



XIENCAC
ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO
NO AMBIENTE CONSTRUÍDO

VIIELACAC
ENCONTRO LATINO AMERICANO DE CONFORTO
NO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Búzios - RJ - 2011

INVESTIGANDO O PROJETO DE ENVOLTÓRIA: QUESTIONÁRIO SOBRE PRÁTICA ARQUITETÔNICA E DESEMPENHO TÉRMICO

Raoni Venâncio (1). Aldomar Pedrini (2)

(1) Arquiteto, M.Sc, Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo - UFRN, raoni_vsl@yahoo.com.br

(2) PhD, Professor do Departamento de Arquitetura e Urbanismo – UFRN, apedrini@ufrnet.br
Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Laboratório de Conforto Ambiental e Eficiência Energética - LabCon

RESUMO

Este artigo é parte de uma pesquisa em andamento que busca desenvolver propostas de simulação computacional que sejam adequadas à prática projetual arquitetônica em diversas etapas de projeto (modos projetuais de simulação). Para tanto, se faz necessário um entendimento sobre como são tomadas decisões arquitetônicas de envoltória, que informações ou métodos são usados mais frequentemente e que definições de projeto são disponíveis e relevantes para a tomada de decisões específicas. Um questionário *online* foi elaborado para obter informações sobre o processo de projeto de profissionais envolvidos direta ou indiretamente no projeto arquitetônico. O questionário foi respondido integralmente por 51 arquitetos-projetistas, 55 arquitetos-pesquisadores e 28 consultores de projeto de diversos países. O questionário é dividido em 3 seções com diferentes objetivos. A primeira seção visa fornecer uma identificação profissional das amostras. Na segunda seção, foram solicitadas informações sobre quando (em que fases) e como (que métodos ou informações) são usadas para tomada de decisões projetuais específicas. A terceira seção, busca identificar que definições projetuais são disponíveis e relevantes para tomada de decisões de projeto de proteções solares (análise solar), definições de paredes/coberta (análise térmica/energética) e ventilação interna/externa (análise de fluxos de ar). De forma geral, cada categoria apresenta características específicas que podem ser usadas para beneficiar o desenvolvimento de modos projetuais de simulação.

Palavras-chave: projeto de envoltória; processo projetual; desempenho térmico.

ABSTRACT

This paper is part of an ongoing research that aims to develop computer simulation propositions that are adequate to architectural design practice in different design stages ('designerly' ways of simulation). In order to do that, we need to understand how envelope design decisions are taken, which information or methods are more frequently used and which design definitions are available or relevant to take specific decisions. An online survey was developed to get information about the design process of professionals that are directly or indirectly involved with architectural design. The survey was fully responded by 51 architect-designers, 55 architect-researchers and 28 design consultants from various countries. The survey is divided in 3 sections with different purposes. The first section is intended to provide a professional identification of the samples. The second section required information about how (with which information or methods) and when (in which design stages) specific design decisions were taken. The third section aims to identify which design definitions are available and relevant to take design decisions related to shading devices (solar assessments), walls and roofs definition (thermal and energy assessments) and internal/external ventilation (airflows assessments). In general, each category surveyed has unique features that can be used to benefit the development of designerly ways of simulation.

Keywords: envelope design; design process; thermal performance.

1. INTRODUÇÃO

Afora implicações na qualidade espacial e arquitetônica de uma edificação, o projeto da envoltória pode ter também um considerável impacto no desempenho térmico e energético (Venâncio and Pedrini, 2009). Decisões relacionadas à definição geométrica e construtiva da edificação são intrinsecamente ligadas à prática arquitetônica. Contudo, o suporte a essas decisões é muitas vezes insuficiente ou inadequado. Arquitetos comumente adotam soluções precedentes ou princípios qualitativos no processo decisório.

Embora o uso de precedentes seja algo inerente à atividade projetual, a ausência de parâmetros quantitativos pode levar o arquiteto a transferir erros de um projeto precedente para novos projetos, motivado por falsas suposições ou informações incompletas (Bay, 2001). Ainda que o uso de princípios qualitativos possa, de fato, oferecer suporte a muitas decisões de projeto, essa informação, de caráter generalista, também pode ser inadequada a situações de projeto mais específicas.

O uso de simulação computacional no suporte à prática projetual arquitetônica pode melhorar significativamente a qualidade do suporte projetual. As ferramentas de simulação estão sendo aperfeiçoadas gradualmente para se adequar ao universo do arquiteto. Contudo, o uso de simulação durante todas as fases do projeto ainda esbarra na falta de métodos que, além de se beneficiar do poder de análise das ferramentas, tenham uma relação mais clara com os critérios e informações que os arquitetos usam.

A pesquisa realizada por (Attia *et al.*, 2009) investiga que atributos de ferramentas de simulação são necessários para considerar as ferramentas amigáveis. Uma pesquisa *online* foi desenvolvida pelos autores e encaminhada a arquitetos e pesquisadores/consultores com o intuito de comparar 10 ferramentas. Os resultados fornecem características de cada ferramenta investigada conforme critérios de operabilidade e manipulação de informações.

Além da melhoria das ferramentas disponíveis, consideramos que o desenvolvimento de propostas de simulação como parte do projeto de arquitetura requer um entendimento sobre como são tomadas essas decisões e que informações projetuais são relevantes ou não para cada tipo de análise considerada.

2. OBJETIVO GERAL

O objetivo da pesquisa apresentada nesse artigo é obter e descrever informações sobre aspectos pontuais da prática arquitetônica através da aplicação de um questionário *online* encaminhado a arquitetos, pesquisadores e consultores.

3. MÉTODO

As informações sobre prática projetual arquitetônica foram obtidas através de um questionário *online* enviado a listas de discussão no Brasil e no exterior para profissionais indireta ou diretamente ligados ao processo projetual de arquitetura. O uso de questionários *online* é uma alternativa que permite diversificar a amostra e aumentar o alcance da pesquisa.

Ao todo, três categorias profissionais foram investigadas: arquitetos-projetistas, arquitetos-pesquisadores e consultores de projeto, referidas na pesquisa como arquitetos, pesquisadores e consultores. Cada categoria apresenta especificidades de atuação profissional que podem beneficiar o desenvolvimento de proposições para o uso de simulação durante o projeto. Por um lado, arquitetos-projetistas são diretamente envolvidos com a prática projetual e supostamente mais habilitados a lidar com todas as limitações que fazem parte da prática profissional e usar informações qualitativas na definição de soluções projetuais. Arquitetos-pesquisadores, por sua vez, embora sejam menos ligados à prática profissional, geralmente têm um rigor metodológico maior no processo de projeto, além de usarem uma gama mais ampla de conhecimento técnico e teórico. Consultores de projeto têm o domínio técnico para dar suporte ao arquiteto quando solicitado, apesar da limitada autonomia no processo decisório.

O questionário elaborado deve permitir a identificação geral de cada amostra e abordar questões sobre como cada categoria aborda algumas decisões projetuais. O instrumento foi dividido em três etapas:

- 1) Identificação da amostra: coleta de informações gerais de cada amostra, como origem, clima, qualificação profissional, experiência com projetos de arquitetura e ferramentas de simulação usadas.
- 2) Procedimentos: coleta de informações sobre quando (em que fases no projeto) e como (com que conhecimentos ou métodos) são tomadas decisões arquitetônicas específicas.
- 3) Informações projetuais: identificação de que informações sobre o projeto (definições projetuais) são relevantes para a tomada de decisões associadas a decisões projetuais específicas.

O questionário foi hospedado por um site especializado em pesquisas *online* (E-Surveyspro, 2010). O *link* da pesquisa foi enviado às seguintes listas de discussão no Brasil e internacionais:

- Conforto Ambiental (confortoambiental): pesquisadores e arquitetos no Brasil e América do Sul.
- *Building Simulation* (Bldg-sim): consultores e pesquisadores de vários países.

- *Green Architecture*: arquitetos de vários países que dividem interesse por arquitetura sustentável.
- *Virtual-sim*: lista de discussão de usuários do *software* IES-VE.
- IBPSA-USA: consultores nos Estados Unidos.
- *EnergyPlus support*: consultores de diversos países usuários do *software* *EnergyPlus*.
- BAYA: lista de jovens arquitetos de diversos países.
- *Talking about architecture*: lista de arquitetos de diferentes países.

Além das listas acima, o *link* também foi enviado a cursos de Pós-graduação em Arquitetura no país.

O instrumento, elaborado em português (para listas nacionais) e inglês, teve ao todo 15 questões, com espaço para comentários em 9 questões. A pesquisa teve ao todo 130 questionários válidos e totalmente respondidos. Ao todo foram respondidos 51 questionários por arquitetos-projetistas, 55 por arquitetos-pesquisadores e 24 por consultores.

4. ANÁLISE DE RESULTADOS

Os resultados sobre cada uma das seções do questionário são apresentados e analisados a seguir.

4.1. Identificação das amostras

4.1.1. Informações gerais

Os 51 questionários respondidos por arquitetos indicam uma amostra diversificada em termos de origem e familiaridade climática. A maioria dos arquitetos pesquisados (66%) é da América do Sul, seguido por 12% da América do Norte, 6% da Ásia e 2% da Europa. 12% dos arquitetos que responderam a versão inglesa do questionário optaram por não responder a pergunta referente à localização, que foi definida como opcional. Por volta de 35% dos arquitetos trabalha mais frequentemente em condições de clima quente-seco, seguido por 31% quente-úmido e 28% temperado. Ocorrências de clima frio somaram apenas 6%.

A grande maioria da amostra de 55 pesquisadores tem origem na América do Sul (87%) enquanto 8% optou por não responder a questão. Cerca de 38% dos pesquisadores atuam predominantemente em clima quente-úmido, seguido por 33% quente-seco, 27% temperado e 2% frio.

Dos 24 consultores que responderam o questionário, 34% não forneceram informação sobre origem, 29% são da América do Norte, 25% da América do Sul, 8% da Ásia e 5% da Europa. 55% dos consultores alegam trabalhar predominantemente sob as condições de clima temperado, seguido por 23% sob clima frio, 18% sob clima quente-úmido e 14% sob clima quente-seco.

4.1.2. Perfil profissional

Com o intuito de obter informações profissionais de cada categoria pesquisada, a elaboração das questões foi baseada nos seguintes tópicos:

- 1) Qualificação profissional: atributos que se aplicam à atividade profissional dos respondentes.
- 2) Experiência em projeto: anos de experiência e frequência de envolvimento com projetos.
- 3) Ferramentas: ferramentas de simulação que são usadas no suporte às decisões projetuais.

Para identificar o nível de qualificação das amostras, uma série de atributos foi listada e foi solicitado aos respondentes selecionar as opções que se aplicam para descrever sua qualificação profissional. Os resultados são apresentados no gráfico (Figura 1) e permitem esboçar o perfil profissional de cada amostra:

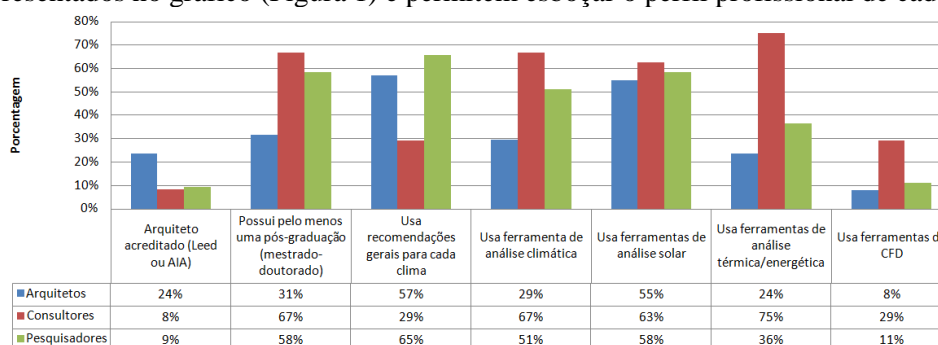


Figura 1 - Qualificação profissional das amostras.

- **Arquitetos**: a maioria (76%) dos arquitetos pesquisados não é acreditado (Leed ou AIA) e não possui estudos de pós-graduação (70%). O uso de recomendações projetuais (58%) é mais freqüente do que qualquer ferramenta entre os arquitetos pesquisados. Embora o uso de ferramentas de análise climática, térmica/energética e CFD seja limitado, o uso de ferramentas de análise solar é feito por grande parte da amostra (55%).

- Consultores: grande parte dos consultores (67%) tem pós-graduação na área e faz uso de ferramentas de análise climática (67%), solar (63%) e térmica/energética (75%). O uso de ferramentas de CFD é relativamente limitado entre os consultores pesquisados (29%).

- Pesquisadores: 58% dos pesquisadores concluíram pelo menos um estudo de pós-graduação, o que sugere que uma considerável parcela da amostra desenvolvia o primeiro estudo de pós-graduação durante o período de realização do questionário. 65% dos pesquisadores adota recomendações projetuais. O uso de ferramentas de análise solar (58%) e análise climática (51%) é mais frequente entre os pesquisadores.

No intuito de identificar o nível de experiência das amostras com projetos de arquitetura, dois aspectos foram considerados na elaboração da questão: tempo de experiência e frequência de participação em atividades projetuais. Os seguintes resultados foram obtidos (Figura 2):

- Arquitetos: a maioria dos arquitetos (57%) tem até 5 anos de experiência profissional, seguido por 22% com 5 a 10 anos de experiência e 22% com mais de 10 anos de experiência. Grande parte dos arquitetos (67%) trabalha com projetos de arquitetura frequentemente.

- Consultores: a maioria dos consultores (67%) tem até 5 anos de atividade profissional e trabalha com projetos de arquitetura frequentemente (59%).

- Pesquisadores: o tempo de experiência projetual dos pesquisadores é distribuído. 44% da amostra tem mais de 10 anos de experiência, seguido por 34% com até 5 anos e 21% com entre 5 e 10 anos. A maioria da amostra participa de projetos esporádicos (72%).

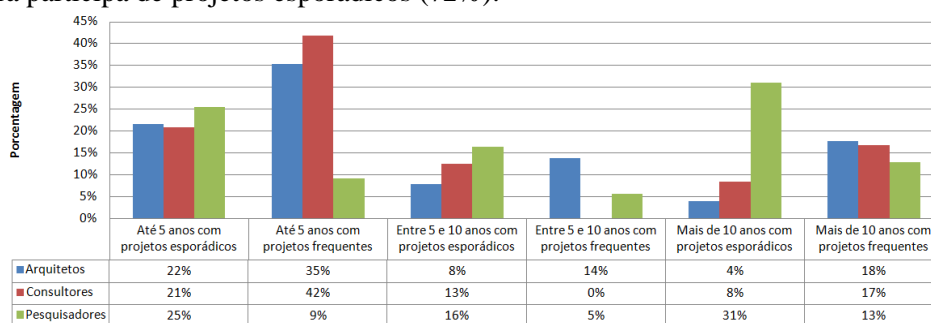


Figura 2 – Experiência projetual.

O uso de ferramentas de simulação também foi investigado no questionário. Os participantes foram solicitados a selecionar dentre uma lista as ferramentas que são usadas durante o processo projetual. A lista de ferramentas é composta por programas notavelmente robustos e/ou amigáveis dentro dos três tipos de abordagem: análise solar, análise térmica/energética e análise de fluxos de ar. As seguintes observações podem ser feitas para cada categoria profissional pesquisada (Figura 3):

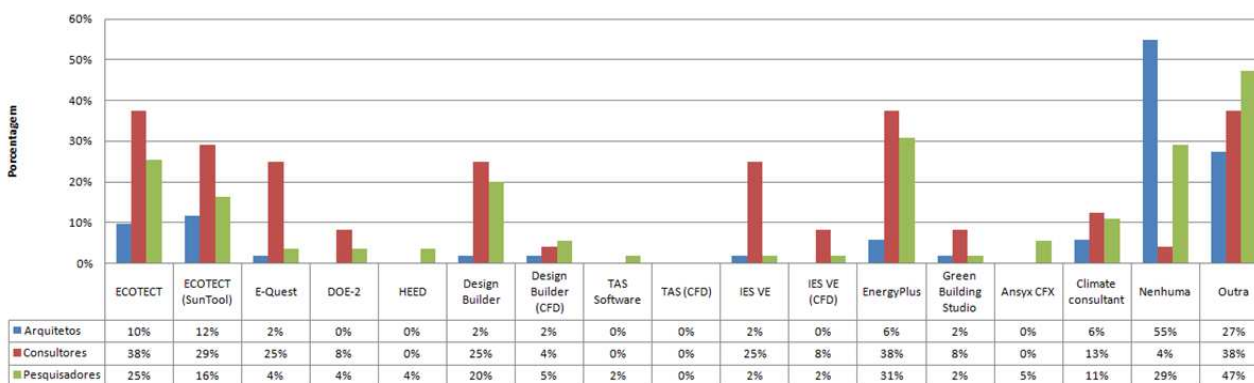


Figura 3 – Ferramentas de simulação usadas.

- Arquitetos: em comparação com as demais categorias, os arquitetos fazem menos uso de ferramentas de simulação. As ferramentas preferidas por arquitetos são ECOTECT SunTool (12%) e ECOTECT (10%). Ao todo, 55% dos arquitetos alegaram não usar nenhuma ferramenta. Contudo, dos 27% que afirmaram usar ferramentas não mencionadas, 30% apontaram ferramentas que não são de simulação térmica (Relux e Daysim) ou até programas de representação (SketchUp e AutoCAD).

- Consultores: ECOTECT (38%) e EnergyPlus (38%) foram as ferramentas preferidas entre os consultores. Curiosamente, ferramentas notavelmente amigáveis, como IES-VE e DesignBuilder também são relativamente populares entre consultores (cada uma com 25%). 38% dos consultores mencionaram outras ferramentas não listadas, sendo TRNSYS a ferramenta mais citada, com 12.5%.

- Pesquisadores: O *software* EnergyPlus é usado por 31% da amostra de pesquisadores, seguido por ECOTECT (25%), DesignBuilder (20%) e ECOTECT SunTool (16%). Outras ferramentas não listadas foram mencionadas por 47% dos pesquisadores. Contudo, 34% dos pesquisadores mencionaram ferramentas de representação, iluminação ou até métodos recomendados pela literatura.

4.2. Suporte projetual e procedimentos usados

A segunda seção do questionário visa obter informações sobre em que fases do projeto são abordadas decisões projetuais específicas e que procedimentos/informações são usadas no suporte projetual.

4.2.1. Em que etapas do projeto são tomadas decisões arquitetônicas específicas?

Com o objetivo de identificar quando (no processo projetual) cada categoria pesquisada aborda decisões específicas no que se refere ao desempenho térmico, os respondentes foram solicitados a selecionar para cada decisão projetual listada, uma fase projetual correspondente. Dessa forma, o processo projetual foi dividido em 3 etapas: esboço, projeto preliminar e detalhamento. Muito embora diversas nomenclaturas sejam usadas no meio acadêmico, a divisão do processo de projeto em 3 etapas é recorrente e foi considerada adequada para os propósitos da pesquisa. Além das três fases projetuais, o item 'não aplicável' (N.A.) foi incluído no questionário.

		Esboço	Projeto	Detalhe	N.A.
Forma (2D)	Arquitetos	94%	6%	0%	0%
	Pesquisadores	87%	13%	0%	0%
	Consultores	58%	38%	0%	4%
Geometria (volume)	Arquitetos	78%	20%	2%	0%
	Pesquisadores	91%	7%	2%	0%
	Consultores	75%	25%	0%	0%
Paredes	Arquitetos	29%	57%	14%	0%
	Pesquisadores	24%	65%	11%	0%
	Consultores	29%	46%	21%	4%
Coberta	Arquitetos	22%	53%	24%	2%
	Pesquisadores	38%	53%	9%	0%
	Consultores	8%	67%	17%	8%
Cores externas	Arquitetos	8%	31%	57%	4%
	Pesquisadores	9%	51%	38%	2%
	Consultores	21%	21%	38%	21%
Propriedades do vidro	Arquitetos	8%	29%	55%	8%
	Pesquisadores	5%	24%	56%	15%
	Consultores	17%	46%	29%	8%
Tamanho das aberturas	Arquitetos	25%	63%	12%	0%
	Pesquisadores	29%	67%	4%	0%
	Consultores	33%	54%	8%	4%
Proteções solares	Arquitetos	22%	55%	22%	2%
	Pesquisadores	51%	44%	5%	0%
	Consultores	17%	63%	17%	4%
Layout interno	Arquitetos	37%	45%	16%	2%
	Pesquisadores	36%	60%	4%	0%
	Consultores	21%	50%	21%	8%

As percentagens de respostas das três amostras são apresentados na tabela ao lado (Figura 4). Uma escala gradual de cores (verde=0%, amarelo=50% e vermelho=100%) foi definida para melhor visualização dos resultados. Os seguintes aspectos podem ser observados para cada decisão projetual mencionada:

- Forma (2D): grande parte dos arquitetos (94%) e pesquisadores (87%) define a forma na fase de esboço, enquanto que boa parte dos consultores (38%) alegou tomar essa decisão na fase de projeto preliminar.

- Geometria: embora as três categorias apresentem a tendência de definir a geometria em fases iniciais de projeto, essa característica é mais marcante entre pesquisadores (91%). Parte dos arquitetos (20%) e consultores (25%) aborda a geometria no projeto preliminar.

- Paredes: a definição de sistemas construtivos de paredes, de acordo com as três categorias pesquisadas, ocorre mais frequentemente no projeto preliminar (entre 46% e 57%), podendo ser abordada também na fase de esboço (entre 24% e 29%) ou detalhamento (entre 11% e 21%).

Figura 4 – Etapas projetuais em que são tomadas decisões específicas.

- Coberta: de acordo com as três categorias, a definição do sistema construtivo de cobertura é mais frequentemente feita durante a fase de projeto preliminar (entre 53% e 67%). Boa parte da amostra de pesquisadores (38%) tende a tomar essa decisão ainda na fase de esboço.

- Cores externas: mais da metade dos arquitetos pesquisados (57%) considera a definição de cores externas uma decisão de detalhamento, o que difere da resposta fornecida por boa parte da amostra de pesquisadores (51%), que alegou definir as cores externas durante o projeto preliminar.

- Propriedades do vidro: a definição do tipo de vidro é considerada por arquitetos e pesquisadores como uma decisão de detalhamento (55% e 56%), enquanto a amostra de consultores tende a tomar essa decisão durante o projeto preliminar (46%).

- Tamanho das aberturas: a definição do tamanho das aberturas é, de acordo com as três categorias pesquisadas, uma decisão tomada mais frequentemente durante o projeto preliminar (entre 54% e 67%).

- Proteções solares: o projeto de proteções solares é considerado por arquitetos (55%) e consultores (63%) uma decisão de projeto preliminar, enquanto que as respostas fornecidas por 51% dos pesquisadores indicam que a categoria tende a tomar decisões de sombreamento ainda na fase de esboço.

- Layout interno: de acordo com a pesquisa, a definição do layout interno é feita por arquitetos (45%), pesquisadores (60%) e consultores (50%) durante as etapas de projeto preliminar. Parte considerável das amostras de arquitetos e pesquisadores (37% e 36%, respectivamente) define o layout interno ainda na fase de esboço.

4.2.2. Que informações ou métodos são usados em tarefas projetuais específicas?

Esta seção visa obter informação sobre que informações e métodos são mais freqüentemente usados por cada categoria pesquisada para a realização das seguintes tarefas projetuais:

- Definição de estratégias climáticas.
- Definição da forma/geometria em termos de exposição solar.
- Elementos de sombreamento.
- Melhora de desempenho térmico e energético.
- Análise de ventilação interna e externa.

Os participantes foram solicitados a selecionar, para cada decisão projetual pesquisada, uma das três opções de freqüência: ‘freqüentemente’ (uso freqüente de determinado procedimento), ‘às vezes’ (uso ocasional) e ‘não aplicável’ (quando o item não se aplica à atividade em questão).

Como o objetivo da questão é identificar procedimentos mais freqüentes adotados por cada amostra, a comparação entre as categorias pesquisadas leva em conta apenas ocorrências da opção ‘freqüentemente’.

A primeira tarefa projetual pesquisada consiste na definição de estratégias climáticas. Essa tarefa está relacionada diretamente à definição de características dos elementos do edifício como resposta às condicionantes climáticas do projeto.

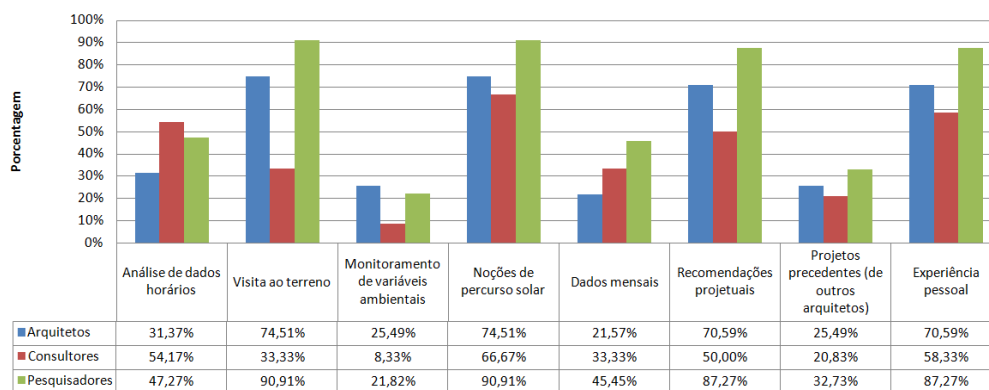


Figura 5 – Métodos e informações freqüentemente usadas na definição de estratégias climáticas.

As seguintes observações podem ser feitas baseadas nos resultados obtidos (Figura 5):

- Informações qualitativas: a amostra de pesquisadores faz uso mais freqüente de noções de percurso solar (92%), visita ao terreno (92%), recomendações projetuais (87%) e experiência pessoal (87%), do que arquitetos e consultores. Uma parcela relativamente limitada das amostras de arquitetos (25%) e pesquisadores (32%) admitiu o uso freqüente de precedentes projetuais de outros arquitetos. 53% dos respondentes dos arquitetos e pesquisadores fazem uso ocasional de precedentes projetuais, enquanto que o restante (22% e 15%, respectivamente), alegou que o uso desse tipo de informação não se aplica à sua prática profissional.

- Análise quantitativa: pesquisadores e consultores (47% e 54%, respectivamente) usam dados climáticos horários mais freqüentemente do que os arquitetos (31%). O uso de dados mensais, em comparação com dados horários, é menos freqüente entre arquitetos (21%) e consultores (33%) e praticamente equivalente entre pesquisadores (45%). O monitoramento de variáveis ambientais é menos freqüente entre as três amostras pesquisadas.

No que se refere às informações e procedimentos usados na definição da forma/geometria em termos de exposição solar, os seguintes resultados foram obtidos (Figura 6):

- Informações qualitativas: pesquisadores e arquitetos fazem uso freqüente de noções de percurso solar (95% e 82%), experiência pessoal (89% e 76%) e recomendações projetuais (70% e 65%). O uso freqüente de projetos precedentes é baixo entre as três categorias, especialmente entre arquitetos.

- Análise quantitativa: O uso de ferramentas de simulação solar é feito com freqüência por 45% dos pesquisadores, 37% dos consultores e 35% dos arquitetos. A análise quantitativa de dados de radiação solar é feito com mais freqüência por consultores (37%).

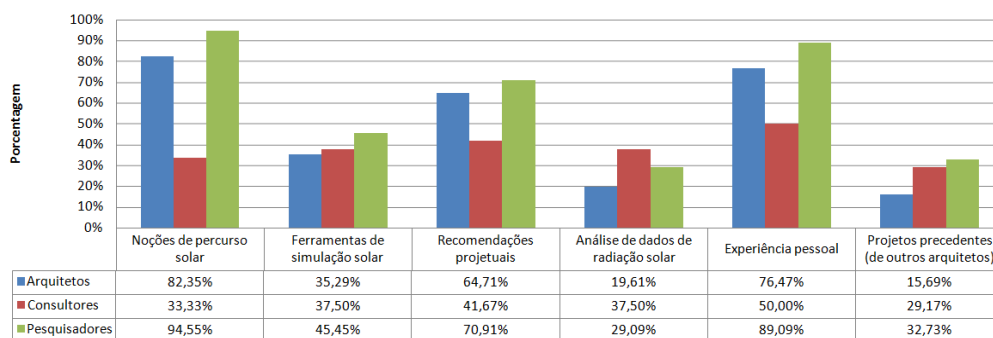


Figura 6 - Métodos e informações freqüentemente usadas para a definição da forma/geometria em termos de exposição solar.

As seguintes observações podem ser feitas no que se refere à definição de elementos de sombreamento (Figura 7):

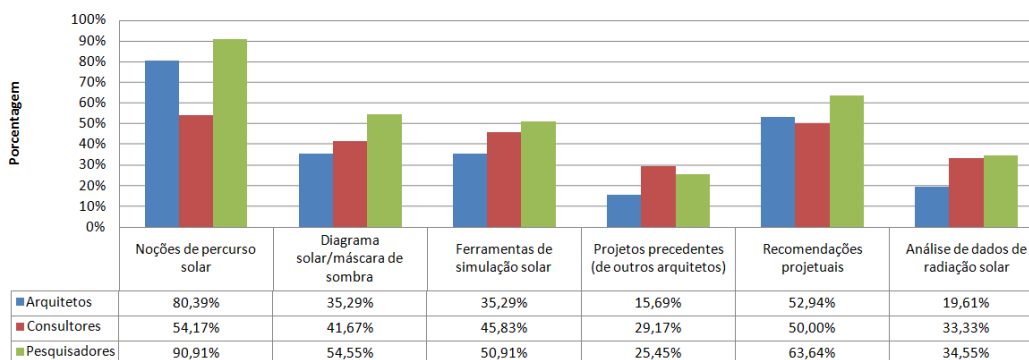


Figura 7 - Métodos e informações freqüentemente usadas para a definição de elementos de sombreamento.

- Informações qualitativas: o uso de noções de percurso solar é freqüentemente usado por grande parte das amostras de arquitetos (80%) e pesquisadores (91%), assim como o uso de recomendações projetuais (52% e 63%). Assim como em questões anteriores, o uso freqüente de precedentes projetuais é relativamente limitado entre as três categorias.

- Análise quantitativa: o uso de ferramentas de simulação solar é freqüente para 51% dos pesquisadores, 46% dos consultores e 35% dos arquitetos. O uso de diagrama de máscara de sombra teve ocorrências similares, sendo usado freqüentemente por 55% dos pesquisadores, 42% dos consultores e 35% dos arquitetos. Dados de radiação solar são usados menos freqüentemente pelas três categorias.

No que se refere a informações e procedimentos usados para melhorar o desempenho térmico e energético da edificação durante o projeto, as seguintes observações podem ser feitas baseadas nos resultados (Figura 8):

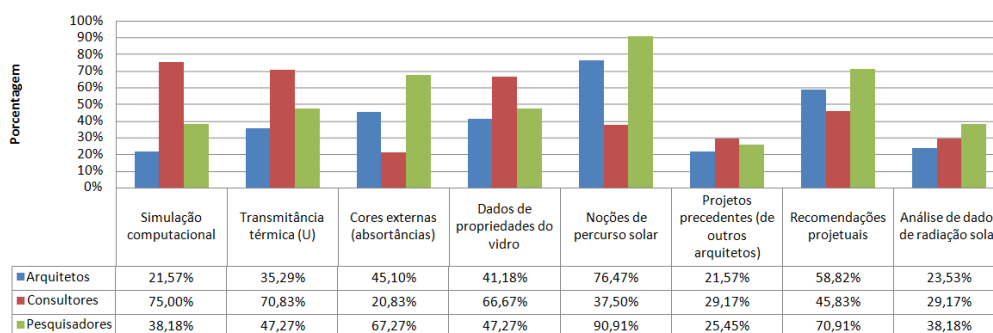


Figura 8 - Métodos e informações freqüentemente usadas para a melhoria de desempenho térmico e energético.

- Informações qualitativas: noções de percurso solar e recomendações projetuais são freqüentemente usados pela maioria de pesquisadores (91% e 71%) e arquitetos (76% e 59%). Curiosamente, o uso freqüente de projetos precedentes para a melhoria do desempenho térmico e energético é feito por 29% dos consultores e apenas 25% dos pesquisadores e 22% dos arquitetos.

- Análise quantitativa: o uso de simulação computacional, dados de transmitância térmica dos materiais e propriedades do vidro é freqüentemente usado por grande parte dos consultores (75%, 71% e 67%), enquanto que a definição das cores externas (de acordo com valores de absortância) é mais

freqüentemente adotada por pesquisadores (67%) e por boa parte dos arquitetos (45%). Dados de radiação solar são usados menos freqüentemente pelas três categorias.

No que se refere às decisões projetuais relacionadas com a análise da ventilação externa e interna, os seguintes pontos podem ser observados (Figura 9):

- Informações qualitativas: mais da metade dos pesquisadores e arquitetos usa freqüentemente informações coletadas através da visita ao terreno (75% e 73%), experiência pessoal (78% e 64%) e recomendações projetuais (69% e 55%). O uso freqüente de projetos precedentes é feito apenas por 25% de arquitetos e pesquisadores e 20% dos consultores. Conhecimentos gerais sobre coeficientes de pressão são utilizados com freqüência por apenas 23% dos pesquisadores, 20% dos consultores e 6% dos arquitetos.

- Análise quantitativa: 51% dos pesquisadores e 39% dos arquitetos alegam considerar freqüentemente duas ou mais direções do vento, superando o uso de uma direção predominante para as duas categorias. O uso de simulação de trocas de ar é realizado por 45% dos consultores, enquanto que o uso de ferramentas de CFD é feito freqüentemente por 17% dos consultores. De forma geral, pesquisadores e arquitetos adotam freqüentemente poucos dos procedimentos listados, o que significa que o suporte dessas decisões projetuais é fundamentalmente qualitativo.

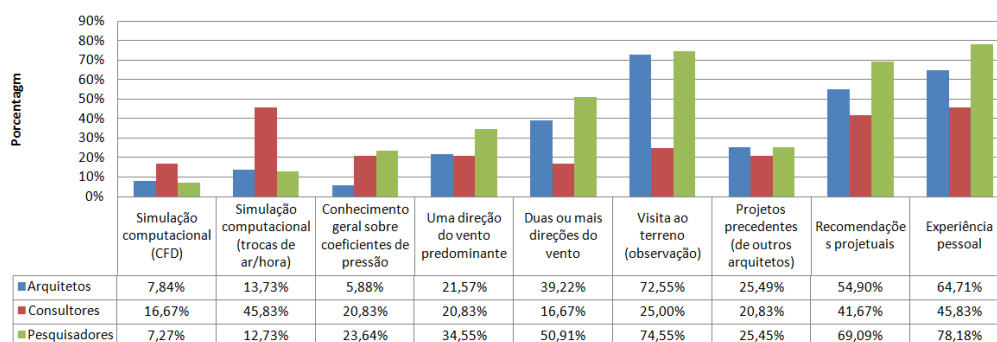


Figura 9 - Métodos e informações freqüentemente usadas para análise de ventilação interna e externa.

5. RELEVÂNCIA DE INFORMAÇÕES PROJETAIS

A terceira seção do questionário tem a finalidade de identificar que informações projetuais são relevantes e disponíveis para a tomada de decisões projetuais relacionadas à análise solar, térmica/energética e de fluxos de ar. A identificação das informações mais relevantes para cada tipo de análise considerado tem relação direta com o processo de modelagem e simulação, especialmente em fases iniciais de projeto, quando a maior parte das características do projeto é desconhecida.

Nas três questões, os participantes foram solicitados a identificar, para cada informação projetual listada, o nível de relevância. Ao todo, três opções foram disponibilizadas: 'irrelevante ou indisponível', 'às vezes relevante' e 'relevante em todos os casos'. Considerando que o objetivo é identificar definições projetuais mais relevantes, apenas os resultados de 'sempre relevante' serão considerados na comparação.

Com o intuito de facilitar a análise, os resultados foram classificados em dois níveis de relevância: muito relevante (para resultados de 'relevante em todos os casos' maiores do que 70%) e relevante (para resultados entre 50% e 70%).

5.1. Projeto de proteções solares (análise solar)

As seguintes informações projetuais foram consideradas mais relevantes para o projeto de proteções solares (Figura 10):

- Informações muito relevantes para as três categorias: forma (zoneamento e orientação), orientação, localização e tamanho das aberturas.

- Informações muito relevantes para pesquisadores e arquitetos: características do entorno.

- Informações muito relevantes para pesquisadores e relevantes para arquitetos: definição volumétrica.

- Informações relevantes para pesquisadores e arquitetos: definição de sistemas de coberta.

Aparentemente, as respostas fornecidas por pesquisadores e arquitetos foram influenciadas por outros aspectos relacionados à prática do arquiteto, enquanto que os consultores foram mais pragmáticos na identificação de informações de fato mais relevantes para a realização da análise.

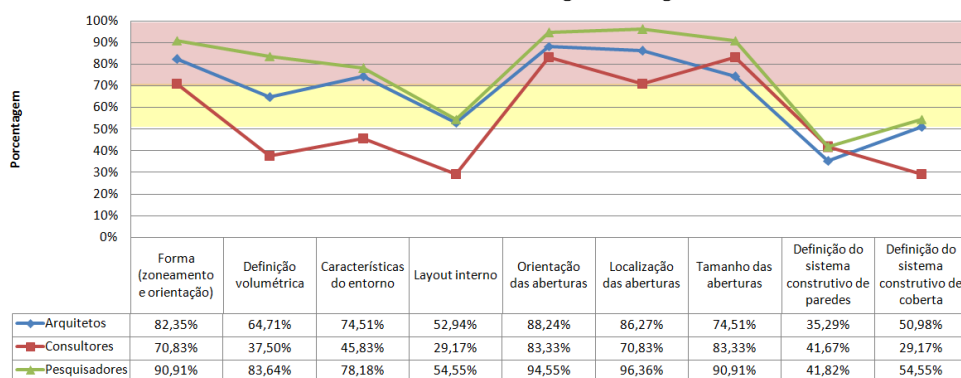


Figura 10 - Informações projetuais relevantes para o projeto de proteções solares.

5.2 Definições de paredes e cobertura (análise térmica/energética)

As seguintes informações foram consideradas mais relevantes pela amostra (Figura 11):

- Muito relevante para pesquisadores e relevante para arquitetos: definição volumétrica
- Relevante para as três categorias: forma (zoneamento e orientação), orientação e tamanho das aberturas.

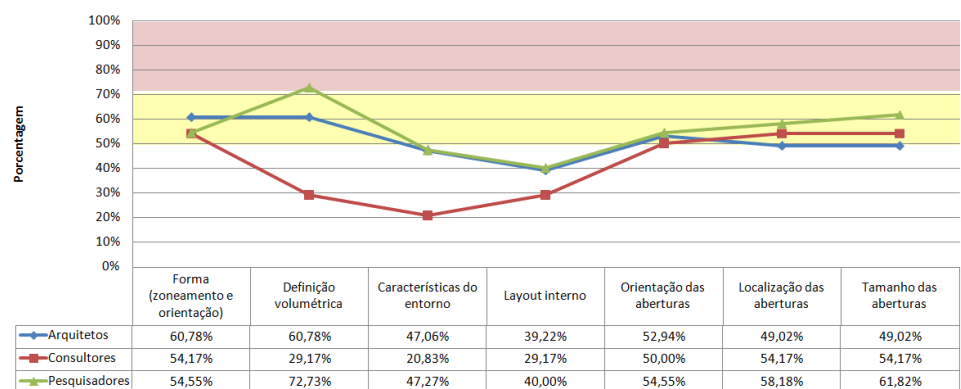


Figura 11 - Informações projetuais relevantes para a definição de sistemas construtivos (paredes e cobertura).

Os resultados sugerem que, do ponto de vista do desempenho térmico e energético, a definição de sistemas construtivos não é fortemente associada a nenhuma outra definição projetual.

5.3. Decisões projetuais ligadas à ventilação interna e externa (análise de fluxos de vento)

Para a tomada de decisões projetuais de aproveitamento ou controle de ventilação natural, as seguintes informações foram consideradas mais relevantes (Figura 12):

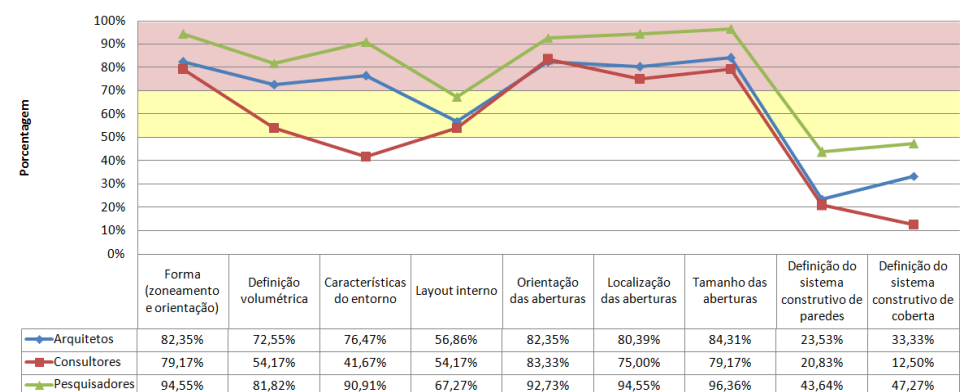


Figura 12 - Informações projetuais relevantes para o aproveitamento ou controle da ventilação natural.

- Informações muito relevantes para as três categorias: forma (zoneamento/orientação), orientação, localização e tamanho das aberturas.
- Informações muito relevantes para arquitetos e pesquisadores: definição volumétrica e características do entorno.
- Informações relevantes para as três categorias: *layout* interno.

Nota-se que as respostas fornecidas por consultores são pragmáticas no sentido de selecionar apenas as informações consideradas mais relevantes, descartando informações que claramente não tem relação com o problema levantado (como definição de sistemas construtivos). Os pesquisadores, por sua vez, tenderam a considerar mais informações 'relevantes em todos os casos', a exemplo da definição de sistemas construtivos de paredes e cobertas, itens selecionados por 44% e 47% dos pesquisadores, respectivamente.

6. CONCLUSÕES

Os resultados da aplicação de um questionário foram descritos neste artigo. O questionário foi hospedado em endereço eletrônico e os *links* correspondentes às versões em português e inglês foram enviados para listas de discussão nacionais e internacionais. O instrumento é dividido em três etapas, destinadas a identificar informações gerais de cada amostra, coletar informações sobre procedimentos e informações utilizados no suporte projetual e identificar que informações projetuais são relevantes para a tomada de algumas decisões.

A amostra total é formada por 51 arquitetos-projetistas, 55 arquitetos-pesquisadores e 24 consultores de projeto. Resultados indicam que a maioria da amostra de arquitetos tem origem na América do Sul (66%), nunca fez parte de estudos de pós-graduação (70%), usa recomendações projetuais (57%) e ferramentas de análise solar (55%). Mais da metade dos arquitetos pesquisados tem até 5 anos de experiência (57%) e trabalha com projetos frequentemente (67%). Grande parte dos pesquisadores tem origem na América do Sul (87%), adota recomendações projetuais (65%) e tem pelo menos uma pós-graduação na área (58%). A amostra de pesquisadores alegou usar mais ferramentas de simulação em comparação com os arquitetos. A amostra de consultores tem origem mais diversificada, considerando que apenas 25% dos consultores têm origem na América do Sul. Grande parte dos consultores tem pós-graduação na área (67%) e usa ferramentas de simulação mais do que qualquer categoria.

Curiosamente, as duas ferramentas preferidas por consultores e pesquisadores (EnergyPlus e ECOTECT) são consideravelmente diferentes em termos de robustez e usabilidade. Ferramentas de interface amigável são relativamente populares entre consultores, muito embora tenham sido supostamente desenvolvida para serem usadas por arquitetos (especialmente ECOTECT e DesignBuilder).

Embora as três categorias tenham apresentado similaridades no que se refere às etapas projetuais nas quais são abordadas decisões específicas, algumas diferenças foram identificadas. Parte dos consultores aborda certas decisões fortemente ligadas ao início do processo projetual na fase de projeto preliminar. Algumas decisões consideradas como parte do 'detalhamento' (propriedades do vidro e cores externas), são abordadas pela maioria dos consultores em fases anteriores de projeto. Obviamente, as diferenças refletem não somente as especificidades profissionais dos consultores, mas também resultam das circunstâncias pelas quais o trabalho do consultor é solicitado durante o projeto.

No que se refere aos procedimentos de suporte projetual, os resultados permitiram identificar que, de forma geral, arquitetos e pesquisadores procedem de forma similar, muito embora pesquisadores tenham alegado fazer uso mais freqüente de conhecimentos gerais (qualitativos) e análises quantitativas. Consultores, por sua vez, demonstraram uma abordagem mais pragmática, com o uso freqüente de análises quantitativas e, em menor intensidade de conhecimento qualitativo. Dentre os aspectos investigados, nota-se que a análise da ventilação interna e externa por parte de arquitetos e pesquisadores fundamenta-se em critérios meramente qualitativos. Muito embora as duas categorias aleguem, por exemplo, adotar freqüentemente mais de duas direções do vento, a análise de cada cenário é impossível de ser feita com propriedade sem usar conhecimento básico (e qualitativo) sobre coeficientes de pressão.

Os resultados referentes à terceira seção do questionário permitiram identificar, para cada categoria, as informações projetuais mais relevantes para o projeto de proteções solares (análise solar), a definição de sistemas construtivos (análise térmica/energética) e decisões de aproveitamento ou controle da ventilação (análise de fluxos de ar). As informações obtidas refletem, por um lado, o pragmatismo dos consultores, categoria acostumada a avaliações de desempenho. Por outro lado, verifica-se que boa parte da amostra de pesquisadores abordou a questão de forma mais abrangente, o que é compreensível dada à forte inter-relação entre decisões projetuais e diversos elementos construtivos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ATTIA, S., L. BELTRÁN, A. D. HERDE E J. HENSEN. "Architect Friendly": a comparison between ten different building performance simulation tools. Building Simulation. Glasgow, Scotland 2009.
- BAY, J.-H. *Cognitive Biases in Design: The case of tropical architecture*. (PhD). TU Delft, Delft, Netherlands, 2001.
- E-SURVEYSPRO. *e-surveyspro*. www.esurveyspro.com. Acessado em Jul-2010. 2010.
- VENÂNCIO, R. E A. PEDRINI. *The influence of design decisions on energy consumption and thermal performance: the case of UFRN Campus, Brazil*. Building Simulation. Glasgow, Scotland 2009.