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.v21i1.8505

Eficiência energética e iluminação natural em habitação geminada: análise de vidros e orientação solar na ZB5

Energy efficiency and daylighting in a semi-detached house: analysis of glazing and solar orientation in ZB5

Camila Fujiwara Vida de Bona
UDESC | Joinville | Brasil | camilafujiwara1@gmail.com
Ana Mirthes Hackenberg
UDESC | Joinville | Brasil | ana.hackenberg@udesc.br
Americo Hiroyuki Hara
UDESC | Laguna | Brasil | americo.hara@udesc.br

Resumo

Este estudo avalia a eficiência energética da envoltória e a disponibilidade de iluminação natural em uma habitação geminada de dois pavimentos localizada na Zona Bioclimática Brasileira 5. O estudo considera nove vidros com diferentes propriedades termo-ópticas e quatro orientações solares. A análise térmica foi realizada pelo método simplificado da INI-R, e a iluminação natural foi avaliada no Rhinoceros 3D, utilizando as métricas sDA (120 lux) e UDI-espacial (200–2.000 lux). Os resultados indicam que vidros com menor fator solar reduzem a carga térmica, mas comprometem a iluminação natural, enquanto maior transmitância luminosa melhora o desempenho lumínico, porém aumenta o consumo energético. O vidro com Fs de 0,59 e TL de 0,76 apresentou o melhor equilíbrio térmico e lumínico, assim como a orientação sul-norte. Conclui-se que a escolha dos vidros deve integrar propriedades térmicas e ópticas e a orientação solar, visando maior eficiência energética e conforto em edificações.

Palavras-chave: Eficiência energética. Iluminação natural. Vidros. Desempenho térmico.

Abstract

This study evaluates the energy efficiency of the building envelope and daylight availability in a two-story semi-detached dwelling located in Brazilian Bioclimatic Zone 5, considering nine different thermo-optical glazing properties under four solar orientations. Thermal analysis was conducted using the simplified INI-R method, and daylight was assessed in Rhinoceros 3D using the sDA (120 lux) and spatial UDI (200–2,000 lux) metrics. The results indicate that glazing with lower solar factors reduces thermal loads but compromises daylight availability, while higher visible transmittance improves daylight performance but increases energy consumption. Glazing with an SHGC of 0.59 and VT of 0.76 showed the best balance between thermal and daylight performance, as did the south-north orientation. It is concluded that glazing selection should integrate thermal and optical properties along with solar orientation to achieve greater energy efficiency and comfort in residential buildings.

Keywords: Energy efficiency. Daylighting. Glazing. Thermal performance.

BONA, C. F. V. de; HACKENBERG, A. M.; HARA, A. H. Eficiência energética e iluminação natural em habitação geminada: análise de vidros e orientação solar na ZB5. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 21, 2026, Goiânia. **Anais**... Goiânia: ANTAC, 2026.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8505

INTRODUÇÃO

A crescente demanda por energia elétrica no setor residencial impulsiona a busca por soluções construtivas mais eficientes. No Brasil, o setor residencial respondeu por 27,5% do consumo total de eletricidade em 2023, evidenciando a necessidade de estratégias para racionalização do uso de energia [1].

A envoltória das edificações desempenha um papel fundamental nesse contexto, especialmente os elementos transparentes, que influenciam tanto o aproveitamento da luz natural quanto o desempenho térmico e energético do edifício [2]. Considerando que, em fechamentos transparentes, a radiação é a principal responsável pela transferência de calor para o interior do ambiente, dependendo da transmissividade do vidro [2], a redução dos ganhos solares pode contribuir para a diminuição das cargas térmicas de resfriamento e para a eficiência energética da edificação. Entretanto, essa ação pode comprometer a iluminação natural, evidenciando um conflito entre desempenho térmico e lumínico.

No contexto normativo brasileiro, o desempenho das edificações é orientado por normas como a NBR 15575-1 [3] e pela Instrução Normativa Inmetro para Classificação de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (INI-R) [4], que estabelece métodos de avaliação da eficiência energética da envoltória. Paralelamente, a iluminação natural pode ser avaliada por métricas dinâmicas como o Spatial Daylight Autonomy (sDA) e o Useful Daylight Illuminance (UDI), que permitem analisar a disponibilidade e a qualidade da luz ao longo do tempo [5, 6].

Estudos recentes [7-10] demonstram que fatores como orientação solar, transmitância luminosa e fator solar dos vidros influenciam significativamente o desempenho das edificações. No entanto, ainda há lacunas na literatura, especialmente no que se refere a análises integradas do desempenho térmico e lumínico.

Diante disso, este artigo analisa a influência do tipo de vidro e da orientação solar na eficiência energética da envoltória e na disponibilidade de iluminação natural em uma habitação geminada localizada em Garuva-SC. O objetivo é identificar a melhor combinação entre propriedades termo-ópticas e orientação, visando otimizar o equilíbrio entre consumo energético e conforto lumínico.

MÉTODO

A metodologia foi estruturada em três etapas: definição do objeto de estudo e das variáveis (tipos de vidro e orientação solar), avaliação da eficiência energética da envoltória e simulação da iluminação natural.

A eficiência energética foi avaliada pelo método simplificado da INI-R, para obtenção da classificação da envoltória e dos valores de carga térmica de resfriamento – CgTR (kWh/ano), enquanto a iluminação natural foi simulada no Rhinoceros 3D (v.7). A avaliação lumínica foi realizada utilizando-se as métricas sDA (120 lux) e UDI-espacial (200–2.000 lux), adotando iluminância mínima de 120 lux conforme a NBR 15575-1 [3] e intervalo de 200 a 2.000 lux com base na NBR 5413 [11] e em Nabil e Mardaljevic [5]. Como critério de desempenho lumínico, o Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (RTQ-R), do INMETRO [12],

estabelece, para ambientes sem proteção solar, o atendimento da iluminância mínima em 70% da área do ambiente durante 70% das horas anuais com disponibilidade de luz natural. Nesta pesquisa, adotou-se o período entre 8h e 17h, de segunda a sexta-feira, por representar o período de ocupação diurna dos ambientes, correspondendo a aproximadamente 75% das horas anuais com luz natural.

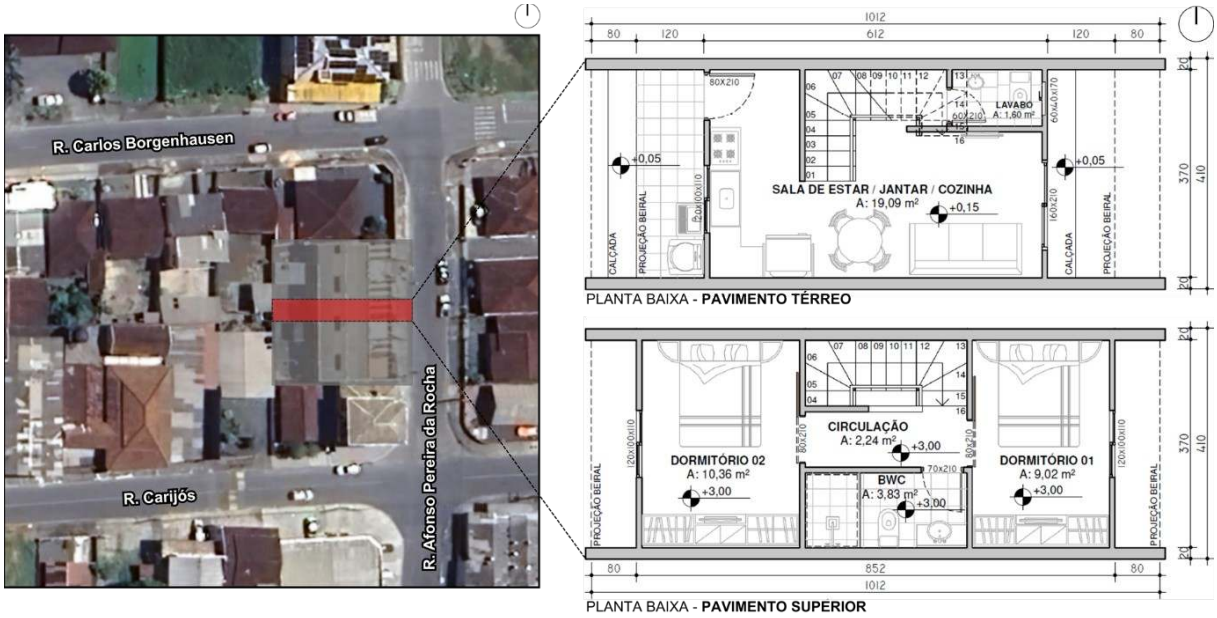
Por fim, os resultados foram analisados de forma integrada, relacionando a classificação da envoltória com a disponibilidade de iluminação natural em função da orientação solar e das propriedades termo-ópticas dos vidros.

OBJETO DE ESTUDO E VARIÁVEIS

O objeto de estudo é uma habitação geminada de dois pavimentos, com área total de 57,09 m², localizada em Garuva, Santa Catarina, na Zona Bioclimática Brasileira 5, conforme a NBR 15220-3 [13].

A edificação apresenta duas fachadas, sendo a frontal orientada para Leste (L) e a posterior para Oeste (O). O empreendimento habitacional multifamiliar é composto por sete unidades, sendo analisada a unidade 04, conforme ilustrado na Figura 1.

Figura 1: Implantação (à esquerda) e Plantas Baixas (à direita)



Fonte: adaptado de [14, 15].

O Quadro 1 apresenta as características das aberturas dos ambientes de permanência prolongadas analisados.

Quadro 1: Características das aberturas (elementos transparentes)

Ambiente	Tipo de abertura	Área abertura [m²]	Percentual abertura ventilação $P_{v,APP}$ [%]	Área efetiva ventilação $A_{v,APP}$ [m²]	Fator ventilação [%]
Sala/Cozinha	2 fls de correr	4,56	11	2,05	45
Dormitório 01	2 fls de correr	1,40	7	0,63	45
Dormitório 02	2 fls de correr	1,50	7	0,67	45

Fonte: os autores.

Foram considerados nove tipos de vidro em quatro orientações solares (0°, 90°, 180° e 270°), totalizando 36 cenários. As orientações analisadas foram: Orientação 01 — Leste (fachada frontal) e Oeste (posterior); Orientação 02 — Sul (frontal) e Norte (posterior); Orientação 03 — Oeste (frontal) e Leste (posterior); e Orientação 04 — Norte (frontal) e Sul (posterior).

O Quadro 2 apresenta os nove tipos de vidro analisados, definidos a partir de suas propriedades térmicas e ópticas: fator solar (Fs), transmitância térmica (U) e transmissão luminosa (TL).

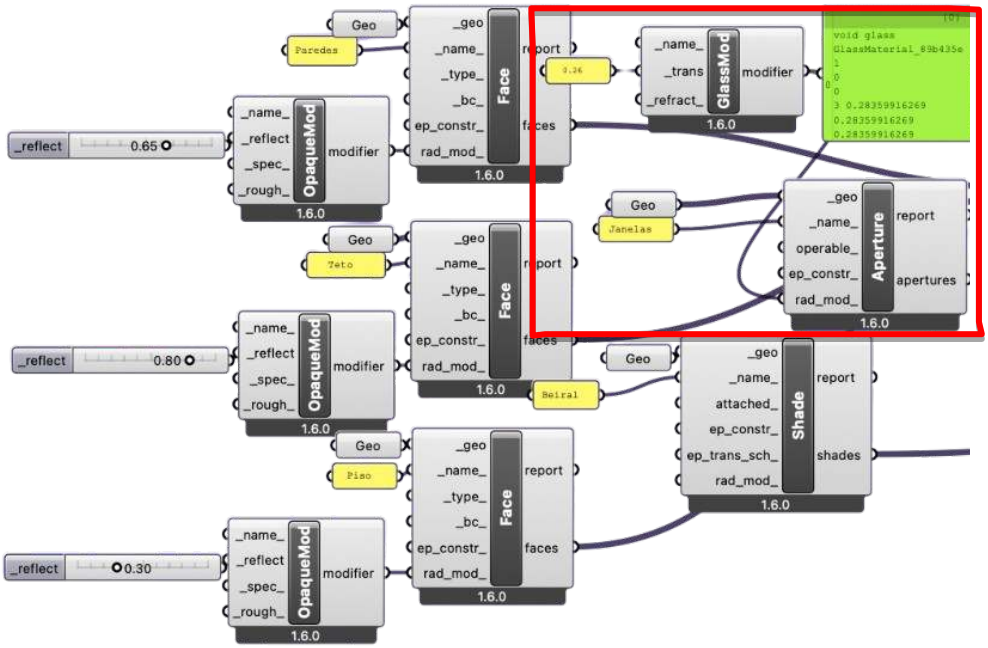
Quadro 2: Propriedades dos vidros analisados

Tipo do vidro	Cor do vidro	Fator Solar (Fs)	Transmitância Térmica (U)	Transmissão Luminosa (TL)
Monolítico	incolor	0,82	5,69	0,88
	verde	0,59	5,69	0,76
	cinza	0,60	5,79	0,43
Refletivo	champanhe	0,48	5,70	0,34
	esmeralda	0,41	5,70	0,23
	cinza	0,30	5,20	0,21
Laminado Refletivo	champanhe	0,48	5,60	0,38
	esmeralda	0,36	5,60	0,26
	cinza	0,29	5,60	0,21

Fonte: adaptado de [16, 17, 18, 19].

As simulações consideraram a Orientação 01 (original) como base para a rotação do modelo e a Figura 2 apresenta parte da programação no Grasshopper indicando as componentes onde os dados de transmissão luminosa foram aplicados. O modelo e a programação da simulação encontram-se no endereço: https://drive.google.com/drive/folders/1kKkN6OKSAIsgnfnZR5IMOhcZ9tWMpy9G?usp=sharing.

Figura 2: Inserção dos dados das propriedades dos vidros no Grasshopper.



Fonte: os autores.

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DA ENVOLTÓRIA

A avaliação da eficiência energética da envoltória foi realizada pelo método simplificado da INI-R (Selo Procel Edifica), por meio do metamodelo disponível na interface web do Inmetro. A elegibilidade do modelo foi previamente verificada conforme os limites da Portaria nº 309/2022, atendendo aos parâmetros exigidos [20]. Foram considerados dados geométricos e propriedades termo-ópticas dos vidros — transmitância térmica [U] e fator solar (Fs) — além de informações relativas à orientação, incluindo área das superfícies transparentes [m²], dimensões horizontais das paredes internas e externas [m], presença de portas internas e ângulos de sombreamento [°].

SIMULAÇÕES DE ILUMINAÇÃO NATURAL

A modelagem foi desenvolvida no Rhinoceros 3D (v.7) com Grasshopper, com os *plugins* Ladybug e Honeybee, para simulações de iluminação natural. Foram adotadas refletâncias de 0,65 (paredes), 0,80 (teto) e 0,30 (piso), além de vidros com diferentes transmitâncias luminosas.

As análises consideraram malha de pontos a 0,75 m do piso, com espaçamento de 0,10 m, no período das 8h às 17h (75% das horas anuais). A iluminação natural foi avaliada pelas métricas sDA (120 lux) e UDI-espacial (200–2.000 lux), com critério de atendimento em 70% da área. Foram analisadas quatro orientações (0°, 90°, 180° e 270°).

Como a distância entre os municípios de Garuva e Joinville é reduzida e ambos apresentam características climáticas semelhantes, utilizou-se o arquivo meteorológico TMYx (*Typical Meteorological Year*) de Itapoá/SC (Lat.: -26,12; Long.: -48,62), em razão da proximidade geográfica e inserção no mesmo zoneamento bioclimático (ZB5), em conformidade com a ABNT NBR 15575-1 [3]. Ressalta-se,

contudo, que a adoção de dados climáticos de localidade distinta constitui uma limitação do estudo, podendo introduzir variações nos resultados obtidos.

RESULTADOS

Os resultados a seguir apresentam a relação entre a eficiência energética da envoltória e a disponibilidade de iluminação natural, com base nas propriedades termo-ópticas dos vidros e as diferentes orientações solares analisadas.

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DA ENVOLTÓRIA

A classificação da envoltória, obtida pelo método simplificado da INI-R, apresentou variações significativas em função da orientação e do tipo de vidro adotado. As orientações 02 (Sul-Norte) e 04 (Norte-Sul) apresentaram melhor desempenho, atingindo níveis de eficiência entre "B" e "A". Em contraste, a orientação 01 (Leste-Oeste) demonstrou ser a mais crítica, mantendo a classificação "C" independentemente do tipo de vidro utilizado (Quadro 3).

Quadro 3: Classificação da envoltória em função da orientação solar e do tipo de vidro

Tipo do vidro	Cor do vidro	Orientação 01 [L – O] 0°	Orientação 02 [S - N] 90°	Orientação 03 [O - L] 180°	Orientação 04 [N – S] 270°
Monolítico	incolor	C	B	C	C
	verde	C	B	C	B
	cinza	C	B	C	B
Refletivo	champanhe	C	A	B	B
	esmeralda	C	A	B	B
	cinza	C	A	B	A
Laminado Refletivo	champanhe	C	A	B	B
	esmeralda	C	A	B	A
	cinza	C	A	B	A

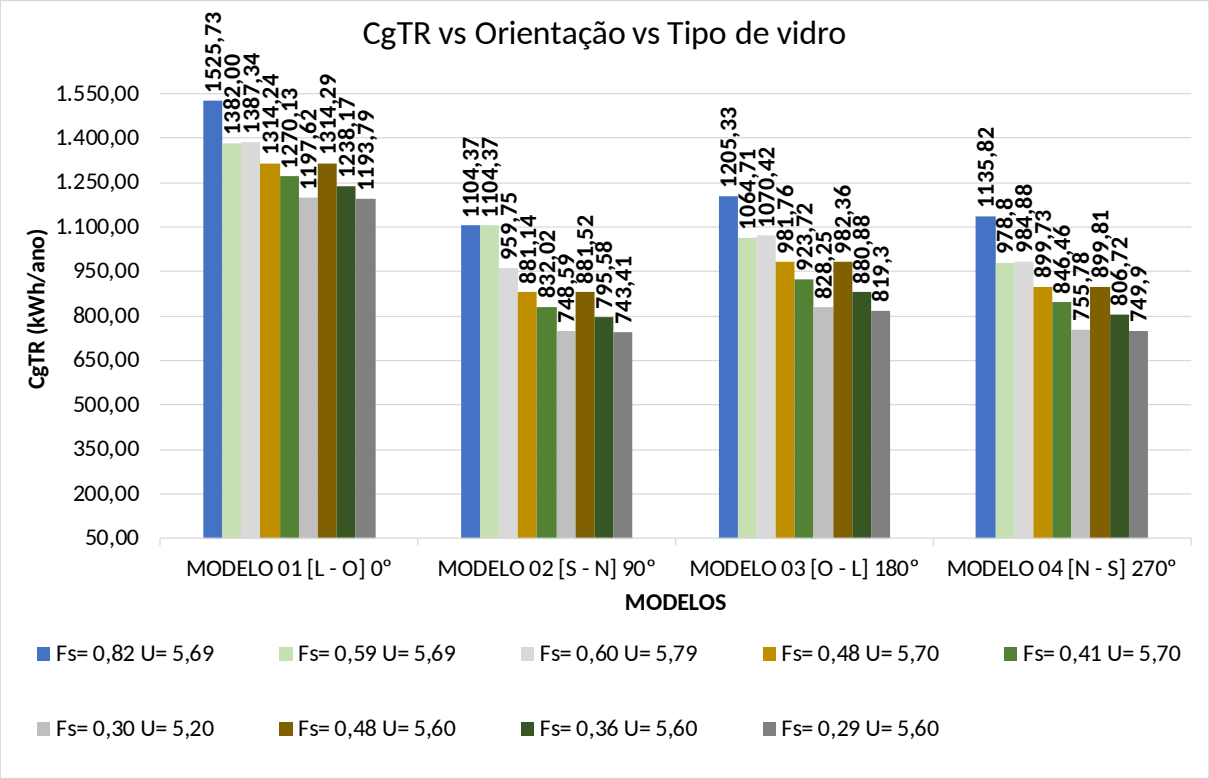
Fonte: os autores.

A análise da Carga Térmica de Resfriamento (CgTR), detalhada na Figura 3, reforça a influência direta do fator solar (Fs) no desempenho térmico. Observou-se que vidros com menor Fs (entre 0,29 e 0,30) reduziram significativamente a carga térmica em todas as fachadas, pois diminuem a quantidade de calor que precisa ser removida do ambiente. Por outro lado, vidros com Fs elevado (0,82) resultaram nos maiores índices de CgTR, especialmente nas orientações Leste-Oeste (01 e 03), que são naturalmente mais expostas ao ganho térmico.

Na Orientação 02, que possui maior área envidraçada no pavimento térreo, o vidro com Fs de 0,60 obteve o melhor desempenho entre as opções monolíticas. Já nas demais orientações, o vidro com Fs de 0,59 mostrou-se ligeiramente mais eficiente para o controle da carga térmica.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8505

Figura 3: Gráfico comparativo da Carga Térmica de Resfriamento (kWh/ano) em função da orientação e do tipo de vidro



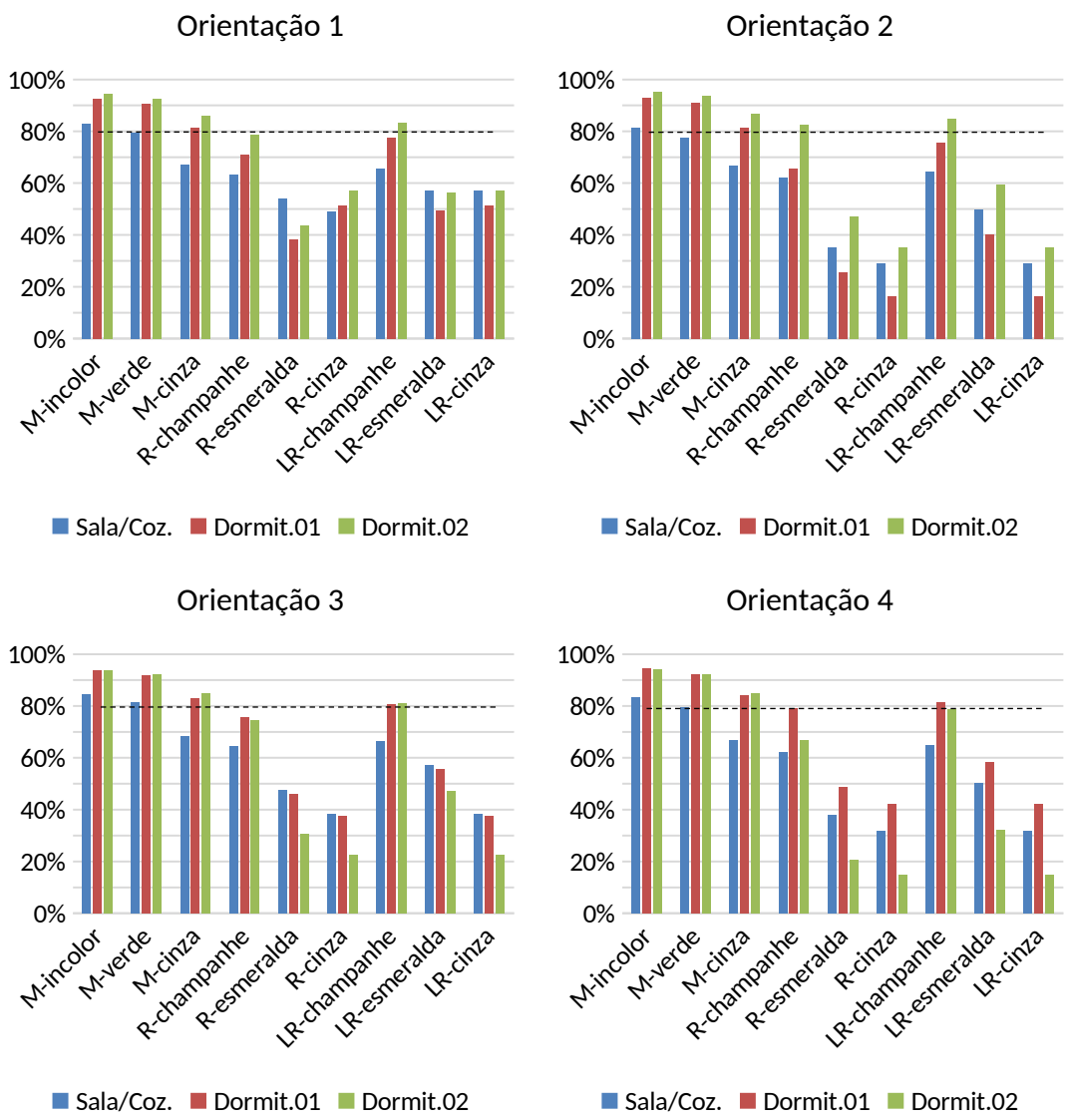
Nota: somatória da CgTR (kWh/ano) dos ambientes de permanência prolongada para cada tipo de vidro. Fonte: os autores.

DISPONIBILIDADE DE ILUMINAÇÃO NATURAL

A avaliação lumínica, baseada nas métricas sDA e UDI-espacial, evidenciou um conflito direto com a economia de energia. Para o critério de Autonomia de Luz Natural (sDA 120 lux), apenas os vidros com alta transmitância luminosa (TL de 0,76 e 0,88) conseguiram atender à meta de 70% da área útil em todos os ambientes de permanência prolongada. Opções com TL intermediária (0,34 e 0,38) cumpriram o requisito apenas nos dormitórios, falhando na sala de estar/cozinha.

Quanto ao UDI-espacial, obtido pelo cálculo da Iluminância Útil da Luz Natural no intervalo de 200–2.000 lux, o atendimento foi ainda mais restrito. Apenas os dormitórios apresentaram conformidade, e somente quando equipados com vidros de maior TL. Conforme as Figuras 4 e 5, a Orientação 02 destacou-se com os melhores resultados integrados, atingindo sDA de 84,6% e UDI de 65% na sala quando utilizado o vidro monolítico verde.

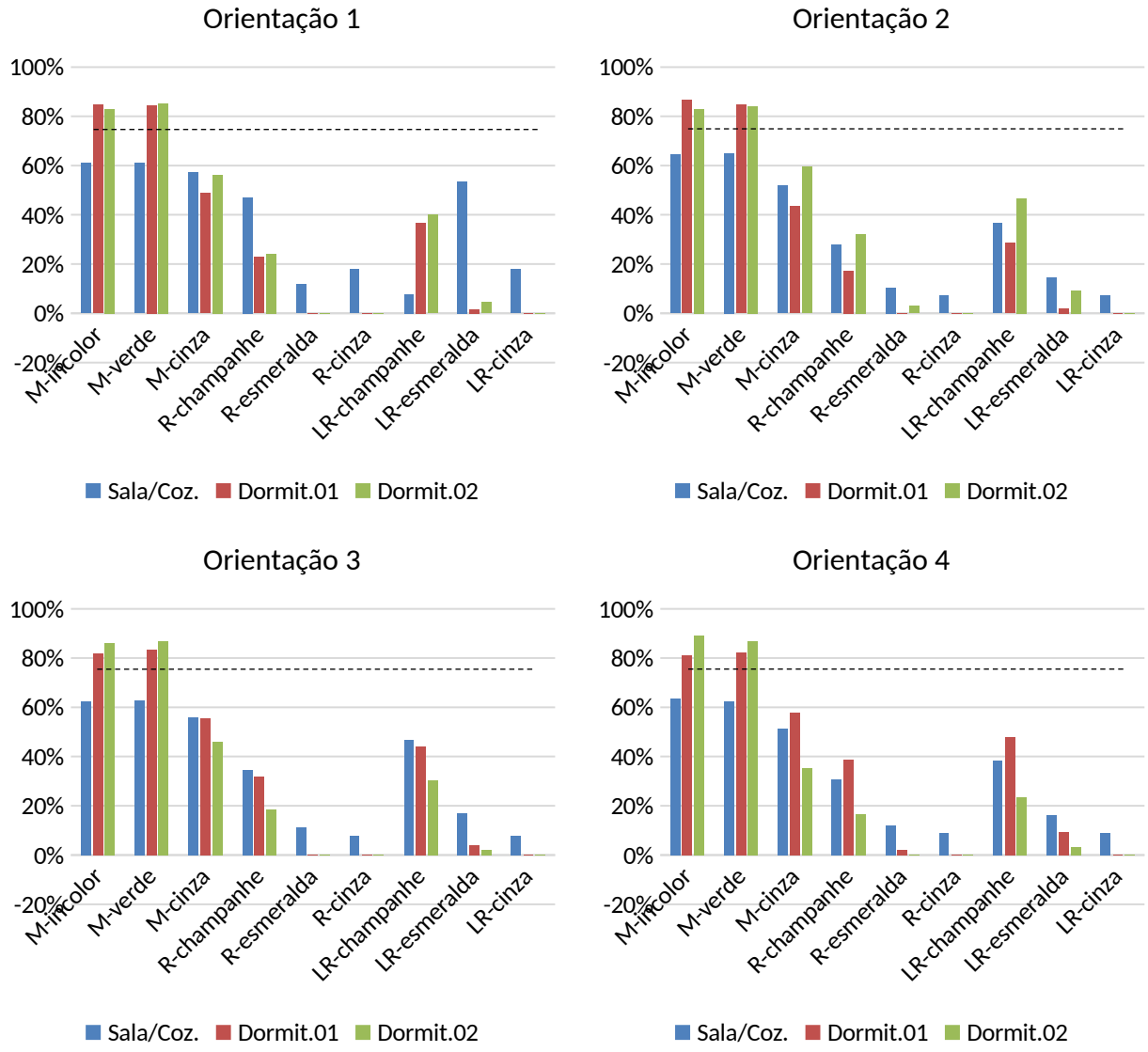
Figura 4: Autonomia da iluminação natural espacial (sDA 120 lux) nas quatro orientações analisadas



Fonte: os autores.

Embora os vidros com TL entre 0,21 e 0,38 (refletivos e laminados) sejam altamente eficazes na redução da carga térmica e alcancem classificação "A" em certas orientações, eles resultaram em níveis insuficientes de iluminação natural. Essa deficiência foi mais crítica na sala do pavimento térreo. A maior profundidade deste ambiente, combinada ao sombreamento dos beirais e à configuração de aberturas geminadas, comprometeu o aproveitamento da luz, reforçando que a escolha do vidro não deve se basear apenas no desempenho térmico isolado.

Figura 5: Iluminância útil da luz natural (UDI-espacial 200–2.000 lux) nas quatro orientações analisadas



Fonte: os autores.

ANÁLISE INTEGRADA

A integração dos dados térmicos e lumínicos revela um antagonismo crítico no desempenho da envoltória. Observou-se que a elevação da eficiência energética, quando baseada estritamente na redução da CgTR por meio de vidros com baixo fator solar (Fs), impacta negativamente a disponibilidade de luz natural. Esse fenômeno é evidenciado pelos vidros refletivos e laminados que, embora elevem a classificação da envoltória para o nível "A" em determinadas orientações, resultam em uma redução considerável de iluminação natural nos ambientes sociais da habitação.

Essa discrepância sugere que a avaliação isolada pelo método simplificado da INI-R pode induzir a escolhas de projeto que privilegiam a economia de energia em detrimento do bem-estar do usuário. A Orientação 01 (Leste-Oeste) exemplifica a rigidez desse sistema: a severidade da carga térmica nessas fachadas anula o benefício de qualquer tecnologia de vidro testada, mantendo a classificação estagnada no nível "C". Isso demonstra que, para certas orientações solares, a propriedade do vidro é

secundária à necessidade de intervenções arquitetônicas mais profundas, como o redimensionamento de aberturas ou o uso de proteções solares externas. Nessa perspectiva, é fundamental que o projetista busque soluções projetuais, em vez de meramente delegar a solução ao material.

Por fim, o equilíbrio atingido pelo vidro monolítico verde nas orientações Sul e Norte (02 e 04) não se deve à excelência em uma métrica isolada, mas à sua capacidade de mediar os ganhos de calor sem bloquear a radiação visível necessária. A análise integrada reforça que o desempenho ótimo é uma zona de compromisso: o vidro "ideal" para esta tipologia geminada na ZB5 não é o de maior isolamento térmico, nem o de maior transparência, mas aquele que mantém ambas as variáveis dentro de limites normativos aceitáveis.

CONCLUSÃO

Este estudo investigou o impacto das propriedades termo-ópticas dos vidros e da orientação solar no desempenho de uma habitação geminada na ZB5, evidenciando o desafio de equilibrar a eficiência energética com a qualidade lumínica.

As análises demonstram que a orientação solar é o fator determinante para a classificação da envoltória. A Orientação 02 (Sul-Norte) consolidou-se como a mais favorável, permitindo níveis superiores de eficiência e conforto. Em contrapartida, a Orientação 01 (Leste-Oeste) mostrou-se crítica, mantendo a classificação mínima "C" independentemente do vidro aplicado, o que indica que, para tais condições, a especificação de materiais deve ser obrigatoriamente acompanhada de estratégias de projeto como o uso de brises ou redimensionamento de aberturas.

Quanto à especificação dos componentes, os vidros com baixo fator solar (Fs de 0,29 a 0,30), embora reduzam a carga térmica de resfriamento e elevem seu nível de classificação energética, comprometem severamente a autonomia de luz natural (sDA). Nesse contexto, o vidro monolítico verde (Fs 0,59 e TL 0,76) apresentou o melhor desempenho, garantindo o atendimento simultâneo aos requisitos térmicos e lumínicos nas orientações mais favoráveis.

Conclui-se que a adoção do método simplificado da INI-R, embora eficiente para fins de certificação, deve ser integrada a análises de iluminação natural para evitar que a busca pela eficiência energética resulte em ambientes com insuficiência de luz. Como recomendação para trabalhos futuros, sugere-se a investigação de vidros de alto desempenho (especiais) e a análise do impacto de diferentes sistemas de sombreamento externo, visando otimizar a classificação da envoltória em orientações solares críticas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) pelo suporte institucional para o desenvolvimento desta pesquisa.

DECLARAÇÃO

Durante a confecção do manuscrito, os autores utilizaram recursos de Inteligência artificial em etapas específicas, sempre sob supervisão humana rigorosa e em conformidade com os princípios éticos estabelecidos pela comunidade científica.
Os autores utilizaram as ferramentas Gemini AI versão 3 Flash (acessada em 20 de abril de 2026) e o Microsoft Copilot (GPT-5) com o objetivo de organizar, estruturar e formatar textos, auxiliar na revisão gramatical e formatação das referências bibliográficas segundo as normas ABNT. Após o uso desta ferramenta, os autores revisaram e editaram o conteúdo conforme necessário e assumem total responsabilidade pelo conteúdo da publicação.

REFERÊNCIAS

[1] EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). **Balanço Energético Nacional 2024: ano base 2023.** Rio de Janeiro, 2024. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-819/topico-723/BEN2024.pdf. Acesso em: 1 set. 2025.

[2] LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência energética na arquitetura.** São Paulo: Eletrobras/Procel, 2014.

[3] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15575-1: edificações habitacionais – desempenho – Parte 1: requisitos gerais.** Rio de Janeiro: ABNT, 2024.

[4] INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA (INMETRO). **Instrução normativa INI-R para a classificação de eficiência energética de edificações residenciais.** Brasília: INMETRO, 2022. Disponível em: https://pbeedifica.com.br/inir. Acesso em: 7 maio 2026.

[5] NABIL, A.; MARDALJEVIC, J. **Useful daylight illuminances: a replacement for daylight factors.** Energy and Buildings, v. 38, n. 2, p. 905–913, 2006. DOI: 10.1016/j.enbuild.2006.03.013.

[6] ILLUMINATING ENGINEERING SOCIETY (IES). **IES LM-83-12: spatial daylight autonomy (sDA) and annual sunlight exposure (ASE).** 2012.

[7] NASCIMENTO, J. W. S. do et al. **Simulação computacional de luz natural em diferentes zonas bioclimáticas brasileiras.** Brazilian Journal of Production Engineering, v. 10, n. 1, p. 53–63, 2024. DOI: 10.47456/bjpe.v10i1.42974.

[8] ERZINGER, L. K.; HARA, A. H. **Impacto do sombreamento vizinho na iluminação natural em apartamentos em Porto Alegre – RS.** In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 20., 2024, Maceió. Anais [...] Maceió: ANTAC, 2024.

[9] TECHIO, L. M. et al. **Iluminação natural em habitação multifamiliar: o caso do conjunto residencial Videiras, Santa Maria, RS.** PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção, v. 12, e021007, 2021. DOI: 10.20396/parc.v12i00.8659780.

[10] CARPANEDO, F. A.; PAGEL, E. C.; MAIOLI, R. N. **Análise da iluminância, uniformidade e ofuscamento em modelos de edifícios com diferentes configurações de janelas.** PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção, v. 15, e024001, 2024. DOI: 10.20396/parc.v15i00.8667521.

[11] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 5413: iluminância de interiores.** Rio de Janeiro: ABNT, 1992.

[12] INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA (INMETRO). **Regulamento técnico da qualidade para o nível de eficiência energética de edificações**

residenciais (RTQ-R). Rio de Janeiro: INMETRO, 2012. Disponível em: https://pbeedifica.com.br/sites/default/files/projetos/etiquetagem/residencial/downloads/RTQR.pdf. Acesso em: 7 maio 2026.

[13] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15220-3: desempenho térmico de edificações – Parte 3: zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social.** Rio de Janeiro: ABNT, 2005.

[14] GOOGLE. **Google Earth: vista aérea do local do projeto, Garuva, SC.** Disponível em: https://earth.google.com/web/. Acesso em: 1 set. 2025.

[15] BONA, A. P. de. **Projeto arquitetônico de sete unidades residenciais geminadas multifamiliares.** Garuva, 2019.

[16] CEBRACE VIDROS PLANOS. **Folder técnico: linha Habitat by Cebrace.** São Paulo, 2024. Disponível em: https://blob.cebrace.com.br/cebrace/wp-content/uploads/2024/04/Folder-Tecnico-Habitat.pdf. Acesso em: 15 maio 2025.

[17] CEBRACE VIDROS PLANOS. **Habitat refletivo champanhe 6 mm.** São Paulo, 2025. Disponível em: https://www.cebrace.com.br. Acesso em: 5 jun. 2025.

[18] CEBRACE VIDROS PLANOS. **Habitat refletivo cinza 6 mm.** São Paulo, 2025. Disponível em: https://www.cebrace.com.br. Acesso em: 5 jun. 2025.

[19] CEBRACE VIDROS PLANOS. **Habitat refletivo esmeralda 6 mm.** São Paulo, 2025. Disponível em: https://www.cebrace.com.br. Acesso em: 5 jun. 2025.

[20] INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA (INMETRO). **Instrução normativa para a eficiência energética das edificações residenciais – Anexo II da Portaria n° 309, de 6 de setembro de 2022.** Rio de Janeiro, 2022.