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.v21i1.8701

Películas para vidro como estratégia de *retrofit* energético em edifícios de escritórios: estudo de caso no edifício RB1, Rio de Janeiro

Window films as an energy retrofit strategy in office buildings: a case study of the RB1 building in Rio de Janeiro

Rafael Maia Ramos
Unilasalle-RJ | Niterói | Brasil | rafaelm.ramos@soulasalle.com.br
Paula de Castro Brasil
UERJ e Unilasalle-RJ | Rio de Janeiro e Niterói | Brasil | paula.brasil@lasalle.org.br
Louise Land Bittencourt Lomardo
Universidade Federal Fluminense (UFF) | Niterói | Brasil | louiselbl@gmail.com
Diego Souza Caetano
Unilasalle-RJ | Niterói | Brasil | diego.caetano@lasalle.org.br

Resumo

Este trabalho tem como objetivo avaliar o impacto da aplicação de películas de controle solar no desempenho termoenergético do edifício corporativo RB1, localizado no Rio de Janeiro, como estratégia de *retrofit*. A metodologia compara a configuração original da fachada com três cenários de intervenção baseados em diferentes parâmetros de películas. Os resultados indicam que a aplicação das películas reduz os ganhos térmicos e a demanda por resfriamento, mas diminui a transmissão luminosa, resultando em um aumento no consumo de iluminação artificial. O estudo conclui que a Situação B apresenta o melhor desempenho global, equilibrando a redução das cargas térmicas com a manutenção do nível de iluminação interno. O estudo busca alimentar a discussão do impacto das películas de controle solar na eficiência energética e do conforto térmico em edifícios envidraçados em climas quentes e úmidos.

Palavras-chave: *Retrofit*. Película solar. Desempenho termoenergético. Edifícios de Escritórios.

Abstract

This study aims to evaluate the impact of solar control window films on the thermal and energy performance of the RB1 corporate building, located in Rio de Janeiro, as a retrofit strategy. The methodology consisted of comparing the original façade configuration with three intervention scenarios based on different parameters of window films. The results indicate that the application of the films reduces heat gain and cooling demand but decreases light transmission, resulting in increased artificial lighting consumption. The study concludes that Scenario B offers the best overall performance, balancing the reduction of thermal loads with the maintenance of indoor lighting levels. The study aims to inform the discussion regarding the impact of solar control films on energy efficiency and thermal comfort in glazed buildings located in hot and humid climates.

Keywords: Retrofit. Solar control films. Thermo-energetic performance. Office Buildings.

RAMOS, Rafael Maia; BRASIL, Paula de Castro; LOMARDO, Louise Land Bittencourt; CAETANO, Diego Souza. Películas para vidro como estratégia de retrofit energético em edifícios corporativos: estudo de caso no edifício RB1, na cidade do Rio de Janeiro. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 21, 2026, Goiânia. Anais... Goiânia: ANTAC, 2026.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8701

INTRODUÇÃO

Edifícios corporativos com extensas superfícies envidraçadas tornaram-se recorrentes na paisagem urbana, especialmente em contextos de arquitetura corporativa internacionalizada. Embora essa solução favoreça o aproveitamento da iluminação natural, seu uso indiscriminado gera problemas de desempenho ambiental, como o superaquecimento dos ambientes internos e o aumento da demanda energética para climatização [1,2]. Em regiões de clima quente e úmido, como o Rio de Janeiro, tais efeitos são intensificados devido aos elevados níveis de radiação solar [3].

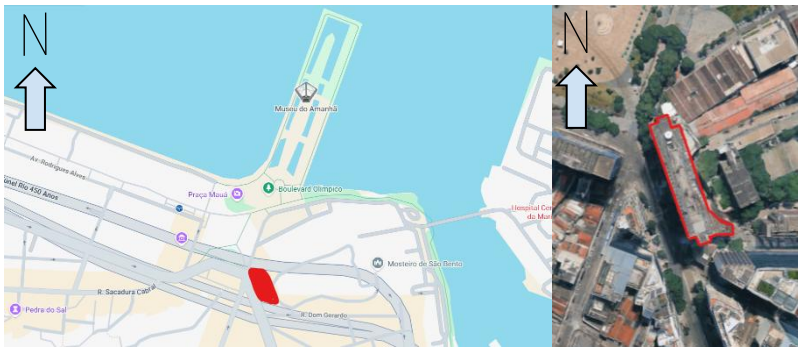
Nesse contexto, a envoltória dos edifícios assume papel central no desempenho térmico e energético, uma vez que as superfícies transparentes são elementos críticos nas trocas de calor. Estudos apontam que edificações altamente envidraçadas, quando não adequadamente projetadas, tendem a apresentar desempenho ambiental insatisfatório, com frequentes queixas ao desconforto térmico e visual [1].

Dessa forma, estratégias de *retrofit* para a melhoria do desempenho da envoltória tornam-se fundamentais. No caso de edificações como o edifício Rio Branco 1 (RB1), prédio símbolo do pós-modernismo, implantado na zona portuária do Rio de Janeiro, caracterizado por grandes superfícies envidraçadas e ausência de dispositivos de sombreamento, observa-se a intensificação dos ganhos térmicos internos [4]. Entre as estratégias, o uso de películas de controle solar aplicadas aos vidros, são uma solução de fácil implementação e menor custo. Essas películas são capazes de reduzir a transmitância da radiação, e ainda permitir bons níveis de iluminação natural. Assim, melhoram o conforto térmico e a eficiência energética [5].

As películas disponíveis no mercado possuem variações em suas propriedades ópticas e térmicas, como fator solar, coeficiente de sombreamento e transmissão luminosa, parâmetros que influenciam o desempenho. A escolha inadequada desses parâmetros pode comprometer os resultados esperados, reforçando a necessidade de uma especificação baseada nas condições climáticas e nas características do edifício [5].

O edifício RB1, localizado na Praça Mauá (Figura 1), no centro do Rio de Janeiro, está em um local de relevância histórica, marcado por transformações. Implantado em uma área de atividades portuárias e de comércio internacional, o edifício surgiu no século XX, como um processo de revalorização e reocupação do centro [4].

Figura 1: À esquerda, planta de localização do edifício RB1, à direita, implantação



Fonte: Os autores, 2026.

O RB1 passou por alterações ao longo do tempo, incorporando elementos associados à arquitetura pós-moderna. Sua volumetria (Figura 2) e o uso extensivo de vidros refletem uma tendência internacional para expressar modernidade e poder econômico. Sua implantação buscou reforçar a região como polo de negócios [4], especialmente em um período de esvaziamento econômico do centro da cidade.

Figura 2: Edifício RB1 em seu contexto



Fonte: A. Jacob, 2016.

O clima do Rio de Janeiro, classificado como subtropical quente e úmido (Cfa segundo Köppen), caracteriza-se por elevadas temperaturas, alta umidade relativa do ar e significativa incidência solar [4]. Assim, superfícies envidraçadas favorecem o ganho excessivo de calor. Então, o RB1 se demonstra como um marco arquitetônico e urbano, e como um exemplo das limitações de modelos importados. Sua análise é relevante para a compreensão dos desafios de desempenho e à necessidade de adaptação de soluções ao clima local.

O referente artigo trata-se de um estudo de caso com objetivo de avaliar o impacto da aplicação de películas de vidro para controle solar no desempenho termoenergético de um edifício corporativo no clima tropical úmido. Por meio de simulações computacionais, os vidros atuais do edifício RB1 serão comparados com diferentes configurações de películas, buscando compreender de que forma a variação das propriedades influencia o desempenho, evidenciando seu potencial como estratégia de retrofit rápido e econômico.

METODOLOGIA

Para a avaliação do desempenho termoenergético da envoltória do edifício estudado, foi considerado o clima local, utilizando-se o arquivo climático TMYx do Aeroporto Santos Dumont, localizado próximo à edificação analisada. Na sequência, realizou-se a modelagem no software Rhinoceros 8, com base nas informações disponíveis sobre sua volumetria e materiais construtivos. Posteriormente, foram definidos os parâmetros operacionais, e as condições de ventilação e climatização. Para a análise dos resultados, foram elaborados quatro cenários no ClimateStudio, contemplando a condição original e a aplicação de películas de controle solar, ajustando os parâmetros de SHGC e Tvis. Por fim, os resultados foram comparados com o cenário de referência, a fim de avaliar a influência das películas sobre o desempenho energético e o conforto térmico da edificação.

O controle da iluminação artificial foi realizado por meio da estratégia de dimerização do ClimateStudio. Para cada zona térmica, foi definido um nível de iluminância de referência, conforme Tabela 3, em “MODELO COMPUTACIONAL”. O software calcula a contribuição da iluminação natural ao longo do dia, e ajusta a potência da iluminação artificial para complementar apenas o necessário ao atendimento do nível de iluminância especificado. Assim, reduções na Tvis dos vidros resultam em menor disponibilidade de luz natural e, então, em maior demanda pela luz artificial.

Os sistemas envidraçados foram modelados pelo método simplificado, utilizando os parâmetros de U-value, coeficiente de ganho de calor solar e transmitância visível. A adoção desse método é adequada para estudos de retrofit, uma vez que permite representar o comportamento térmico e óptico dos sistemas envidraçados sem alterar a camada de vidro do edifício.

PARÂMETROS AVALIADOS

O desempenho térmico das superfícies envidraçadas em edificações é determinado por um conjunto de parâmetros que influenciam o balanço energético do ambiente interno. Entre esses parâmetros, destacam-se o coeficiente de ganho de calor solar (SHGC), a transmissão luminosa visível (Tvis) e a transmitância térmica (U-value).

O SHGC representa a radiação solar incidente que é transmitida para o interior. Em climas quentes, este parâmetro assume papel central no desempenho térmico, uma vez que valores elevados estão associados ao aumento das cargas térmicas internas, aumentando o consumo de energia para resfriamento [6,7]. Por sua vez, a transmissão luminosa visível (Tvis) indica a fração da luz natural que atravessa o vidro, sendo fundamental para a iluminação natural. Valores elevados favorecem o seu aproveitamento. No entanto, a redução do SHGC pode implicar na diminuição da Tvis.

A taxa de transferência de calor por condução, em função da diferença de temperatura interna e externa, é o U-value. Embora seja um indicador importante de isolamento, seu impacto em climas quentes é geralmente secundário [6]. Dessa forma, o desempenho dos vidros deve considerar o equilíbrio entre a redução dos ganhos térmicos e a manutenção de níveis adequados de iluminação natural. Tal abordagem é especialmente relevante em estudos com aplicação de películas, uma vez que não é possível melhorar o Tvis.

MODELO COMPUTACIONAL

O modelo foi dividido em 5 zonas térmicas. A primeira está nos 2 pavimentos de lojas, os 10 próximos pavimentos tem a zona de garagem, seguidos dos 18 com salas corporativas, e os 3 últimos com zona de pavimento técnico. Dentro de todas as zonas, estão mais duas regiões para os elevadores. O edifício foi modelado com base nas plantas originais do projeto. Os parâmetros de uso do espaço das zonas térmicas foram normatizados, e os de construção do edifício, pautados em acordo com Rheingantz (1995), conforme Tabela 1. A Tabela 2 detalha os parâmetros construtivos usados em

todas as simulações e em todas as zonas, com exceção do tipo de vidro, e a Tabela 3, exibe os valores de uso do espaço em cada zona.

Tabela 1: Características dos elementos segundo Rheingantz (1995) e projeto disponibilizado

Elemento	Características
Fachada	Concreto armado, revest. em granito rosa, espessura aproximada de 18cm
Paredes int.	Drywall ou blocos de concreto revestidos com reboco. Espessura de 10cm
Cobertura	Laje de concreto armado, contrapiso, manta impermeabilizante e proteção mecânica. Espessura aproximada de 18cm
Vidros	Vidro tríplex 6,4mm, cor azul 17, e esquadria de alumínio anodizado preto

Fonte: Os autores, 2026

Tabela 2: Parâmetros construtivos da edificação

Elemento	U-Value (W/m².K)	Capacidade térmica (kJ/K/m².K)	SHGC	Tvis
Fachada	2,963	190	-	-
Paredes int.	3,497	58,76	-	-
Cobertura	2,564	1140	-	-
Envidraçamento	5,82	-	0,584	0,444

Fonte: Os autores, 2026

Tabela 3: Parâmetros de uso do espaço em cada zona térmica

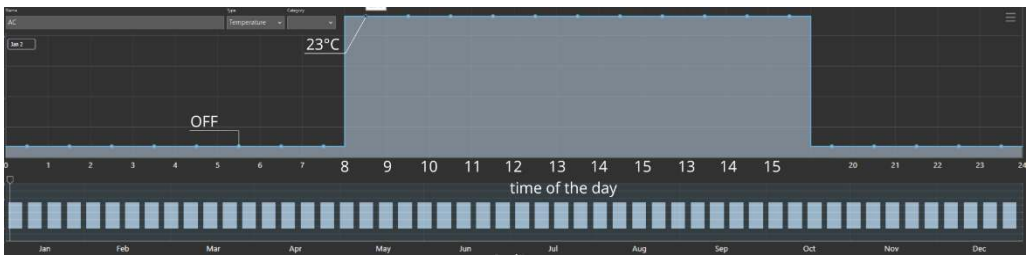
Zona térmica	Ocup. (1,2met)	Equip.	Iluminação	Ar fresco
Lojas	0,3(P/m²)	8 W/m²	12(W/m²); 500Lux	0,4(L/S/m²); 7,5(L/s/p)
Garagens	0,03(P/m²)	1 W/m²	3(W/m²); 100Lux	0(L/S/m²); 0(L/s/p)
Salas corp.	0,12(P/m²)	10 W/m²	15(W/m²); 500Lux	1(L/S/m²); 10(L/s/p)
Área técnica	0,071(P/m²)	7 W/m²	15(W/m²); 500Lux	1(L/S/m²); 10(L/s/p)

Fonte: Os autores, 2026

O tempo de ocupação, foi considerado como a média de funcionamento das salas, de segunda à sexta-feira, das 09 horas às 18 horas. Esse parâmetro determina o funcionamento da iluminação, dos equipamentos, e do sistema de refrigeração.

Os parâmetros de climatização foram definidos de acordo com referências técnicas e informações disponíveis sobre o edifício. Segundo o site do RB1 [9], é utilizado um sistema VRF, que opera durante a ocupação (Figura 3). Foi adotado um COP de 3,8 (Tabela 4), valor especificado por fabricantes. Quanto ao dimensionamento, o Cooling Sizing foi configurado para atender à carga térmica calculada, assim, o sistema foi programado para manter a temperatura em 23°C. A temperatura de insuflamento foi definida com base no Manual de Sistemas e Equipamentos HVAC da ASHRAE [8], que recomenda valores próximos de 13 °C. As zonas térmicas condicionadas são às lojas e salas corporativas. A Figura 4 apresenta o modelo.

Figura 3: Schedule de funcionamento do ar-condicionado



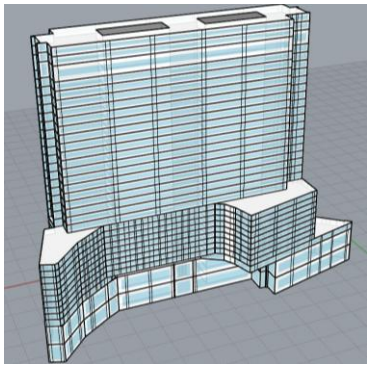
Fonte: os autores, 2026.

Tabela 4: Parâmetros do sistema de climatização

Sistema	COP	Cooling Sizing	insuflamento	Umidade máx.	Umidade mín.
Ar-cond.	3,8	1	13°C	60%	50%

Fonte: Os autores, 2026

Figura 4: Modelo com as zonas térmicas



Fonte: Os autores, 2026

RESULTADOS

A Tabela 5 contém o resumo dos parâmetros da película em cada situação projetada.

Tabela 5: Resumo dos cenários simulados e parâmetros

Cenário	SHGC	Tvis
Situação atual	0,584	0,444
Sit. Proj. A	0,205	0,437
Sit. Proj. B	0,194	0,385
Sit. Proj. C	0,147	0,252

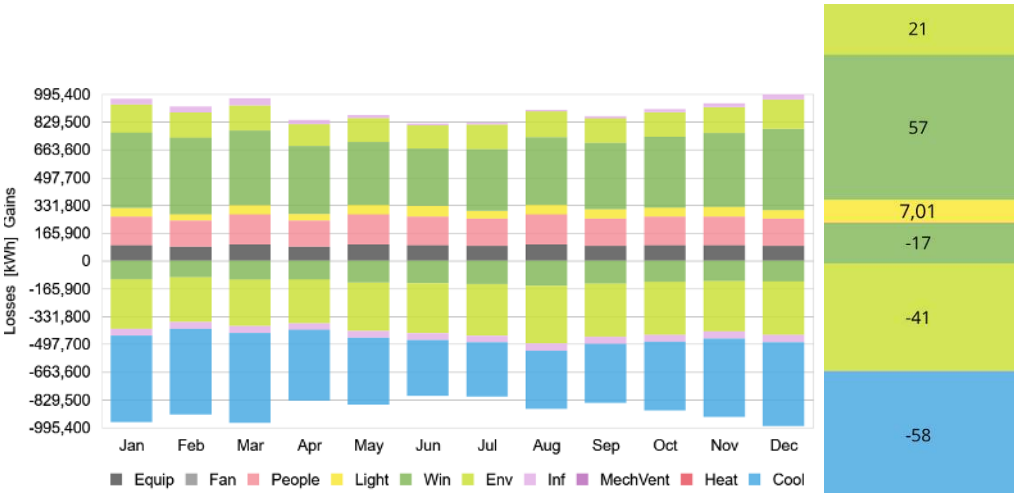
Fonte: os autores, 2026.

SITUAÇÃO ATUAL

Na condição atual do empreendimento, o sistema envidraçado apresenta transmitância térmica de 5,82 W/(m²·K), SHGC de 0,584 e Tvis de 0,444.

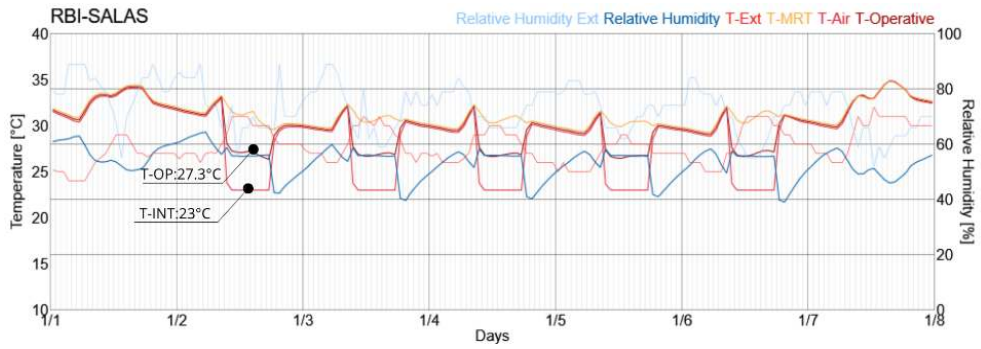
Os resultados indicam que os vidros da fachada constituem a principal fonte de ganhos térmicos (Figura 5), contribuindo para o aumento da carga de resfriamento. Em contrapartida, a transmitância visível do sistema permite o aproveitamento da iluminação natural, reduzindo a necessidade de acionamento da iluminação artificial durante a ocupação. Consequentemente, a fachada também representa a principal origem do calor removido pelo sistema de climatização, conforme evidenciado pelos valores negativos de carga térmica na Figura 5. Considerando uma semana típica de janeiro, um dos meses mais quentes do ano na cidade, a temperatura operativa máxima registrada durante o horário de funcionamento foi de 27,3 °C (Figura 6).

Figura 5: Cargas térmicas mês/mês (kWh) e média anual (kWh/m²) da situação atual do RB1



Fonte: Os autores, 2026

Figura 6: Temperatura operativa em semana típica de janeiro - Situação atual



Fonte: Os autores, 2026

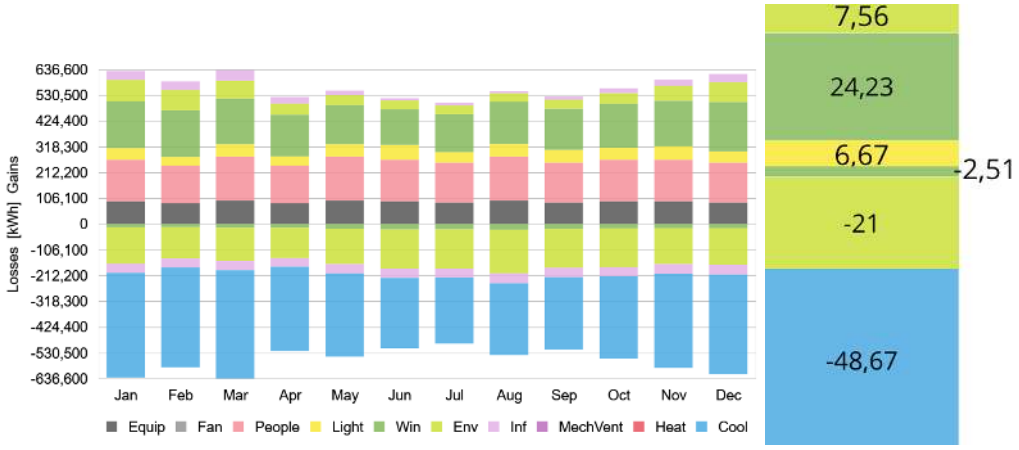
SITUAÇÃO PROJETADA - A

O primeiro teste adotou uma película com pouca alteração na Tvis (0,437) e no SHGC (0,205). Os resultados da média dos ganhos de energia (Figura 7) indicam que os ganhos térmicos anuais pelos vidros foram reduzidos em 32,77 kWhm² em relação ao original. Assim como os ganhos pelo envelope, que também apresentaram boa redução. Os ganhos associados à iluminação artificial sofreram pequena redução na média anual; entretanto, a análise mensal possui valores superiores aos da situação atual durante a maior parte do ano.

Além disso, o ganho mensal máximo registrado foi de 636,600 kWh em fevereiro, valor 358,800 kWh inferior à máxima da condição atual, em dezembro. Considerando uma semana típica de janeiro (Figura 8), a temperatura operativa máxima atingiu 26,2 °C, uma redução de 1,0 °C da original. Esse comportamento ocorre pela menor entrada de radiação solar, reduzindo o aquecimento das superfícies internas e, logo, a temperatura radiante média dos ambientes.

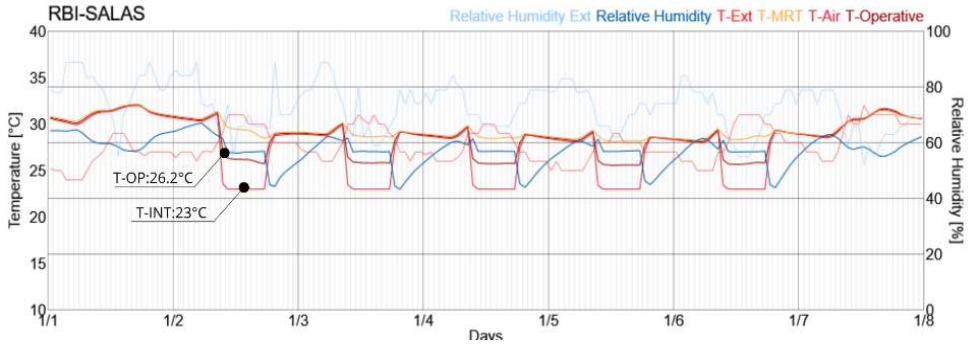
DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8701

Figura 7: Cargas térmicas mês/mês (kWh) e média anual (kWh/m²) da situação A do RB1



Fonte: Os autores, 2026

Figura 8: Temperatura operativa em semana típica de janeiro - Situação A



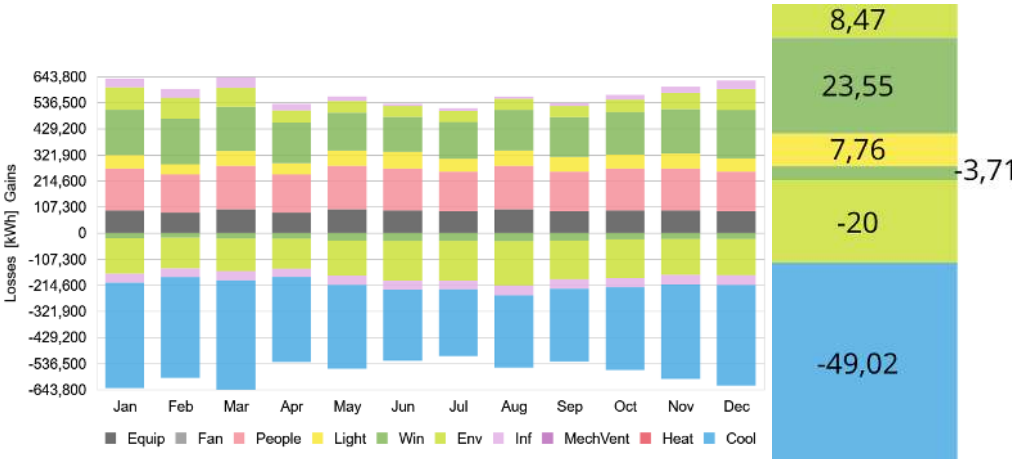
Fonte: Os autores, 2026

SITUAÇÃO PROJETADA - B

A situação B considera uma película com Tvis de 0,385, associada a um SHGC de 0,194. Os resultados da média dos ganhos de energia (Figura 9) indicam que os ganhos térmicos anuais pelos vidros foram reduzidos em 33,45 kWh/m² em relação à condição original. Em contrapartida, os ganhos decorrentes da iluminação artificial aumentaram 10,70%, em função da menor transmitância visível.

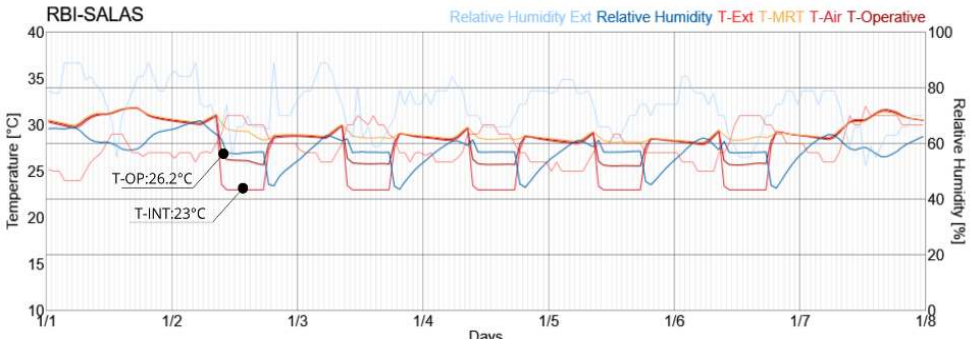
Ao analisar as cargas térmicas removidas pela refrigeração dos vidros e da fachada, observa-se uma redução anual de 13,29 kWh/m² e 21 kWh/m², respectivamente. Na semana típica de janeiro, a temperatura operativa máxima permaneceu em 26,2 °C (Figura 10), sugerindo que reduções adicionais do SHGC produziram ganhos maiores no conforto térmico se comparadas ao cenário anterior.

Figura 9: Cargas térmicas mês/mês (kWh) e média anual (kWh/m²) da situação B do RB1



Fonte: Os autores, 2026

Figura 10: Temperatura operativa em semana típica de janeiro - Situação B

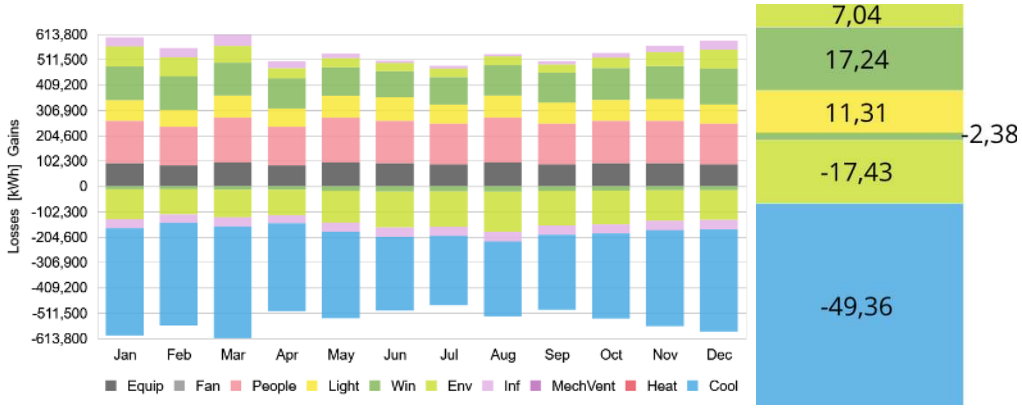


Fonte: Os autores, 2026

SITUAÇÃO PROJETADA - C

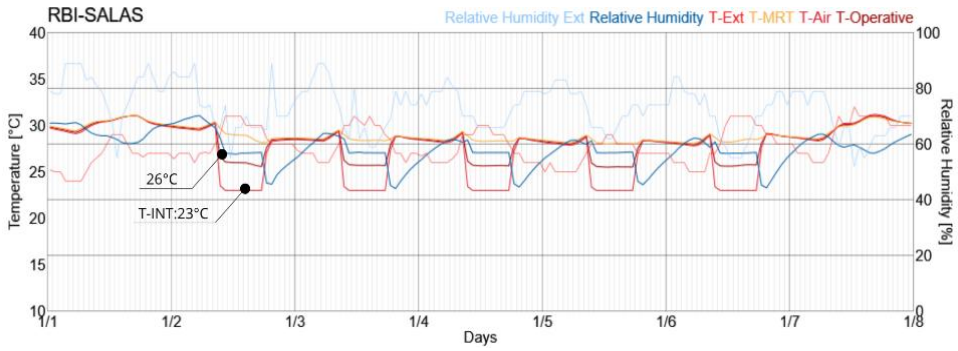
A situação C adota uma película com Tvis de 0,252, SHGC de 0,147. Os resultados apresentados na Figura 11 indicam que os ganhos térmicos pelos vidros foram reduzidos em 39,73 kWhm² por ano, em relação à condição original. Entretanto, em razão da menor transmitância visível, o consumo de iluminação artificial aumentou expressivamente em 61,34% do cenário de referência. Ainda assim, os ganhos de energia anuais através do envelope apresentaram redução de 66,5. Na semana típica de janeiro, a temperatura operativa máxima atingiu 26,0 °C, representando uma redução de 1,3 °C em comparação à condição original (Figura 12). Essa película reduz o SHGC ao bloquear boa parte da radiação solar, diminuindo o calor que entra no ambiente, e os ganhos pela envoltória. Ao mesmo tempo, a baixa Tvis limita a disponibilidade de luz natural, ocorrendo uma redução simultânea do ganho térmico e da iluminância interna, explicando a queda na carga de resfriamento e o aumento considerável da iluminação artificial.

Figura 11: Cargas térmicas mês/mês (kWh) e média anual (kWh/m²) da situação C do RB1



Fonte: Os autores, 2026

Figura 12: Temperatura operativa em semana típica de janeiro - Situação B



Fonte: Os autores, 2026

RESUMO DOS RESULTADOS

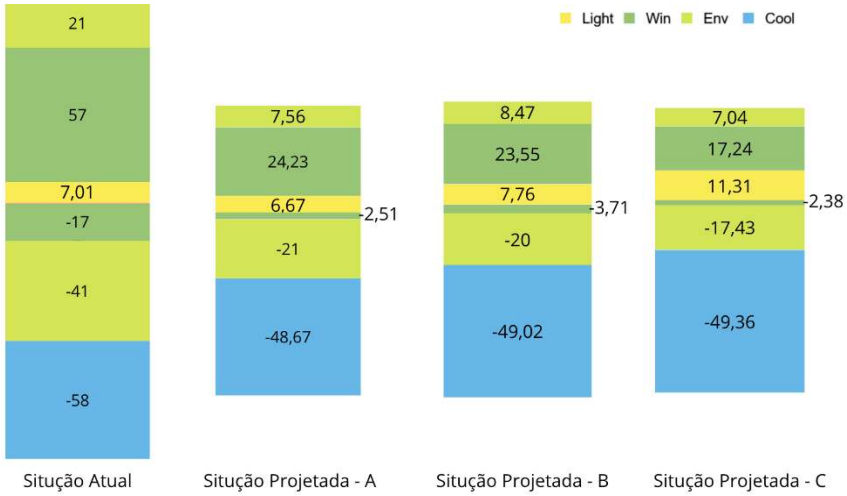
Os resultados mostram que a aplicação de películas reduz significativamente os ganhos térmicos, diminuindo a demanda por resfriamento. Porém, há aumento no uso de iluminação artificial, pela redução do Tvis. Ainda assim, os cenários têm melhora no conforto térmico ao reduzir a temperatura operativa, e no desempenho energético. A Tabela 6 é um resumo dos resultados em cada situação.

Tabela 6: Resumo percentual dos resultados (medidas em KWhm²)

Componente	Atual	Proj. A	Δ A	Proj. B	Δ B	Proj. C	Δ C
Vidro-Ganho	57	24,23	-57,5%	23,55	-58,7%	17,24	-69,8%
Vidro-Perda	-17	-2,51	-85,2%	-3,71	-78,2%	-2,38	-86,0%
Env.-Ganho	21	7,56	-64,0%	8,87	-57,8%	7,04	-66,5%
Env.-Perda	-41	-21	-48,8%	-20	-51,2%	-17,43	-57,5%
Ilu-Ganho	7,01	6,67	-4,9%	7,76	+10,7%	11,3	+61,3%
A.C.-Perda	-58	-48,67	-16,1%	-49,02	-15,5%	-49,36	-14,9%
Tem. Op. (°C)	27,3	26,2	-1,1	26,2	-1,1	26	-1,3

Fonte: os autores, 2026

Figura 13: Resumo percentual e gráfico dos resultados



Fonte: Os autores, 2026

Estudos do Lawrence Berkeley National Laboratory [10] indicam que películas de controle solar aplicadas aos vidros podem reduzir o consumo energético de resfriamento entre 5% e 15%, podendo atingir até 50% em edifícios com alta taxa de envidraçamento e condições climáticas quentes. Esses valores são consistentes com reduções observadas nas simulações das situações projetadas para o RB1.

CONCLUSÃO

Os resultados demonstram que a aplicação de películas de controle solar pode ser uma boa estratégia econômica de retrofit em climas quentes e úmidos. Entre os cenários, a Situação B apresentou o melhor desempenho global, combinando reduções dos ganhos térmicos e da demanda de resfriamento, mas ainda com um consumo de iluminação artificial acima do esperado. Embora a Situação C tenha proporcionado as maiores reduções dos ganhos solares e da temperatura operativa, o aumento expressivo da demanda por iluminação compromete os benefícios. Já a Situação A obteve melhorias discretas, pela menor alteração das propriedades dos vidros.

A principal contribuição do estudo é demonstrar o potencial das películas de controle solar como solução de retrofit de fácil aplicação para melhoria do desempenho termoenergético de edifícios existentes. Embora não sejam a solução mais eficiente quando comparadas a intervenções mais robustas, apresentam boa relação custo-benefício e são uma alternativa viável em contextos de intervenções mais delicadas em fachadas. Evidencia ainda, que, normalmente, as diminuições dos ganhos térmicos pelas películas são simultâneas com a diminuição da iluminância interna e visibilidade, aumentando os custos com iluminação artificial, por esse motivo, o estudo para sua aplicação deve ser aprofundado.

Como limitação, destaca-se a consideração apenas do desempenho termoenergético e térmico, não abrangendo aspectos de conforto visual e ofuscamento. Além disso, não foi realizada a cotação econômica das intervenções.

Por fim, recomenda-se que pesquisas futuras ampliem a análise para diferentes tipologias de edifícios e zonas climáticas, bem como incorporem avaliações de conforto visual, custos de implementação e tempo de retorno do investimento, de modo a fornecer subsídios mais abrangentes para a tomada de decisão nos projetos.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) e ao suporte do Centro Universitário La Salle do Rio de Janeiro (Unilasalle-RJ).

DECLARAÇÃO

Durante a preparação deste artigo, o primeiro autor utilizou o Claude IA e o Chat GPT para tradução, e melhoria do texto. Após a utilização da ferramenta, os autores revisaram e editaram o conteúdo conforme necessário e assumem total responsabilidade pelo conteúdo do artigo publicado.

REFERÊNCIAS

[1] GOIA, F.; PERINO, M.; SERRA, V. **Improving thermal comfort conditions by means of PCM glazing systems.** *Energy and Buildings, v. 60, p. 442–452, 2013.*

[2] OU, Y. **Quantitative study of reflection of sunlight by a glass curtain wall resulting in a visual masking effect.** *Applied Optics*, v. 53, n. 29, p. 6893–6899, 2014.

[3] CETINER, I.; ÖZKAN, E. **An approach for the evaluation of energy and cost efficiency of glass façades.** *Energy and Buildings*, v. 37, p. 673–684, 2005.

[4] RHEINGANTZ, P. A. **Análise pós-ocupação do Centro Empresarial Internacional Rio.** In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 3., 1995, Gramado. Gramado: ANTAC, 1995.

[5] FERREIRA, R. C.; ALVES, E. G. P. S. **Comportamento óptico de vidros e películas de proteção solar e sua relação com o conforto ambiental.** *Revista Brasileira de Ciências Ambientais (RBCIAMB)*, n. 38, p. 31–45, 2015.

[6] ASHRAE. *ASHRAE Handbook – **Fundamentals**.* Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, 2021.

[7] LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando. **Eficiência energética na arquitetura.** 3ª edição. São Paulo: PW, 2014.

[8] ASHRAE. HVAC Systems and Equipment Handbook. Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, 2020.

[9] CONDOMÍNIO RB1. *Estrutura*. 2022. Disponível em: <https://rb1-condominio.com.br/rb1/>. Acesso em: 19 abr. 2026.

[10] WINDOW FILM DEPOT. Office window tinting: commercial window films for comfort and energy efficiency. Window Film Depot, 2025. Disponível em: https://www.windowfilmdepot.com/blog/office-window-tinting-for-comfort-and-energy-efficiency/. Acesso em: 21 jun. 2026.