

Otimização do desempenho térmico de fechamentos verticais durante o processo de projeto de habitação de baixo impacto ambiental em clima quente e úmido**Thermal performance optimization of vertical closures during the low environmental impact housing design process in hot and humid climate**

DOI:10.34117/bjdv5n8-054

Recebimento dos originais: 10/07/2019

Aceitação para publicação: 20/08/2019

Marcela de Melo Germano da Silva Jankovic

Mestrado em Arquitetura e Urbanismo

Centro Universitário Facex

Instituição: Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Endereço: Rua Mipibu, 741 apto 601B - Petropolis CEP 59020-250 Natal/RN

E-mail: marcelamgermano@gmail.com

Solange Virginia Galarça Goulart

Formação: Doutorado (PhD)

Instituição: Universidade Federal do Rio Grande do Norte UFRN

Endereço: Av. Senador Salgado Filho, nº 3000 - CEP 59078-970

Campus Universitário Lagoa Nova - Centro de Tecnologia - Departamento de arquitetura
Natal - Rio Grande do Norte – Brasil

E-mail: sgoulart.2011@gmail.com

Aldomar Pedrini

Formação: Doutorado (PhD)

Instituição de atuação: Universidade Federal do Rio Grande do Norte UFRN

Endereço: Av. Senador Salgado Filho, nº 3000 - CEP 59078-970

Campus Universitário Lagoa Nova - Centro de Tecnologia - Departamento de arquitetura
Natal - Rio Grande do Norte – Brasil

E-mail: apedrini@gmail.com

RESUMO

O desempenho térmico da envoltória de habitações sustentáveis naturalmente ventiladas determina e influencia a abrangência do seu impacto ambiental. Este artigo aborda a integração do processo de concepção projetual à otimização do desempenho térmico, a partir do dimensionamento das áreas correspondentes aos ganhos térmicos por radiação solar e às perdas de calor por renovação de ar. Tem como objetivo quantificar as áreas transparentes e as áreas permeáveis da envoltória visando o conforto térmico durante todo ano de uma habitação localizada na cidade do Natal. O método é composto por três abordagens principais: determinação das estratégias bioclimáticas na etapa de concepção projetual; simulações do desempenho térmico da habitação; tratamento e análise dos resultados a partir das ocorrências de conforto térmico. As simulações dão respaldo à evolução do partido arquitetônico ao

quantificar o impacto ambiental da habitação. Esta avaliação contribuirá para a futura elaboração de recomendações projetuais, viabilidade das alternativas e potenciais aplicações.

Palavras-chave: Desempenho térmico. Habitação. Baixo Impacto Ambiental. Conforto Térmico

ABSTRACT

The thermal performance of naturally ventilated sustainable housing envelope determines and influences the scope of its environmental impact. This article discusses the integration of design process in order to optimize the thermal performance, from the design of the corresponding areas to the thermal benefits obtained from the solar radiation and heat loss from the air renewal. It aims to quantify the transparent areas and permeable areas of the surface area having as a goal thermal comfort all year long of a housing located in the city of Natal. The method consists of three main approaches: determining the bioclimatic design strategies; simulations of the thermal performance; processing and analysis of results of the aspects of thermal comfort. The simulations support the development of the architectural side in order to quantify the environmental impact of housing. This will contribute to the future development of projective recommendations, feasibility of alternatives and potential applications.

Keywords: Thermal Performance. Dwellings. Low Environmental Impact. Thermal Comfort.

1 INTRODUÇÃO

Esse artigo aborda a otimização do desempenho térmico da envoltória de uma habitação de baixo impacto ambiental, da concepção do projeto ao detalhamento das áreas transparentes e/ou permeáveis, conforme cores externas e formas de uso.

A habitação de baixo impacto ambiental abordada é um projeto piloto no contexto das pesquisas realizadas pelos pesquisadores, com rebatimento no ensino e na extensão, que visa difundir práticas apropriadas para o clima quente e úmido (GERMANO *et al.*, 2014; SILVA, em desenvolvimento). O projeto foi denominado HABT0 em referência às mudanças de hábitos dos ocupantes necessárias para que realmente tenha impacto ambiental diferenciado do usual, a começar pelo programa de necessidades enxuto. Os resultados esperados são:

- uma edificação sustentável de referência com vistas à mudança de paradigmas construtivos regionais, nacionais e internacionais;
- material didático com vistas à educação e difusão dos conceitos empregados;
- experimentos controlados para avaliação de desempenho no âmbito das pesquisas do grupo
- aplicação prática de produtos disponíveis comercialmente e avaliação dos resultados.

Os principais aspectos programáticos correspondem à necessidade do casal de proprietários, escolha dos multicritérios de sustentabilidade segundo seu impacto ambiental,

metas de desempenho e conforto ambiental, recursos financeiros disponíveis, impacto do projeto piloto na sociedade, competências profissionais acessíveis, compatibilização com as pesquisas desenvolvidas pelo grupo de pesquisadores (inclusive os proprietários), condicionantes ambientais bioclimáticas, análise do entorno, integração da habitação com o entorno, impacto sobre a saúde dos proprietários, processo projetual e construtivo integrado, estratégias de gestão da água, resíduos e energia.

A programação arquitetônica condicionou o projeto às seguintes características:

- construção modular, leve, em madeira, pré-fabricada, reutilizável e reciclável, desmontável;
- projeto flexível às demandas do casal: proposta de núcleo de sala integrada à cozinha, quarto e somente um banheiro, com possibilidade futura de construir uma grande sala (para prática de yoga e reuniões) e um loft para acolher os pais ou as filhas;
- estratégias bioclimáticas para o clima quente e úmido de Natal (latitude 5,83° Sul, longitude 35,20 O, 37m de altitude, distante 3km da linha costeira) para dispensar condicionador de ar durante o ano inteiro e dispensar a iluminação artificial durante o dia;
- envoltória flexível que possibilite diferentes níveis de integração com o paisagismo, entorno, e sobretudo a praça em frente;
- maximização da permeabilidade do solo devido à necessidade de drenagem;
- metas de efficientizar o consumo de energia elétrica, produzir a própria energia consumida, reduzir o consumo de água e produzir alguns alimentos;
- apresentar uma linguagem diferenciada, por meio das formas, das composições, da distribuição dos espaços, dos elementos construtivos, para efeito de divulgação;
- Integrar com os demais critérios de sustentabilidade, como desempenho luminoso, paisagismo, geração de energia elétrica por PVs e aquecimento de água por coletor solar, uso de materiais com baixo conteúdo de energia (Oliveira et al., 2016), e coleta de água de chuva e reuso de água.

Nesse artigo são descritas as características que levaram à concepção do partido e os procedimentos de determinação das características principais dos fechamentos verticais para obtenção do conforto térmico de modo passivo.

2 OBJETIVO

O objetivo é quantificar as áreas transparentes e as áreas permeáveis da envoltória para que a habitação possa proporcionar conforto térmico durante todo ano. As áreas transparentes

correspondem aos ganhos térmicos por radiação solar e as áreas permeáveis correspondem as perdas de calor por renovação de ar. A quantificação das áreas está integrada ao desenvolvimento do projeto arquitetônico: ocorre após a concepção da implantação e volumetria baseadas em diretrizes; os resultados são empregados em abordagens complementares em que se define a localização das áreas para obter iluminação e relação com o exterior. Nessa abordagem, a edificação ainda tem caráter de esboço quanto às soluções estéticas da envoltória.

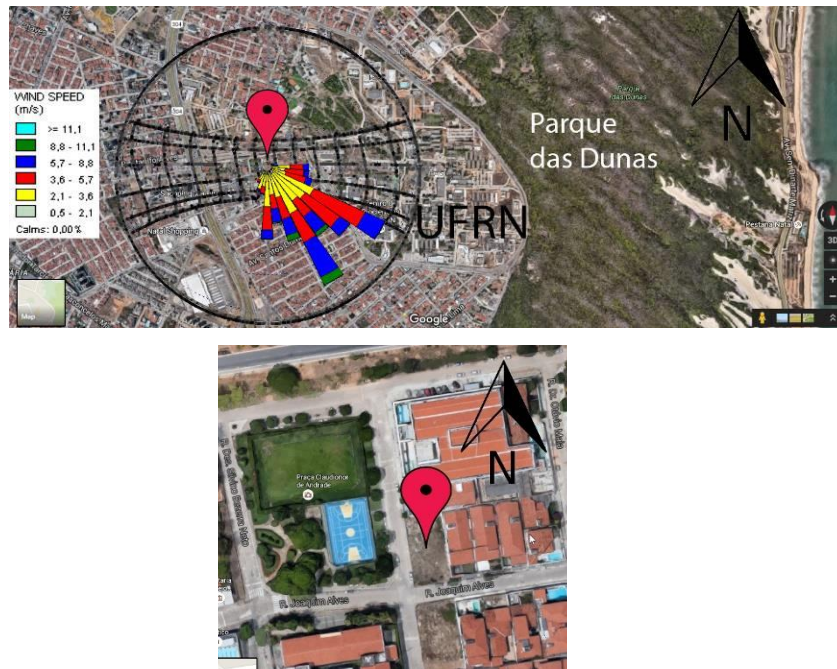
3 MÉTODO

O método consiste de três abordagens principais: concepção de projeto por meio de estratégias bioclimáticas; simulações do desempenho térmico da habitação; e tratamento dos resultados para análise de ocorrências de conforto térmico.

3.1 CONCEPÇÃO DO PROJETO

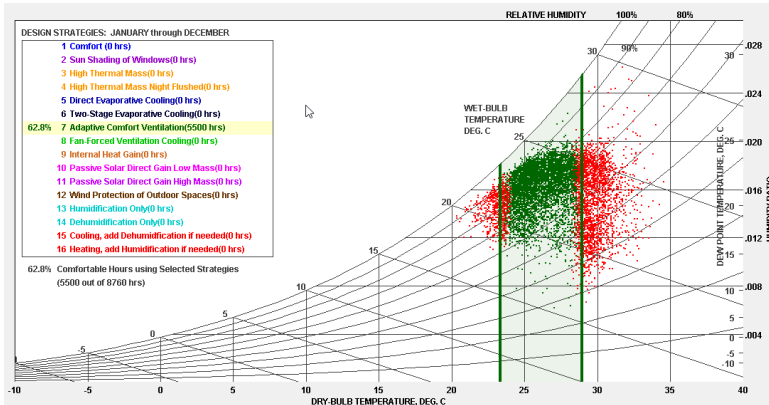
O projeto é concebido a partir das estratégias bioclimáticas e recomendações de condicionamento passivo (OLGYAY E OLGAYAY, 1957; OLGAYAY, 1963; SZOKOLAY, 2004; ABNT, 2005; 2008; PACHECO, 2016) para o sítio (Figura 1). O clima de Natal é predominantemente confortável, sendo que o desconforto ao frio não é suficiente para incentivar estratégias de aquecimento passivo, e o desconforto ao calor pode ser resolvido com o movimento de ar. O princípio para obter conforto térmico é evitar a entrada ou geração de carga térmica de resfriamento interna e gerar potencial de ventilação para mover o ar internamente e remover o calor interno por renovação, na tentativa de proporcionar condições internas similares ao do exterior, porém sem radiação térmica. Em síntese, as recomendações são sombrear e ventilar.

Figura 1. Localização do terreno



Fonte: Adaptado de (Google, 2016)

Figura 2. Carta psicrométrica para o clima de Natal-RN, ano base 2009, considerando o modelo de conforto adaptativo



Fonte: adaptado de (Liggett et al., 2016)

O rebatimento em soluções arquitetônicas implica em volume largo e pouco profundo com implantação das maiores fachadas para o N e S. Consideram-se os benefícios da incidência solar mais tangencial do que a de topo (como no caso L e O) para inserir elementos de sombreamento que não comprometam as visuais de dentro para fora, e que possibilitem uma fração de céu visível suficiente para o uso de luz natural. Também há o favorecimento do potencial de ventilação por diferença de pressão, uma vez que a incidência de vento varia entre

o L e o S. Os elementos de sombreamento são pré-dimensionados por meio do programa Sun Tool (MARSH, 2001). Permite verificar se o tipo e forma dos protetores são adequados e otimizados para o sombreamento desejado. E se as características térmicas dos materiais e sistemas construtivos são apropriados para o clima local.

3.2 SIMULAÇÕES TÉRMICAS

A segunda abordagem consiste na simulação do caso base e suas variações para a análise paramétrica dos fatores relacionados aos ganhos de calor por radiação solar e a remoção do calor por meio da ventilação natural. As simulações são realizadas no programa DesignBuilder 3.4.0.041 (DesignBuilder Software, 2006) com o arquivo climático de 2009 (RORIZ ENGENHARIA BIOCLIMÁTICA, 2014).

Caso base

O caso base é modelado e simulado de acordo com as características da Tabela 1, com rotinas de ocupação do RTQ-R (COMITÊ GESTOR DE INDICADORES E NÍVEIS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA *et al.*, 2011). Desconsidera-se o sombreamento que pode ser obtido por meio do paisagismo no futuro, e a correção da velocidade e direção do vento porque a edificação não está na esteira de vento de outra edificação. Não houve necessidade de corrigir a temperatura do solo porque a edificação está elevada 80 cm.

Tabela 1. Características do caso base

Item	Descrição
Ambientes	Sala, cozinha, quarto e banheiro.
Nº de ocupantes	<ul style="list-style-type: none"> • 2 pessoas • Densidade – 0,01 pessoas/m²
Sistemas construtivos	<ul style="list-style-type: none"> • Fechamento em painel modulado de madeira com 1,5cm de espessura (2,985 W/m².K), absorvância = 0,7 (madeira natural, SCHAEFER, 2014) • Cobertura em telha branca termo acústica (0,787 W/m².K) • Piso elevado em madeira com 2,0cm de espessura - (1,95 W/m².K), absorvância = 0,30
Aberturas	<ul style="list-style-type: none"> • <u>Fachada Norte</u>: bandeira de luz com 1,716 m² (50% da área com possibilidade de abertura para ventilação) e esquadria com 3,796 m² integrada a protetor solar de 1,20m de profundidade com baixa refletividade (100% da área com possibilidade de abertura para

	<p>ventilação) em vidro simples 3mm; 1,478m² e 2,598m² de veneziana (vent) – rotina de uso: sempre aberta.</p> <ul style="list-style-type: none"> • <u>Fachada Sul</u>: bandeira de luz com 1,632 m² (50% da área com possibilidade de abertura para ventilação) e esquadria com 4,136 m² integrada a protetor solar de 1,20m de profundidade com baixa refletividade (100% da área com possibilidade de abertura para ventilação) em vidro simples 3mm – rotina de uso: 50% do tempo aberta; 2,502 e 2,523m² de veneziana – rotina de uso: sempre aberta • <u>Fachada Leste</u>: sem abertura • <u>Fachada Oeste</u>: esquadria com 4,611 m² integrada a protetor solar de 2,40m de profundidade com baixa refletividade (100% da área com possibilidade de abertura para ventilação) em vidro simples 3mm – rotina de uso: sempre aberta.
Taxa metabólica	108W - sentado ou assistindo TV (COMITÊ GESTOR DE INDICADORES E NÍVEIS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA, GRUPO TÉCNICO EDIFICAÇÕES DO MME <i>et al.</i> , 2011)
Carga interna equipamentos	<ul style="list-style-type: none"> • Equipamentos: 1,5W/m² (COMITÊ GESTOR DE INDICADORES E NÍVEIS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA, GRUPO TÉCNICO EDIFICAÇÕES DO MME <i>et al.</i>, 2011) – rotina de uso: 24h • Iluminação artificial: DPI – 5W/m² (COMITÊ GESTOR DE INDICADORES E NÍVEIS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA, GRUPO TÉCNICO EDIFICAÇÕES DO MME <i>et al.</i>, 2011)

Fonte: Os autores

Alternativas

Os procedimentos de análise do impacto das alternativas se iniciam com a **análise de impacto da cor externa**. Trata-se de uma característica e definição em aberto que impacta na cor externa da edificação e na absorção de radiação solar. Foram analisadas absorptâncias de 0,3, 0,5 e 0,7, sem aberturas e com infiltração de 5 trocas por hora, para destacar o impacto da absorptância.

A questão das **aberturas permeáveis** no projeto também está aberta no partido e por isso foram realizadas simulações exploratórias prévias. Estas demonstraram que poucas variações de aberturas são suficientes para identificar seu impacto, ao contrário dos primeiros

planejamentos de simulações. As aberturas permeáveis ao vento são consideradas opacas, à exemplo das venezianas regionais conhecidas como o tabicão. A quantidade de tabicões varia quanto à localização na fachada (inferior na fachada S e superior na fachada N), de orientação (em todas as fachadas), e em quantidade (áreas dobradas). Foram considerados os modelos sem carga interna e sem áreas transparentes para destacar o impacto da ventilação.

O partido também não apresenta uma definição estética quanto às áreas transparentes, desde que proporcionem luz natural e interação com o exterior. As simulações abordam:

- Modelagem de aberturas que abrem: foi considerada a limitação do programa que, ao abrir uma porta ou janela, não considera o ganho térmico de radiação térmica porque o programa considera a abertura opaca¹ (mesmo aberta). Portas ou janelas que abrem devem ser transparentes para garantir que haverá ganho de radiação solar entrando, sendo que é importante considerar uma rotina para prever sombreamento na abertura quando aberta, a exemplo da porta voltada para O.

- Impacto das áreas envidraçadas que abrem: quando as áreas envidraçadas abrem, há grande aumento da ventilação, como demonstra as taxas de ventilação, fazendo com que as temperaturas internas e externas se igualem, sendo que o desconforto por calor é decorrente da temperatura radiante média.

- Adição de áreas transparentes, a partir de modelos sem aberturas transparentes e com ventilação proporcionada por tabicões no S e no N; colocação de três módulos transparentes (mantendo o guarda corpo opaco) para o S térreo, três para o N térreo, e dois totalmente abertos para o mezanino; e modelagem de um protetor externo quando a radiação solar supera 120 W/m².

O impacto do **sombreamento** é analisado como procedimento final para justificar a preservação dos protetores pensados durante o partido, em condições de ventilação e sem ventilação natural.

3.3 CRITÉRIOS DE ANÁLISE

Os resultados são analisados quanto às ocorrências de conforto térmico no ambiente integrado sala/cozinha/quarto, por meio do método adaptativo (SPAGNOLO E DE DEAR, 2003) integrado à ventilação natural (NEGREIROS, 2010), e atualizado com as proposições para a norma de conforto térmico brasileira (LAMBERTS *et al.*, 2013), considerando velocidade do ar interna de 1,2 m/s (obtida naturalmente ou por ventilador de teto). São quantificadas as

¹ Testado no modelo.

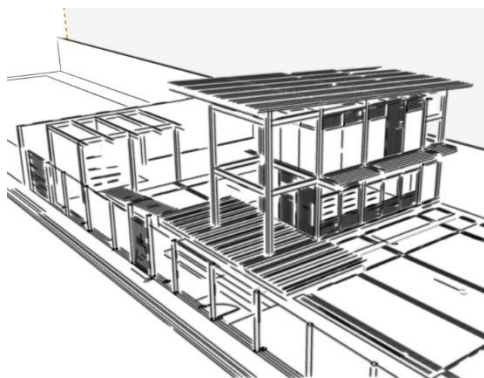
ocorrências de desconforto ao frio, conforto, conforto obtido por movimento de ar, e desconforto ao calor a cada hora.

As análises também empregam gráficos horários do DesignBuilder para análises combinadas específicas. Renovação de ar para avaliar o impacto das aberturas na ventilação natural. Temperatura de bulbo seco do ar para avaliar as mudanças de temperaturas, mais influenciadas pela renovação de ar. Temperatura radiante média para avaliar o impacto das aberturas transparentes e da absorvância térmica do exterior, que impactam mais no aquecimento das superfícies. Os resultados são apresentados em termos de ocorrência de conforto térmico, conforto térmico com movimento de ar, desconforto ao frio e ao calor, comparados ao do clima externo.

4 RESULTADOS

O partido consiste de um bloco com maiores fachadas para N e S, coberta com uma única água com longos beirais (Figura 3). É composto por ambientes integrados entre sala, cozinha e quarto (no mezanino), e um banheiro no térreo, além das áreas de serviço e varanda (Figura 4 e Figura 5). Sua área construtiva total é de 43,50m².

Figura 3. Esboço do partido (testada maior do terreno voltado para o Oeste)



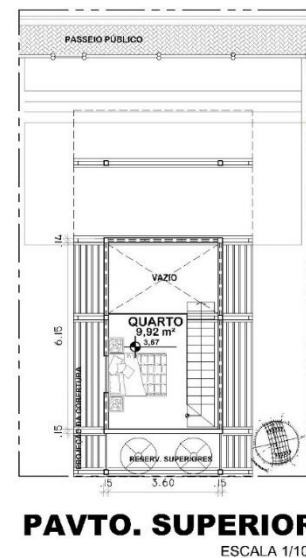
Fonte: Germano et al., 2014

Figura 4. Planta baixa térreo



Fonte: Germano et al., 2014

Figura 5. Planta pavimento superior

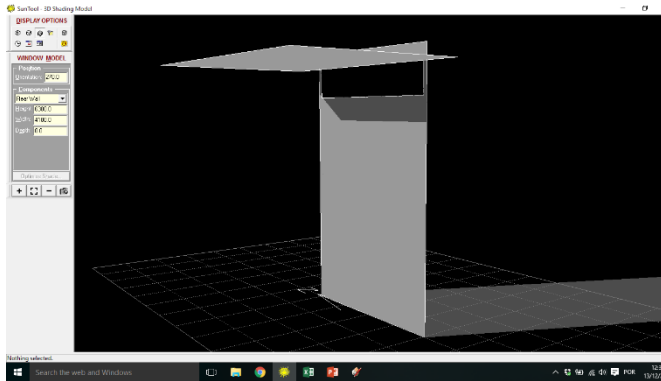


Fonte: Germano et al., 2014

A cobertura apresenta grandes beirais, formado por telha sanduíche metálica termo acústica na cor branca. O sistema construtivo da cobertura é leve, e necessita de reduzido sistema

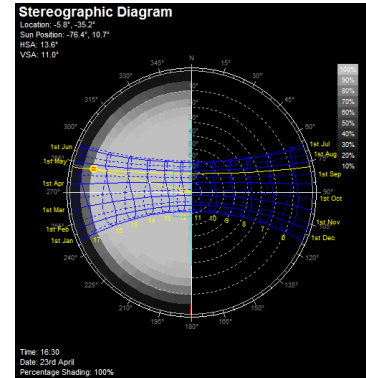
estrutural. Integrado a este, os protetores solar laterais são empregados nas fachadas N e S, ao longo de toda sua extensão. Os elementos de sombreamento, beirais (Figura 6 e Figura 7) e protetores solares, modelados por meio do programa Sun Tool (MARSH, 2001), demonstra seu desempenho e influência no conforto térmico.

Figura 6. Sombreamento do beiral da fachada O



Fonte: Os autores

Figura 7. Diagrama solar



Fonte: Os autores

A elevação da habitação com relação ao solo aumenta a exposição do volume à ventilação natural, permite o acesso à manutenção de instalações, diminui o impacto ao terreno local, preserva a madeira e protege o sistema construtivo escolhido da umidade natural do solo.

As análises começam pela absorvância, seguida de áreas permeáveis, transparentes e sombreamento.

Absorvância de 30% é suficiente para aproximar o clima interno do externo, enquanto que o aumento da absorvância impacta na maior necessidade de movimento do ar para o conforto, conforme Tabela 2.

Tabela 2. Impacto da absorvância externa

Absorvância (%)	Permeabilidade	Transparência	Frio	Conforto	Conforto mov. ar	Calor
Clima externo			1%	83%	11%	1%
30	5 trocas	0	1%	82%	13%	1%
50			1%	77%	18%	2%
70			1%	73%	20%	4%

Fonte: Os autores

A área permeável pensada inicialmente, com tabicões na parte de baixo da fachada Sul para entrada de ar, e tabicões ao alto da fachada Norte para a saída de ar, são suficientes para aproximar as condições de ar interna da externa (Tabela 3). O motivo é o alto potencial de ventilação, que facilmente atinge 100 renovações/h, com exceção dos períodos de calmaria, como no início da manhã. O aumento de áreas permeáveis pode se justificar se houver maior carga interna de calor do que o previsto. Na prática, basta abrir as janelas.

Tabela 3. Impacto das áreas permeáveis

<i>Modelo</i>	<i>Permeabilidade</i>	<i>Transparência</i>	<i>Frio</i>	<i>Conforto</i>	<i>Conforto mov. ar</i>	<i>Calor</i>
	5 trocas	0	1%	81%	14%	
<i>Base corrigida</i> ²	Tabicões embaixo na S e em cima na N	0	1%	83%	12%	1%
	Tabicões em todas as faces	0	1%	82%	12%	1%
	Tabicões dobrados	0	1%	82%	12%	1%

Fonte: Os autores

Conforme Tabela 4, as bandeiras de luz pouco impactam no conforto térmico, justificando seu uso. Ao aumentar as áreas envidraçadas, há um aumento de 4% de horas de conforto com movimento de ar, e aumento de 1% para 2% de ocorrência de desconforto por calor. A presença de um protetor externo quando a radiação solar supera 120 W/m² diminui a carga térmica e aumenta a ocorrência de conforto de 77% para 79%, e o desconforto por calor cai de 2 para 1%, demonstrando sua eficácia.

² com porta O sem isolamento, sem carga interna

Tabela 4. Resumo comparativo entre as variações de impacto das aberturas

Modelo	Permeabilidade	Frio	Conforto	Conforto mov. ar	Calor
Clima		1%	83%	11%	1%
Caso base corrigido ³	Tabicões embaixo na S e em cima na N	1%	83%	12%	1%
Bandeiras de luz no térreo	Tabicões embaixo na S e em cima na N	1%	81%	14%	1%
Bandeiras de luz no térreo abrindo 50%	Tabicões embaixo na S e em cima na N	1%	81%	14%	1%
+ três módulos envidraçados para N e mais três para o S (acima do peitoril), (ou com + um de cada lado no piso superior) sem acionamento do sombreamento.	Tabicões embaixo na S e em cima na N	1%	77%	17%	2%
Elementos de sombreamentos nas aberturas envidraçadas		1%	79%	16%	1%

Fonte: Os autores

A influência do sombreamento é pequena quando há muita ventilação natural. Na ausência de sombreamento, o desconforto por calor aumenta para 5% enquanto houver ventilação. Entretanto, ao eliminar a ventilação, o desconforto por calor aumenta para 16% (Tabela 5).

³ com porta que não abre

Tabela 5. Impacto do sombreamento

Modelo	Frio	Conforto	Conforto mov. ar	Calor
Clima	1%	83%	11%	1%
Sem proteções com ventilação	1%	72%	19%	5%
Sem proteção e sem ventilação	1%	67%	13%	16%

Fonte: Os autores

5 CONCLUSÕES

As simulações se mostraram úteis para dar continuidade ao desenvolvimento do partido arquitetônico ao quantificar o impacto das principais características ainda indefinidas. Foram descartadas as cores escuras de madeiras brasileiras, a necessidade de muita área de tabicão (que é caro) e o uso de muita transparência quando fechada, além de confirmar a importância do sombreamento, conforme Figura 8.

Foi demonstrada a pouca necessidade de áreas permeáveis, indicando a eficiência da envoltória e o potencial de ventilação da implantação. A inserção de áreas transparentes impacta pouco desde que haja movimento de ar, facilmente garantido pelos tabicões e aberturas das janelas.

Figura 8. Partido após as simulações



Fonte: Germano et al., 2014

AGRADECIMENTOS

Ao CAPES pela Bolsa de Mestrado, ao Laboratório e ao Programa de Pós Graduação, pelo apoio.

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. NBR15220-3: 30 p. 2005.

_____. **Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos - Desempenho Parte 4: Sistemas de vedações verticais externas e internas.** Parte 4: Sistemas de vedações verticais externas e internas. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR15575-1:2008: 58 p. 2008.

COMITÊ GESTOR DE INDICADORES E NÍVEIS DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA; GRUPO TÉCNICO EDIFICAÇÕES DO MME; SECRETARIA DO GRUPO TÉCNICO DE EDIFICAÇÕES – GT EDIFICAÇÕES; INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, N. E. Q. I.; ELETROBRÁS/PROCEL; EQUIPE DO PROCEL EDIFICA; LABORATÓRIO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES – LABEEE – UFSC. **RTQ-R. REGULAMENTO TÉCNICO DA QUALIDADE DO NÍVEL DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DE EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS** 2011.

DESIGNBUILDER SOFTWARE, L., Ed. **DesignBuilder 1.2 User Manual**, p.363ed. 2006.

GERMANO, M. D. M.; RUCK, A.; OVÍDIO, C.; PACHECO, G.; OLIVEIRA, R. **Habt0, projeto de habitação tropical de energia zero.** Natal: LabCon 2014.

GOOGLE. Google Earth. 2016. Acesso em: fevereiro.

LAMBERTS, R.; CÂNDIDO, C.; DEAR, R. D.; VECCHI, R. D. **Towards a Brazilian Standard on Thermal Comfort.** Research Report. Florianópolis: 123 p. 2013.

LIGGETT, R.; MILNE, M.; GOMEZ, C.; LEEPER, D.; BENSON, A.; BHATTACHARYA, Y. **Climate Consultant 6.** California, Los Angeles: Murray Milne 2016.

MARSH, A. **SUNTOOL v1.10 - Window Shading and Overshadowing.** Perth (Australia) 2001.

NEGREIROS, B. D. A. **Análise de métodos de predição de desempenho térmico de habitação em clima quente-úmido com condicionamento passivo.** 2010. (Mestrado). Programa de Pós Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.

OLGYAY, A.; OLGAY, V. **Solar control & shading devices.** Princeton: Princeton University Press, 1957. 201p.

OLGYAY, V. **Design with climate : bioclimatic approach to architectural regionalism.** Princeton, N.J.: Princeton University Press, 1963. 190.

OLIVEIRA, B. L. F.; PEDRINI, A.; PINTO, E. M. Análise multicritério de duas edificações de madeira em Natal/RN. XV EBRAMEM - Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estruturas de Madeira, 2016, Curitiba. 09 a 11 de março.

PACHECO, G. H. S. **DETERMINAÇÃO DE RECOMENDAÇÕES BIOCLIMÁTICAS PARA HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL DE QUATRO CLIMAS DO RIO GRANDE DO NORTE.** 2016. (mestrado). PPGAU, UFRN, Natal.

RORIZ ENGENHARIA BIOCLIMÁTICA. Base de dados climáticos de 411 municípios brasileiros. São Carlos - SP, 2014. Disponível em: < http://www.roriz.eng.br/epw_9.html >. Acesso em: outubro.

SILVA, M. D. M. G. D. **Análise multicritérios de sustentabilidade ao processo projetual de uma habitação em clima quente e úmido.** em desenvolvimento. (master). PPGAU, UFRN, Natal.

SPAGNOLO, J.; DE DEAR, R. A field study of thermal comfort in outdoor and semi-outdoor environments in subtropical Sydney Australia. **Building and Environment**, v. 38, n. 5, p. 721-738, MAY 2003. Disponível em: < <Go to ISI>://000181570400010 >.

SZOKOLAY, S. V. **Introduction to Architectural Science: The Basis of Sustainable Design.** Bullington, Great Britain: Architectural Press, 2004. 328 ISBN 0750658495.