetônico (fluxograma, zoneamento, volumetria, especificação de materiais, etc) muitas vezes desconsideram questões relativas à qualidade ambiental, ecoeficiência e conforto na fase inicial de projeto, deixando estas questões para serem resolvidas a posteriori com intervenções significativas na estética e uso final. Um exemplo seria a utilização de ar condicionado. Para uma cidade cujo uso de ar condicionado é recomendado no Diagrama bioclimático de Givoni, devido ao desconforto provocado pelo calor durante o verão, como é o caso do Rio de Janeiro, o consumo energético conseqüente desta decisão projetual pode ser minimizado se for previamente pensada uma orientação adequada para este ambiente artificialmente condicionado em função do período de uso. Estas estratégias podem ser facilmente obtidas a partir dos programas de auxílio ao projeto apresentados, como foi observado pelos alunos da graduação durante o desenvolvimento dos trabalhos.

Por último, cabe ainda ressaltar a validade que teria a criação de uma disciplina na Universidade Federal do Rio de Janeiro onde todos os aspectos estudados pudessem ser pensados simultaneamente, e não seqüencialmente como foi apresentado neste exercício, uma vez que os alunos já teriam o domínio sobre os temas analisados e pudessem exercitar a complexidade resultante da interrelação e interdependência dos mesmos no processo de projeto.

REFERÊNCIAS

ALUCCI, M. P. **Software ACÚSTICO 3.0.** São Paulo: FauUsp, 2005. (Disponível em http://www.usp.br/fau/pesquisa/laboratorios/labaut/conforto/index.html < acesso em 23/08/12)

BARROSO-KRAUSE, C. **DICAS 1, 2 e 3.** Rio de Janeiro: UFRJ PROARQ, 2011.

CASTRO, E. B. P. **Software RADLITE 2009.** Rio de Janeiro: UFRJ PROARQ, 2009.

CORBELLA, Oscar et. al. **Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos:** conforto ambiental. 2ª ed. Rio de Janeiro : Revan, 2009.

LAMBERTS, R., MACIEL, A. A., ONO, E. T. **Software Analysis SOL-AR 6.2.** Florianópolis: UFSC LabEEE, 2005. (Disponível em http://www.labeee.ufsc.br/downloads/softwares/analysis-sol-ar < acesso em 23/08/12)

LAMBERTS, R. et al. **Software Analysis BIO 2.2.** Florianópolis: UFSC LabEEE, 2010. (Disponível em http://www.labeee.ufsc.br/downloads/softwares/analysis-bio < acesso em 23/08/12)

MENDES, N., et al. **Uso de instrumentos computacionais para análise do desempenho térmico e energético de edificações no Brasil.** Porto Alegre: Ambiente Construído, v. 5, n. 4, p. 47-68. 2005.

ROMERO, M. A. B. (org.). **Reabilita:** Reabilitação Ambiental Sustentável Arquitetônica e Urbanística. Brasília: Fau/UNB, 2009.

ROMERO, M. A. B. **Princípios bioclimáticos para o desenho urbano.** São Paulo: Projeto, 1988.

TREBILCOCK, M., FORD, B., WILSON, R. Integration of sustainability in the design process of contemporary architectural practice. In: **PLEA2006** - The 23rd Conference on Passive and Low Energy Architecture, Geneva, 2006.

AGRADECIMENTOS

À Capes pela bolsa de estudos concedida à Júlia Emmerick Seabra.