XXI ENTAC – Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
14 a 16 de outubro de 2026 | Goiânia-Brasil
DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8302

Desempenho ambiental e o processo de projeto: estudo de caso de uma residência unifamiliar em Parnamirim-RN

Environmental performance and the design process: a case study of a single-family residence in Parnamirim, RN

Ana Marília de Araújo Oliveira
UFC - Universidade Federal do Ceará | Fortaleza | Brasil | anamarilia.arq@gmail.com
Jefferson Freire Ribeiro
UFC - Universidade Federal do Ceará | Fortaleza | Brasil | jeffersonfreire@arquitetura.ufc.br
Renan Cid Varela Leite
UFC - Universidade Federal do Ceará | Fortaleza | Brasil | renancid@daud.ufc.br

Resumo

O estudo analisa a aplicação de diretrizes bioclimáticas no processo projetual de uma residência unifamiliar em Parnamirim-RN. Avalia-se o desempenho ambiental da edificação com foco na eficiência das estratégias de proteção solar e no aproveitamento da luz natural. São utilizadas simulações por meio do Rhinoceros/Grasshopper em seus plugins Ladybug e Honeybee para gerar diagramas de radiação, máscaras de sombreamento e mapas de iluminância. O dimensionamento da coberta e seu isolamento térmico são cruciais para a proteção solar efetiva. Amplas aberturas proporcionam elevados níveis de iluminância, embora a faixa envidraçada superior tenha impacto limitado na iluminância a 80 cm do piso. Através de dados reafirma-se a relevância de princípios da arquitetura bioclimática no processo projetual visando a qualidade ambiental no litoral nordestino.

Palavras-chave: Arquitetura Bioclimática. Desempenho Ambiental. Simulação Computacional. Processo projetual.

Abstract

This study analyzes the application of bioclimatic guidelines in the design process of a single-family residence in Parnamirim-RN, Brazil. The building's environmental performance is evaluated with a focus on the efficiency of solar protection strategies and the use of natural daylighting. Simulations using Rhinoceros/Grasshopper and its plugins Ladybug and Honeybee were applied to generate radiation diagrams, shading masks, and illuminance maps. The results indicate that the roof design and its thermal insulation are critical for effective solar protection. While large openings provide high illuminance levels, the upper glazed clerestory had a limited impact on illuminance at the work plane (0.80 m above the floor). The data reaffirms the relevance of bioclimatic architecture principles in the design process to ensure environmental quality within the northeastern Brazilian coast.
Keywords: Bioclimatic Architecture. Environmental Performance. Computer Simulation. Design process.

Como citar:
OLIVEIRA, Ana M. A.; RIBEIRO, Jefferson F.; LEITE, Renan C. V.. Desempenho ambiental e o processo de projeto: estudo de caso de uma residência unifamiliar em Parnamirim-RN. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 21, 2026, Goiânia. **Anais**... Goiânia: ANTAC, 2026.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8302

INTRODUÇÃO

A práxis arquitetônica contemporânea tem se baseado, em muitos casos, na reprodução de modelos hegemônicos, de estética padronizada e, por vezes, replicando soluções distantes do contexto em que se inserem. Como resultado, tem-se a profusão de projetos genéricos, de viés meramente formalístico, que pouco se relacionam às condicionantes climáticas do lugar. Em sentido contrário, merecem destaque propostas projetuais que busquem soluções adequadas ao meio como forma de valorizar a sustentabilidade ambiental em arquitetura e no meio urbano.

O bioclimatismo no processo de projeto deve ser encarado como uma abordagem sistêmica, capaz de integrar clima, forma arquitetônica e materiais de construção como forma de promover o conforto térmico, a desejada eficiência energética e a mitigação de impactos ambientais associados à implantação e operação dos edifícios [1][2].

Construir no litoral nordestino implica considerar, para além do domínio técnico, diretrizes projetuais adequadas às suas características climáticas e ambientais. Nessas localidades, caracterizadas por elevados níveis de radiação solar, baixa amplitude térmica diária e pluviosidade concentrada em poucos meses, são fundamentais o controle da insolação, a proteção às chuvas e o aproveitamento dos ventos como forma de resfriamento do edifício e de seus ocupantes [3][4]. A condição de proximidade com o oceano mantém a umidade do ar elevada, o que torna necessária a constante renovação do ar interno através de aberturas protegidas da radiação solar direta e voltadas à captação da ventilação predominante, como as principais estratégias passivas recomendadas para a melhoria do desempenho térmico e a eficiência energética de edificações.

O escritório Fernandes Atem Arquitetos tem desenvolvido uma postura crítica e de revalorização do contexto ao adotar diretrizes bioclimáticas e privilegiar estratégias passivas visando o desempenho ambiental de edificações através do atendimento às condicionantes ambientais específicas sem, contudo, abrir mão de uma linguagem contemporânea e em consonância com princípios estético-formais e tectônica próprios.

A relevância de sua produção tem sido corroborada através de reconhecimento institucional e presença destacada em curadorias e publicações de relevância. Alguns de seus projetos receberam distinções em âmbito nacional, tornando-se referenciais do trabalho do escritório [5] [6]. Tais aspectos conferem coerência e significância às obras enquanto objetos de estudo com contribuições ao campo disciplinar e para a compreensão de uma prática projetual ambientalmente mais consciente, o que reforça a justificativa deste estudo.

OBJETIVO

Este artigo pretende analisar a incorporação de diretrizes bioclimáticas no processo projetual de uma residência elaborada pelo escritório Fernandes Atem, considerando estratégias de proteção solar e de aproveitamento da luz natural.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8302

METODOLOGIA

Trata-se de pesquisa quali-quantitativa e exploratória, valendo-se de uma residência unifamiliar projetada pelo escritório Fernandes Atem Arquitetos para Parnamirim, Rio Grande do Norte, como estudo de caso.

Visto que a edificação ainda não foi construída, propõe-se, então, analisar o desempenho das decisões projetuais a partir de simulações computacionais para verificar seu desempenho em relação à implantação, às estratégias de proteção solar e aos meios para o aproveitamento da iluminação natural. A opção pela simulação deve-se ao fato de o projeto ainda estar em desenvolvimento.

Avalia-se a proteção solar promovida pela coberta e o aproveitamento da luz natural como proposto em projeto e, alternativamente, testam-se o aumento do beiral e a redução da área envidraçada nos dormitórios para aferir seu impacto no desempenho ambiental. São utilizados diagramas de radiação solar em W/m², máscaras de proteção sobre carta solar e mapas de iluminância em lux (lúmens/m²).

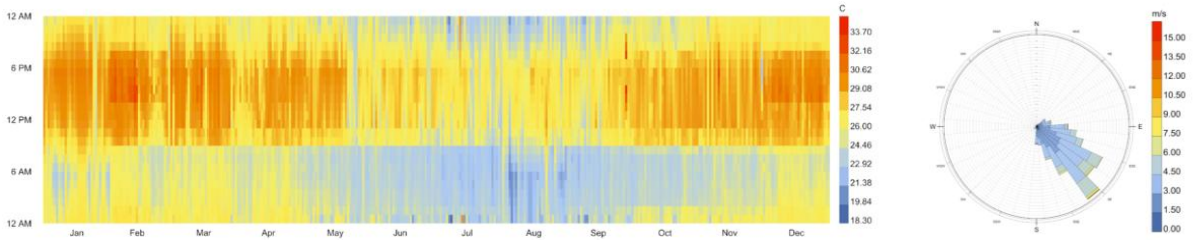
Recorre-se a princípios estabelecidos no *Roteiro para Construir no Nordeste* [7] para investigar possíveis diálogos entre tais pressupostos e a produção arquitetônica da Fernandes Atem Arquitetos. Adicionalmente, outras fontes bibliográficas e obras do escritório são consultadas com o propósito de identificar recorrências conceituais e padrões compositivos capazes de evidenciar uma consistência metodológica e a consolidação de um posicionamento em sua produção com foco na arquitetura bioclimática.

CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA

A cidade de Parnamirim (latitude 5° 55’ S e longitude 35° 15’ Oeste) está submetida ao clima tropical de savana com estação seca, tipo Aw, segundo Köppen–Geiger, com influência marítima que modera as amplitudes, sendo considerado quente durante todo o ano, com estação invernosa seca bem definida e chuvas concentradas no verão.

A ventilação predominante é de sudeste, com intensidades variadas que podem chegar até 15 m/s porém sem mudanças significativas ao longo do ano, como demonstrado na Figura 1.

Figura 1: Temperatura ao longo do ano e Rosa dos Ventos para a cidade de Parnamirim-RN



Fonte: os autores a partir do plugin Ladybug para Rhinoceros.

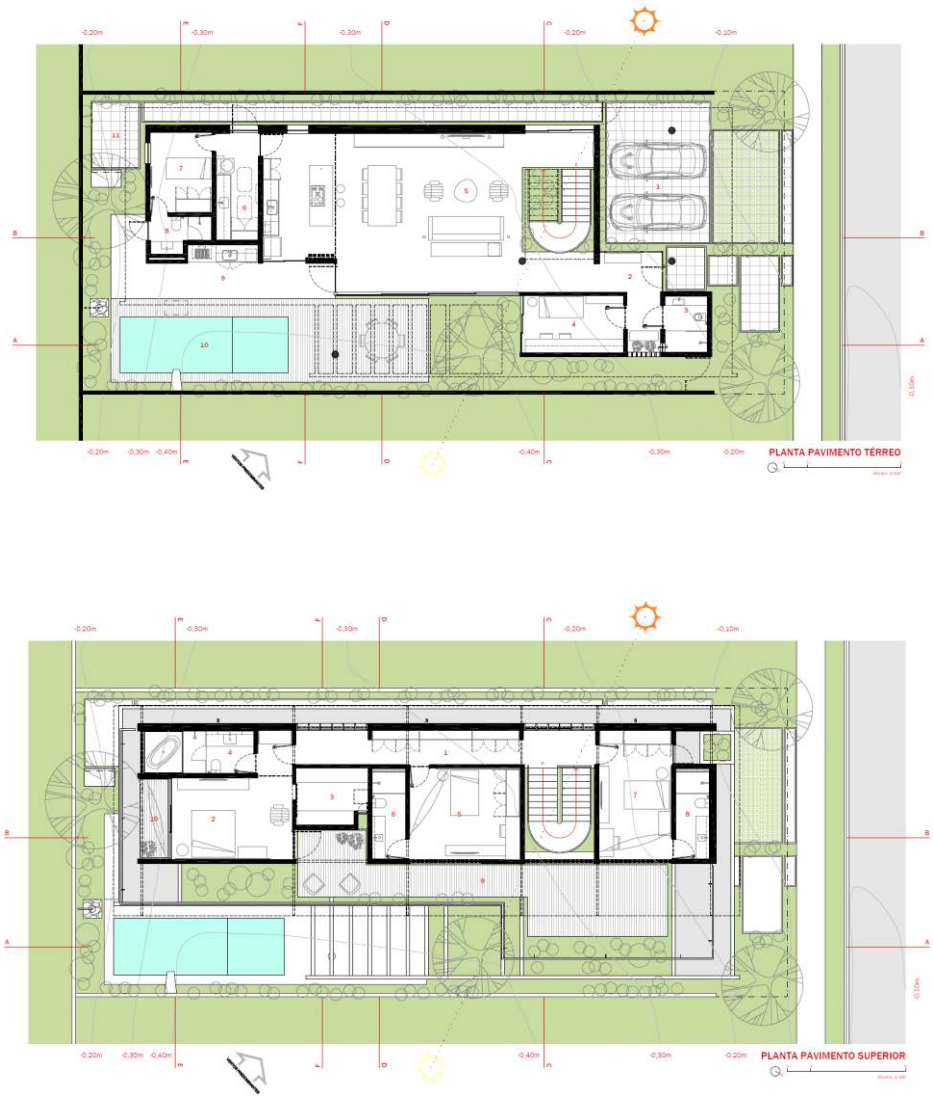
DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8302

O OBJETO

O projeto foi iniciado em 2025 e ainda não foi iniciada sua construção. A área total é de 208,74 m² distribuídos em dois pavimentos. No térreo os ambientes de estar e jantar integrados à cozinha e contíguos às áreas de serviços e lazer, enquanto que os três dormitórios foram dispostos no pavimento superior para garantir maior privacidade.

O partido arquitetônico fundamenta-se na criação de espaços contínuos, integrados e pouco hierarquizados em busca de maior liberdade espacial. Os elementos de vedação são dissociados de função portante, sendo compostos, mormente, por elementos leves e reversíveis, como portas de correr e cobogós, favorecendo a continuidade visual e permitindo flexibilidade e adaptação funcional com o tempo.

Figura 2: Planta do pavimento térreo (acima) e planta do pavimento superior (abaixo) da casa em estudo.



Fonte: Arquivos disponibilizados pelo escritório.

PARÂMETROS DE SIMULAÇÃO

Com base no material técnico e nas representações gráficas fornecidas pelo escritório Fernandes Atem Arquitetos, foram desenvolvidos modelos tridimensionais da edificação destinados às análises computacionais. A geometria elaborada foi inserida no software Rhinoceros e, a partir do Grasshopper, foram configurados os parâmetros necessários nos plugins Ladybug e Honeybee para estabelecer as condições de contorno para a realização das simulações de desempenho ambiental.

Foram definidos pontos de análise para a avaliação da eficiência dos dispositivos de proteção solar por meio da elaboração de máscaras de sombreamento sobrepostas à carta solar para a localidade, permitindo a verificação da incidência de radiação solar ao longo do período analisado.

Paralelamente, realizaram-se simulações computacionais dos níveis de iluminância utilizando o motor de cálculo Radiance integrado Honeybee. As análises foram conduzidas considerando a condição de céu encoberto tanto para o solstício de verão (22/12) como de inverno (22/06), às 12h00, sendo os resultados apresentados por meio de mapas de distribuição de iluminância, expressos em lux (lm/m^2), referentes à área de piso dos ambientes analisados em toda a edificação.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A preocupação dos projetistas em relação às condicionantes ambientais emerge de aspectos facilmente reconhecíveis em sua prática projetual, principalmente no que se refere à incorporação de parâmetros climáticos tais como a trajetória solar e a direção proveniente dos ventos predominantes, como recomendado pela norma [8].

A escolha dos materiais procura afirmar valores associados à simplicidade e austeridade técnico-construtiva dos meios empregados em consonância com princípios do modernismo brasileiro. Nesse contexto, é possível inferir que este projeto insere-se e também reafirma-se enquanto desdobramento de um processo investigativo iniciado em obras anteriores e que pode ser comprovado em sua totalidade na concretude de algumas obras [5] [6].

A implantação, caracterizada por uma volumetria alongada no eixo norte-sul, é fortemente determinada pela geometria do terreno. Consequentemente, as maiores fachadas são voltadas para leste e oeste. Maximiza-se, assim, o potencial de ventilação natural devido à diferença de pressão ao contrapor as maiores faces a barlavento e sotavento. Em contrapartida, torna-se necessária a adoção de estratégias efetivas de proteção solar para preservar as superfícies voltadas aos quadrantes nascente e poente, que recebem maiores parcelas de radiação solar durante o dia e ao longo do ano.

Nesse sentido, o sistema de cobertura, em uma água e com baixa inclinação, se destaca não somente pelo caráter compositivo, assumindo função essencial na proteção dos fechamentos verticais ao se projetar com relativa folga sobre as aberturas do primeiro pavimento.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8302

Figura 3: Imagens renderizadas da casa em estudo, evidenciando a geometria da coberta

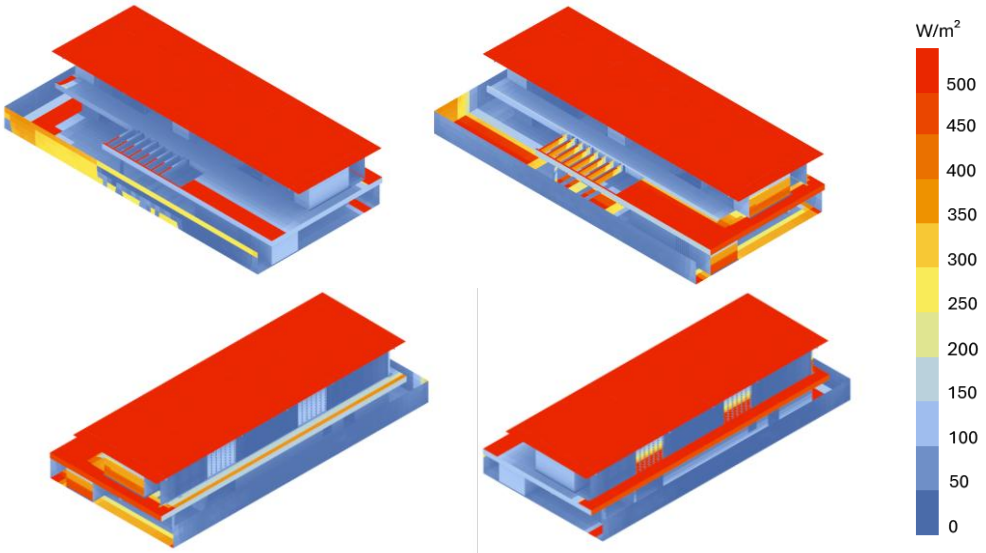


Fonte: Arquivos disponibilizados pelo escritório.

A RADIAÇÃO SOLAR NAS SUPERFÍCIES

Devido à maior área horizontal da cobertura associada à baixa latitude de Parnamirim, esta é a porção da envoltória que absorve as maiores taxas de radiação, constituindo o principal regulador das trocas energéticas entre o ambiente interno e externo. As simulações do total de radiação absorvida durante os solstícios evidenciam valores horários superiores a 500 W/m² na coberta, contrastando com as superfícies verticais, que atingem em torno de 50 a 150 W/m².

Figura 4: Radiação solar durante o solstícios de inverno e verão nas superfícies leste-sudeste (acima esq. e dir.) para as superfícies a oeste-noroeste (abaixo esq. e dir.)



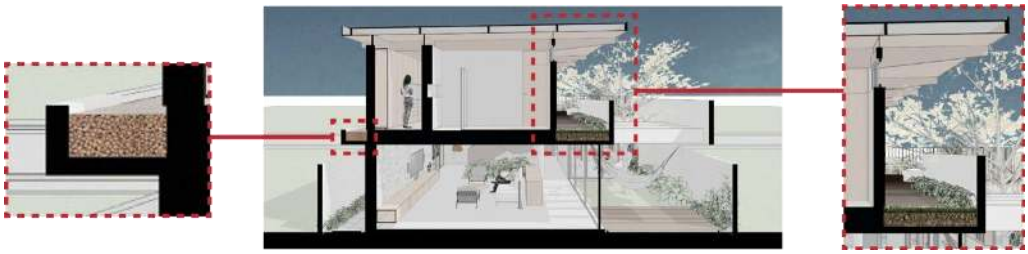
Fonte: os autores a partir do plugin Ladybug para Rhinoceros.

Torna-se, assim, imperioso garantir à cobertura níveis elevados de isolamento térmico. A proposta adota a câmara de ar entre a telha tipo sanduíche e ripado de madeira. O valor de transmitância térmica (U) do sistema foi estimado segundo o método disposto em norma, sendo o valor em torno de 0,65 W/m².K devido à camada isolante semelhante ao verificado em coberturas leves [9]. Muito embora não caracterize uma coberta ventilada pela incapacidade de renovação do ar na câmara, constitui solução leve e refletora, como recomendado pela norma [8]. Ainda, ao valorizar a coberta como sombra ampla e aberta aos ventos, corrobora-se o princípio recomendado por

[7]. Especificamente, a proposta reforça o papel desta enquanto principal elemento para o controle energético da edificação devido sua elevada resistência térmica.

Da mesma sorte, a continuidade da laje do primeiro pavimento protege as superfícies a noroeste. Esta parte da laje que se projeta sobre as paredes também atinge valores acima de 500 W/m² durante o verão, parcelas que atingiriam as superfícies verticais logo abaixo. Ao adotar a argila expandida, determina-se uma baixa transmitância a esta superfície, uma vez que seu valor de condutividade situa-se entre 0,07 a 0,15 W/m.K [10]. Mesmo que as superfícies voltadas para poente possuam aberturas pontuais e reduzidas, reitera-se sua contribuição para a proteção destas.

Figura 5: Corte perspectivado da residência com destaque para a proposta de isolamento térmico da coberta e da laje do primeiro pavimento.



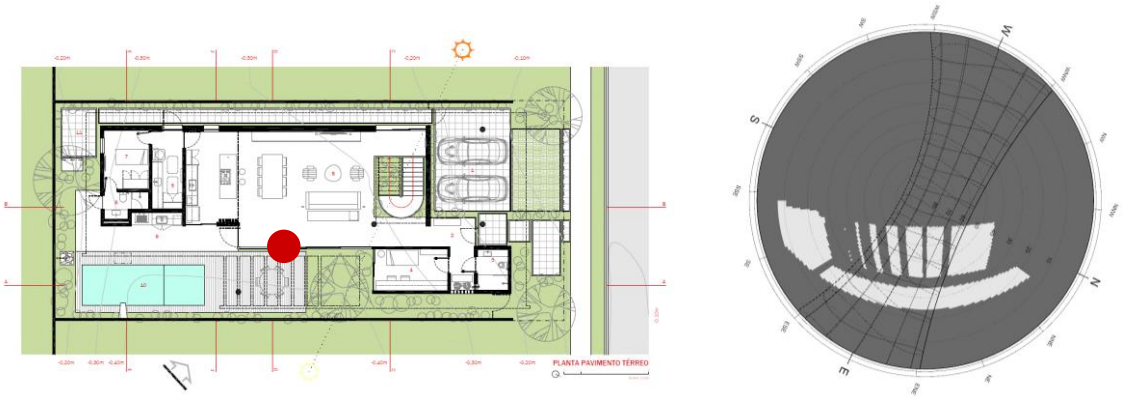
Fonte: Arquivos disponibilizados pelo escritório.

A PROTEÇÃO SOLAR DAS ABERTURAS

No térreo, as aberturas voltadas para leste-sudeste são protegidas pelo terraço situado acima destas e pelo pergolado. Estes dispositivos apresentam, entretanto, eficiência limitada para atenuar parcelas da radiação solar direta durante a manhã, como demonstra a máscara de proteção.

Aqui se mostra clara a estratégia de recuo das paredes, como defendido por [7]. Contudo, estes elementos de proteção deixam parte da fachada vulnerável à entrada de raios diretos. O espaçamento entre as pérgolas e a presença de trecho aberto para incorporar a vegetação pré-existente reduzem sua eficiência na proteção solar.

Figura 6: Localização do ponto de onde foi tirada a máscara (à esq.) e máscara e proteção da abertura (à dir.)

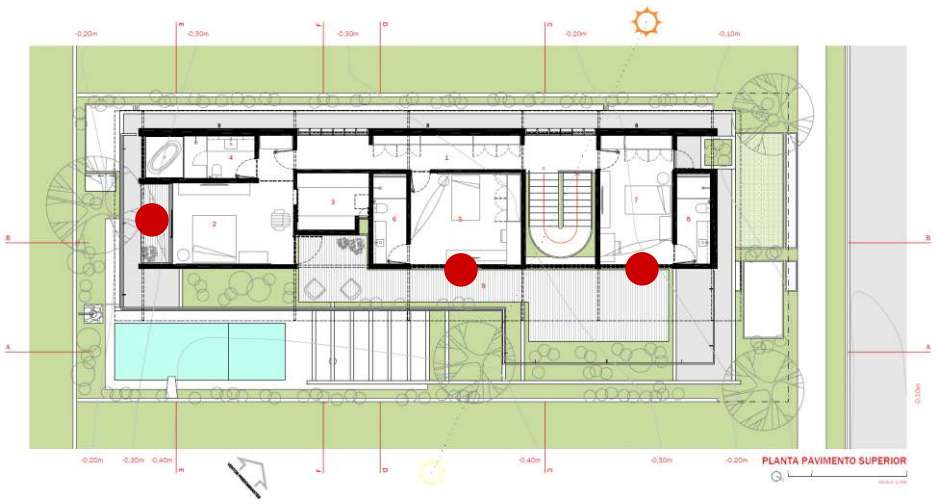


Fonte: os autores a partir de arquivos disponibilizados pelo escritório (à esq.) e do plugin Ladybug para Rhinoceros (à dir.).

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8302

No pavimento superior, a proteção das aberturas cabe, quase que inteiramente, à coberta. Na Figura 7, podemos ver os pontos de onde foram tiradas as máscaras, tendo sido escolhidos por serem localizados em aberturas de ambientes de permanência prolongada.

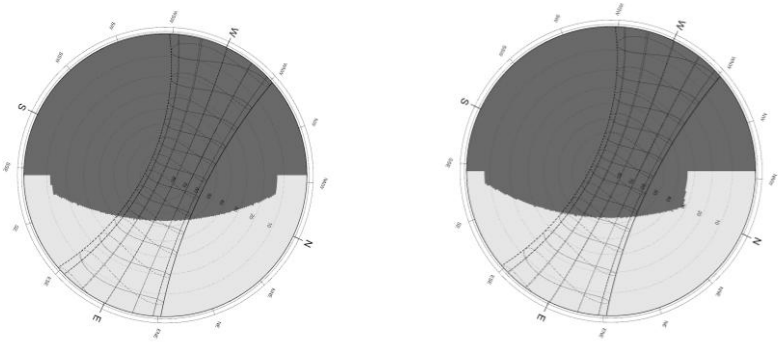
Figura 7: Localização dos pontos de análise das máscaras de proteção solar no pavimento superior

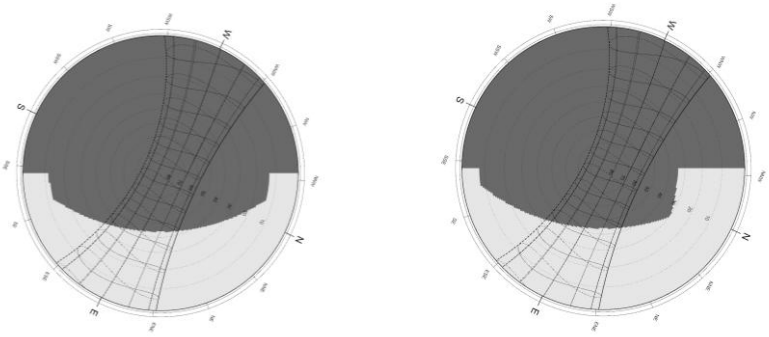


Fonte: os autores a partir de arquivos disponibilizados pelo escritório.

Nos dormitórios 1 e 2 a proteção solar é feita somente pela coberta, sendo efetiva a partir das 8:30 no verão e mais permissiva durante o inverno, sendo somente após às 9:30. Propôs-se, neste artigo, a ampliação em 1m da cobertura, o que produz uma ampliação da faixa de proteção em cerca de 30 min tanto no verão como no inverno, como demonstram as máscaras a seguir.

Figura 8: Máscaras de proteção solar do dormitório 1 (ponto 1) (acima à esq.) e dormitório 2 (ponto 2) (acima à dir.) e com a ampliação em 1m no dormitório 1 (abaixo à esq.) e dormitório 2 (abaixo à dir.)

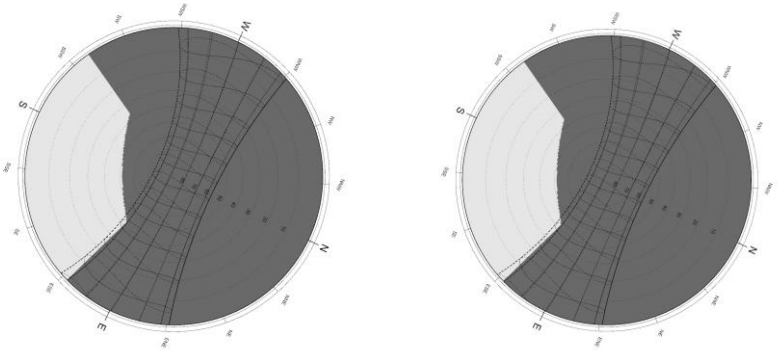




Fonte: os autores a partir do Plugin Ladybug para Rhinoceros.

No dormitório do casal, a abertura é voltada para o sudeste, tendo as paredes laterais a função de proteções verticais, enquanto que a coberta corresponde à proteção horizontal. Em conjunto, protegem com eficiência total durante praticamente todo o ano, como demonstra a Figura 9. Devido à orientação da janela, a ampliação da coberta em 1m, não estende a faixa de proteção solar.

Figura 9: Máscara de proteção solar do dormitório do casal (ponto 3) como proposto (esq.) e com a ampliação em 1m (dir.)



Fonte: os autores a partir do Plugin Ladybug para Rhinoceros.

Muito embora haja uma dimensão expressiva da cobertura na proposta, parece haver equilíbrio ao dimensionar este elemento de maneira a proporcionar proteção solar adequada aos dois dormitórios somente a partir de horários em que as taxas começam a elevar sobremaneira a carga térmica, ou seja, após as 9:00. Antes, há permeabilidade à radiação direta, contribuindo para a qualidade e ambiência térmica destes espaços. A sua ampliação não implica ganhos significativos em relação à faixa de proteção solar.

ILUMINAÇÃO NATURAL

De maneira geral, a proposta apresenta amplas esquadrias para captação da ventilação e iluminação natural nos ambientes de permanência prolongada. Na tabela abaixo, verifica-se o percentual de área de abertura em relação à área do piso.

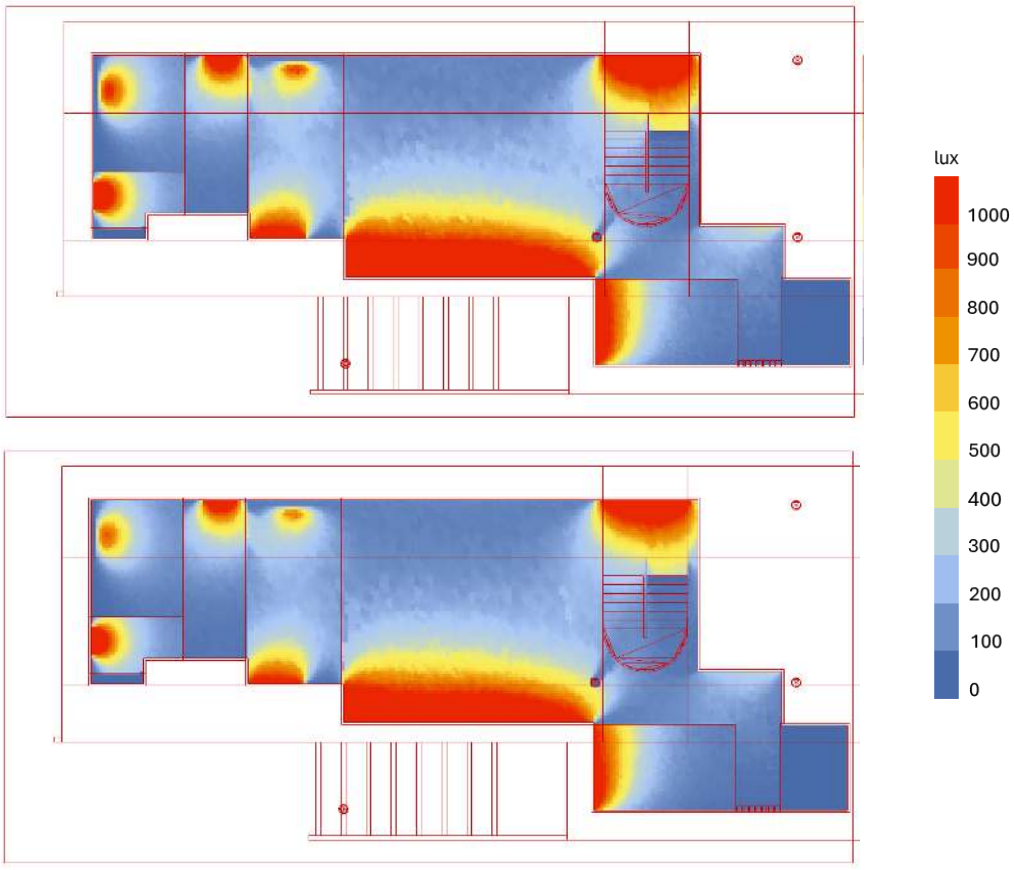
Quadro 1: Área de abertura das esquadrias dos ambientes de permanência prolongada

Ambiente	Área do piso (m²)	Área das janelas (m²)	Área de abertura / área do piso (%)	Iluminância média (lux)
Dormitório casal	20,32	12,52	61,6%	282,54
Dormitório 1	17,90	8,08	45,13%	317,59
Dormitório 2	16,62	10,27	61,79%	363,72
Estar/jantar	80,80	31,48	38,90%	278,28

Fonte: os autores.

As superfícies voltadas para sudeste e sul são mais iluminadas devido à presença de esquadrias de grandes dimensões. Em contrapartida, a opção por vedações mais opacas e a distribuição de pequenas aberturas voltadas para oeste e noroeste determinam valores mais baixos de luz natural em parte das salas, na área de serviço e na cozinha à medida que se afastam das aberturas voltadas para o nascente.

Figura 10: Níveis de iluminância no pavimento térreo durante o verão (acima) e durante o inverno (abaixo).



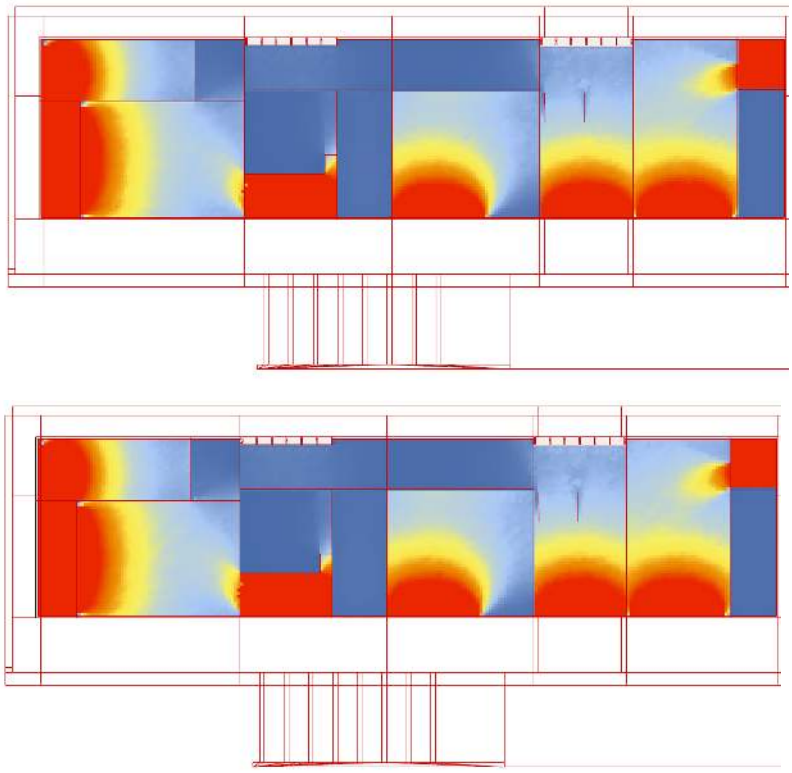
Fonte: os autores a partir do plugin Honeybee para Rhinoceros.

No dormitório do casal e no dormitório 2, a presença de duas aberturas determina valores mais elevados da iluminância e uma distribuição mais uniforme, ao passo que, na circulação, a maior vedação das paredes resulta em níveis mais baixos.

Em consonância com a estratégia de "vazar" muros recomendada por [7], são adotados cobogós na fachada poente, junto à escada e circulação. Estes permitem a saída do ar e a continuidade visual com o exterior. Sob o olhar de [11], os muros vazados a que se refere [7], passam a corresponder, além dos cobogós, às paredes internas, que, por não precisarem atender à função estrutural, podem ser constituídas

de materiais leves, como esquadrias retráteis, contribuindo para integrar espaços e para um maior aproveitamento da luz natural. Entretanto, percebe-se que, devido ao desenho mais restritivo deste cobogó, não são verificados aumentos expressivos na iluminância, em torno de 100 lux, níveis bem mais baixos do que no restante do pavimento, como demonstram as simulações para verão e inverno.

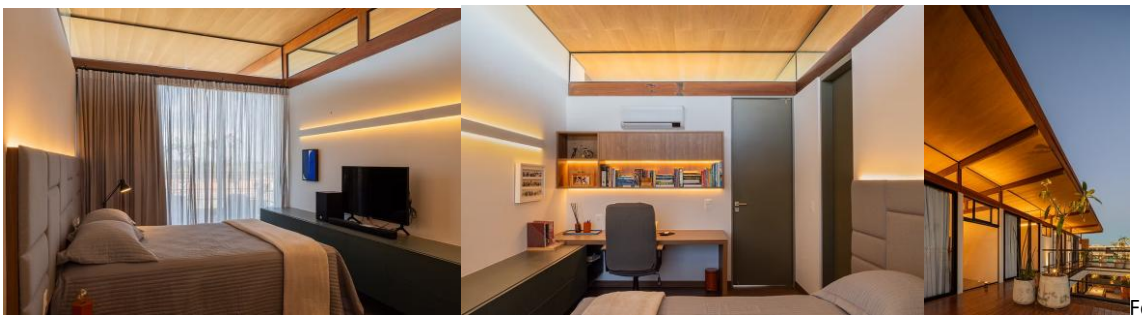
Figura 11: Níveis de iluminância no pavimento superior durante o verão (acima) e durante o inverno (abaixo).



Fonte: os autores a partir do plugin Honeybee para Rhinoceros.

Destaca-se a presença de abertura envidraçada acima das paredes nos dormitórios como forma de aumentar o aproveitamento da luz natural. A medida tem se tornado recorrente em projetos do escritório, tendo sido provocada em [6] e continuada enquanto experimentação em [12] e [13].

Figura 12: Presença de faixa envidraçada na parte superior dos dormitórios da casa RA [6]

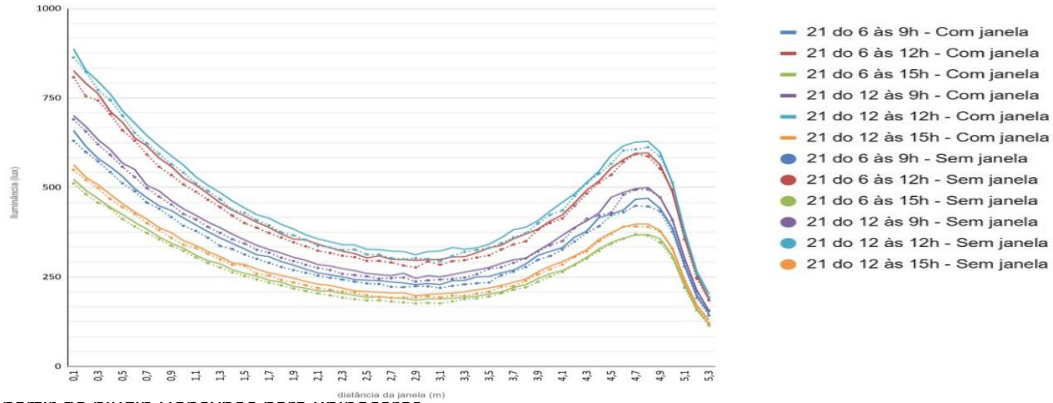


Fonte: [6]

Foi calculada a iluminância ao longo de uma seção transversal a 75 cm do piso nos três dormitórios durante o verão e o inverno, com céu encoberto, às 9hs, 12hs e 15hs. Substituiu-se a faixa envidraçada para verificar sua influência nos resultados.

No dormitório do casal são verificados níveis próximos de 850 lux às 12hs no verão e inverno, 700 lux às 9hs e 600 lux às 15hs, reduzindo à medida que se afastam da fonte luminosa. Os níveis de iluminância voltam a elevar-se na parte final do ambiente devido à outra janela. O fechamento da faixa envidraçada é pouco expressivo para iluminação a 80 cm do piso, gerando reduções entre 10 e 20 lux.

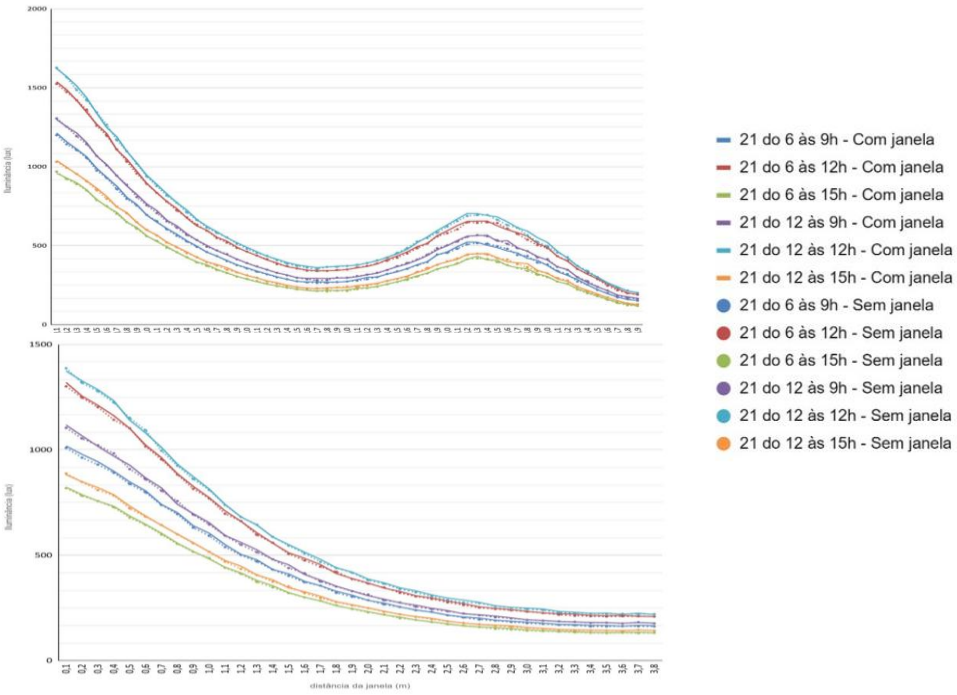
Figura 13: Níveis de iluminância no dormitório do casal com e sem a abertura superior



Fonte: os autores a partir do plugin Honeybee para Rhinoceros.

Nos dois dormitórios, devido à orientação das aberturas, a iluminância é mais elevada. No dormitório 1, às 12hrs, são atingidos valores próximos a 1.400 luz, acima de 1.000 lux às 9hrs e às 15hrs em torno de 800 lux. No dormitório 2, os valores são mais elevados devido à presença de outra janela. Entretanto, o efeito da faixa envidraçada é menos significativo comparado ao dormitório do casal.

Figura 14: Iluminância nos dormitórios 1 (acima) e 2 (abaixo) com e sem a abertura superior



Fonte: Os autores a partir do plugin Honeybee para Rhinoceros.

A dimensão reduzida da faixa em relação à área total de abertura em cada ambiente associada à sua posição elevada, explicam, em parte, a pouca contribuição que exerce na iluminância a 75 cm do piso.

De maneira geral, no entanto, as amplas esquadrias geram níveis elevados de iluminância, sendo superiores ao recomendado em [8]. Apesar de pouco expressiva para aproveitar a luz natural a 75 cm do piso, a faixa envidraçada assume papel compositivo como recurso de valorização da cobertura e sua expressividade arquitetônica.

Reforça-se, assim, o papel de princípios projetuais historicamente difundidos em literatura [7] e que demonstram pertinência e continuidade [11], sendo reafirmados pelos projetistas enquanto uma prática projetual ambientalmente mais consciente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ferramentas computacionais permitem prever o desempenho ambiental de edificações durante sua concepção, contribuindo para fundamentar decisões com base em aspectos quantitativos. Buscou-se avaliar escolhas praticadas pelo referido escritório em relação às estratégias bioclimáticas recorrentemente incorporadas ao seu processo de projeto e guiadas pelo potencial da intuição projetual.

O conjunto destas decisões comprova assertividade. No caso aqui descrito, as escolhas tomam como base aspectos amplamente reconhecidos e difundidos, como atribuir à coberta o papel de principal responsável pelo sombreamento e mitigação da radiação solar. Destaca-se o equilíbrio evocado pela justa medida em arquitetura, evidenciado pelo seu dimensionamento, fundamental para preservar a salubridade e qualidade ambiental dos dormitórios.

A faixa envidraçada proposta para os dormitórios apresenta pouca contribuição para o desempenho lumínico no plano a 75 cm do solo. Seu potencial poderia ser ampliado caso o sistema incorporasse mecanismos que permitissem a captação da ventilação, ampliando sua atuação para além da admissão de iluminação natural. A proposta apresentada pelo escritório não contempla a sua abertura eventual pelo usuário. Acredita-se ser fundamental incorporar tal possibilidade como forma de aumentar as trocas de ar e dissipação de parte da carga térmica.

DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

Muito embora a proposta apresente desempenho ambiental satisfatório em relação à proteção solar e à iluminação natural, análises de desempenho térmico poderão aprofundar a compreensão de interações entre forma arquitetônica, materiais e características construtivas como a inércia térmica em de maiores trocas de ar.

Análises de Dinâmica dos Fluidos Computadorizada poderão ser adicionadas em outros estudos como forma de avaliar as condições de ventilação natural na

residência. Alternativas como a abertura da faixa envidraçada podem, assim, ser investigadas diante do seu potencial para melhoria do desempenho ambiental.

AGRADECIMENTOS

Ao escritório pela cessão de informações.

DECLARAÇÃO

Os autores declaram que não utilizaram IA generativa nem tecnologias assistidas por IA no processo de preparação do manuscrito.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] COUVELAS, A. **Bioclimatic building design theory and application**. Procedia Manufacturing, Volume 44, 2020, Pages 326-333, ISSN 2351-9789, https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.02.238.

[2] MANZANO-AGUGLIARO, F.; MONTOYA, F. G.; SABIO-ORTEGA, A.; GARCÍA-CRUZ, A. **Review of bioclimatic architecture strategies for achieving thermal comfort**. Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 49, 2015, Pages 736-755, ISSN 1364-0321, https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.04.095.

[3] GIVONI, B. **Passive and low energy cooling of buildings**. New York: John Wiley and Sons, 1994.

[4] FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R. **Manual de conforto térmico**. 7. ed. São Paulo: Editora Nobel, 2003.

[5] ARCHDAILY BRASIL. **Casa CNI / Fernandes Atem Arquitetos**. 28 Set 2024. ArchDaily Brasil. Acessado 24 Fev 2026. <https://www.archdaily.com.br/br/1021160/casa-cni-fernandes-atem-arquitetos?ad_medium=office_landing&ad_name=article> ISSN 0719-8906.

[6] ARCHDAILY BRASIL. **Casa RA / Fernandes Atem Arquitetos**. 02 Ago 2025. ArchDaily Brasil. Acessado 23 Fev 2026. <https://www.archdaily.com.br/br/1032125/casa-ra-fernandes-atem-arquitetos> ISSN 0719-8906.

[7] HOLANDA, A. **Roteiro para construir no Nordeste: arquitetura como lugar ameno nos trópicos ensolarados**. Recife: Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Urbano da Faculdade de Arquitetura, UFPE, 1976.

[8] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575:** Edifícios Habitacionais até cinco pavimentos. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

[9] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15220-2:2022 — Versão Corrigida:2023**. Desempenho térmico de edificações — Parte 2: Componentes e elementos construtivos das edificações — Resistência e transmitância térmica — Métodos de cálculo (ISO 6946:2017 MOD). Rio de Janeiro: ABNT, 2023.

[10] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 10456:2022**: materiais e produtos de construção — propriedades higrotérmicas — valores e procedimentos de projeto tabulados para determinar valores térmicos declarados e de projeto. Rio de Janeiro: ABNT, 2022.

[11] AFONSO, A.; ROCHA, H. P. **Armando atemporal: a permanência de princípios projetuais propostos por Armando de Holanda na contemporaneidade**. In: Anais Seminário

Arquiteturas Contemporâneas no Brasil [arq.con.br]: fronteiras híbridas. Fortaleza - CE, 2025. Disponível em: https//www.even3.com.br/anais/i-seminario-arquiteturas-contemporaneas-no-brasil/964677-ARMANDO-ATEMPORAL--A-PERMANENCIA-DE-PRINCIPIOS-PROJETUAIS-PROPOSTOS-POR-ARMANDO-DE-HOLANDA-NA-CONTEMPORANEIDADE. Acesso em: 10/02/2026

[12] FERNANDES ATEM ARQUITETOS. **Casa AL**. 2024. Disponível em: https://www.fernandesatem.com.br/arq-casa-al-2024. Acesso em: 24 fev. 2026.

[13] FERNANDES ATEM ARQUITETOS. **Casa CPB**. 2025. Disponível em: https://www.fernandesatem.com.br/arq-casa-cpb-2025. Acesso em: 24 fev. 2026.