XVIII ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO
XIV ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO
AMBIENTE CONSTRUÍDO E USUÁRIO: PERSPECTIVAS LATINO-AMERICANAS

Conforto térmico e consumo energético nos climas atual e futuros: Análise de tipologias residenciais unifamiliares em Vitória (ES)

Confort térmico y consumo energético en los climas actual y futuros: Análisis de tipologías residenciales unifamiliares en Vitória (ES)

Thermal Comfort and Energy Consumption in Current and Future Climates: Analysis of single-family residential typologies in Vitória (ES)

Conforto Térmico / *Confort Térmico / Thermal Comfort*

Fiorot Dell'Santo, Luisa
Estudante de graduação, UFMG, Belo Horizonte, Brasil, luisafiorotds@gmail.com

Carvalho Ferreira, Camila
Professora doutora, UFMG, Belo Horizonte, Brasil, camilaccferreira@yahoo.com.br

Resumo

As mudanças climáticas impactam diversos setores da sociedade, incluindo a construção civil, vulnerável tanto a desastres ambientais quanto ao desempenho de seus componentes isolados no dia a dia. Como uma forma de mensurar tais efeitos no setor residencial, analisou-se uma tipologia representativa do parque edificado de Vitória (ES), a fim de identificar as tipologias construtivas mais relevantes e analisá-las sob a ótica do conforto adaptativo da ASHRAE 55. As análises partiram de simulações computacionais e foram realizadas para o clima atual e futuro, variando a dimensão das aberturas e a cor da fachada em duas vedações verticais de uma unidade familiar. Os resultados indicam que todas as tipologias contarão com menos horas de conforto e maior consumo de energia. No modelo de paredes de concreto e fachada clara, a redução no conforto chega a 46% e o aumento no consumo a 39%, evidenciando a necessidade de adotar técnicas mitigadoras nas construções.

Palavras-chave: Conforto ambiental. Setor residencial. Consumo energético. Climas futuros.

Resumen

El cambio climático impacta a varios sectores de la sociedad, incluida la construcción, que es vulnerable tanto a los desastres ambientales como al desempeño de sus componentes individuales en el uso diario. Para medir estos efectos en el sector residencial, se analizó el entorno construido de Vitória (ES) con el objetivo de identificar las tipologías constructivas más relevantes y evaluarlas desde la perspectiva del confort adaptativo de la norma ASHRAE 55. Los análisis se basaron en simulaciones computacionales y se realizaron para el clima actual y futuro, variando el tamaño de las aberturas y el color de la fachada en dos cerramientos verticales de una unidad familiar. Los resultados indican que todas las tipologías contarán con menos horas de confort y un mayor consumo de energía. En el modelo con paredes de concreto y fachada clara, la reducción del confort alcanza el 46% y el aumento del consumo energético el 39%, lo que evidencia la necesidad de adoptar técnicas de mitigación en la construcción.

Palabras clave: Confort ambiental. Sector residencial. Consumo energético. Climas futuros.

Abstract

Climate change impacts various sectors of society, including the construction industry, which is vulnerable both to environmental disasters and to the performance of its individual components in daily use. To measure these effects in the residential sector, the built environment of Vitória (ES) was analyzed to identify the most relevant construction typologies and assess them through the lens of ASHRAE 55 adaptive comfort. The analyses were based on computational simulations and considered both current and future climates, varying the size of openings and the façade color in two vertical enclosures of a single-family unit. The results indicate that all typologies will have fewer comfort hours and higher energy consumption. In the model with concrete walls and a light-colored façade, comfort is reduced by up to 46% and energy consumption increases by 39%, highlighting the need to adopt mitigation techniques in construction.

Keywords: Environmental comfort. Residential sector. Energy consumption. Future climates.

Introdução

As mudanças no clima não impactam apenas a biodiversidade, elas superam fronteiras e atingem variados setores da sociedade. O ano de 2024 foi o mais quente no Brasil desde o início dos registros realizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), a 0,79°C acima da média histórica 1991/2020, que é equivalente a 24,23°C (INMET, 2025).

Segundo o último Balanço Energético Nacional, o consumo de energia elétrica aumentou 5,2% em relação ao ano anterior, sendo que o setor residencial contribuiu com 9,1%, o mais expressivo entre as categorias (EPE, 2024). O aumento das temperaturas externas e as alterações das demais variáveis do clima afetam as temperaturas internas das edificações, que se elevam e reduzem a qualidade ambiental das edificações. O usuário, ao se sentir desconfortável, é compelido a modificar o ambiente, seja por meio condicionamento ativo ou pela alteração da arquitetura em sua volta (D'ELL SANTO; ALVAREZ; NICO-RODRIGUES, 2014). Considerando a primeira opção, é fato que se pode esperar aumento do consumo energético do setor residencial, como já observado pelo BEN, o que serve de alerta para possíveis impactos na demanda energética nas próximas décadas.

Nessa seara, Guarda, Domingo e Sanches (2024) observaram os efeitos das mudanças do clima em uma habitação unifamiliar em Cuiabá (MT), a partir de análises de conforto adaptativo e consumo de energia. Os arquivos climáticos gerados pelo programa *Future Weather Generator* foram utilizados para simulações de uma composição base, em alvenaria, e outras duas adaptações (com Poliestireno Expandido, o EPS, e lã de rocha) para o clima futuro. O estudo apresentou aumento de até 4,81°C nas temperaturas externas, queda na umidade relativa média, redução de 63% das horas em conforto em determinados cômodos e aumento de até 50% do consumo de energia da HIS. Bracht et al (2024), ao desenvolver arquivos climáticos futuros para as capitais estaduais brasileiras nos RCPs (*Representative Concentration Pathway*) 2.6 e 8.5 e simular uma habitação unifamiliar, encontra tendências semelhantes: aumento das temperaturas externas, redução da umidade relativa do ar e aumento de até 555% para o graus-hora de resfriamento no cenário mais pessimista.

Tais estudos são essenciais para o setor residencial, haja vista que se busca promover vida útil mínima de aproximadamente 50 anos para as edificações em concreto, tempo considerável para que o ambiente construído sofra com as mudanças do sistema climático (ABNT, 2013). Nesse sentido, estudos com projeções futuras tornam-se aliados à previsão de cenários e podem contribuir com o direcionamento de políticas públicas que antevejam soluções mitigadores dos efeitos das mudanças climáticas, como o aumento do consumo de energia.

Propor revisões aos planos diretores e códigos de edificações para que disponham sobre temáticas que ultrapassem os requisitos mínimos das construções, abrangendo também as estratégias construtivas, é apenas uma das medidas que podem ser exploradas para lidar com as transformações climáticas na escala da edificação.

Objetivo

O objetivo do presente trabalho foi mensurar a condição de conforto térmico e o consumo de energia no clima atual e nos climas futuros para uma planta unifamiliar residencial, a partir da variação de vedações verticais representativas para a cidade de Vitória/ES segundo diferentes RCP's.

Metodologia

Para as análises desenvolvidas optou-se pela utilização do recurso da simulação computacional, com o *EnergyPlus*, versão 9.6. Foram adotadas seis etapas metodológicas, que podem ser conferidas a seguir: (1) Levantamento do parque edificado; (2) Seleção das tipologias a serem analisadas; (3) Desenvolvimento dos arquivos de simulação; (4) Simulações de conforto térmico para os cenários determinados; (5) Simulações de consumo de energia; e (6) Tratamento de dados.

Levantamento do Parque Edificado – Vitória (ES)

Vitória é a capital do estado do Espírito Santo, pertencente à Região Sudeste brasileira. Por integrar a zona bioclimática 8, as principais recomendações feitas aos projetos arquitetônicos são relativas à importância da ventilação cruzada durante todo o ano, ao sombreamento das aberturas e à demanda de refrigeração artificial nas estações mais quentes do ano (ABNT, 2005).

Segundo os dados do Censo de 2022, há 128.617 domicílios particulares permanentes ocupados, sendo 49,9% dos domicílios do tipo "casa", enquanto os outros 49,0% são relativos à tipologia "apartamento", o restante do percentual é composto por casas de vila/condomínio ou cortiços, maloca e estrutura degradada ou inacabada. Portanto, o município apresenta equilíbrio quantitativo entre os tipos de domicílios, com uma ligeira maioria do tipo "casa", mesmo com tendências de aumento da população em unidades multifamiliares (SIPCES, 2024). A atual média de moradores em domicílios particulares permanentes ocupados, divulgada pelo Censo 2022, é de 2,5 moradores. Não obstante, em relação à distribuição da

classe socioeconômica na esfera estadual, a classe C (composta pelas subdivisões C1 e C2) é majoritária no Espírito Santo, detendo fatia de 50,6% (ELETROBRAS, 2019).

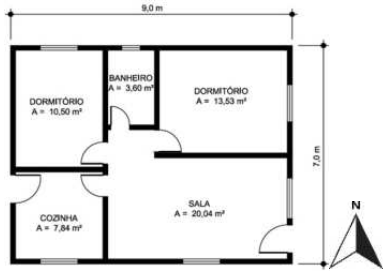
Os dados da Pesquisa de Posses de 2019 também contribuem para o reconhecimento das características físicas das construções capixabas. No cenário estadual, há predomínio da alvenaria com revestimento externo, seguido pela envoltória vertical estrutural de concreto maciço (ELETROBRAS, 2019). Entretanto, também é importante analisar as movimentações do mercado da construção civil com o intuito de identificar novas soluções construtivas que, com o tempo, podem ser empregadas com maior expressividade nos projetos. No Espírito Santo, uma solução já bem propagada é o *Insulated Concrete Forms* (ICF), que é caracterizado pelo método de construção rápida, um ponto chave atrativo às construtoras, uma vez que reduz os custos nos canteiros de obra (TÁVORA, CIRILO e CORREIA, 2023). Há forte divulgação acerca das propriedades do EPS, como a promoção de melhora do conforto ambiental e redução do consumo de energia elétrica para refrigeração do ambiente. Nesse sentido, a exploração acadêmica da aludida envoltória torna-se relevante, como forma de testar suas propriedades.

A cor predominante das fachadas no estado é a clara, que engloba cerca de 89,8% das construções – um percentual superior às médias regionais das classes sociais C1 e C2, que variam entre 64% e 65% (ELETROBRÁS, 2019). Além disso, em 63,1% dos casos levantados pela PPH, não foi detectada proteção solar e, quando o elemento de sombreamento era presente, o tipo majoritário correspondia a varandas acima da janela. Apesar de os dados serem à nível estadual, pesquisas como as de Eller *et al* (2024) e Barros *et al* (2020) reforçam as tendências identificadas pela Pesquisa de Posses para a capital capixaba.

Seleção das tipologias

Com base no levantamento inicial, foi selecionada uma tipologia unifamiliar com dois quartos, um banheiro e uma sala separada da cozinha (Figura 1). A planta tipo possui área varrida igual a 55,5 m² e se aproxima daquelas características de habitações de interesse social (HIS). O pé-direito da unidade mede 2,7 metros e a altura de piso a piso equivale a 2,8 metros.

Figura 1: Planta unifamiliar selecionada para a análise.



Fonte: Sorgato (2009, p. 81). Planta adaptada pelas autoras (2025).

Foram definidas duas envoltórias verticais representativas: (i) a parede de concreto maciça, com espessura de 10 cm, cujo método construtivo é frequente em empreendimentos de HIS, e (ii) a envoltória de ICF, composta por dois painéis de EPS recheados por concreto, que passaram a ganhar destaque e aderência na capital do estado nos últimos anos (Tabela 1). Os componentes da cobertura consistem em laje maciça de concreto de 10 cm, câmara de ar (ático) e telha cerâmica com absortância 0,7 (Tabela 1). Diferentes tamanhos de aberturas foram testados: dimensões "pequenas" que seguem as diretrizes do Código de Edificações de Vitória, promulgado em 1998, e dimensões "grandes", compatíveis com as recomendações de aberturas com áreas iguais a 40%, conforme ABNT (2005). Vale ressaltar que as aberturas grandes não foram sombreadas, mesmo com a recomendação da NBR 15220-3 (2005), uma vez que os dados da PPH de 2019 indicam a ausência de proteção solar nas janelas na maioria dos levantamentos. Por fim, a absortância das fachadas foi variada para os valores 0,4 e 0,7.

Tabela 1: Características e propriedades termo físicas das envoltórias adotadas.

Composição	Transmitância Térmica (U)	Capacidade Térmica (CT)	Atraso térmico
Argamassa Externa 1,5cm + Concreto maciço 10cm + Argamassa Interna 1,5cm	4,4 W/m²K	240,0 kJ/m²K	2,4 h
Argamassa Externa 0,5cm + EPS 5,0cm + Concreto 4,0 cm + EPS 5,0 cm + Argamassa Interna 0,5cm	0,4 W/m²K	140,9 kJ/m²K	10,2 h
Telha cerâmica (absortância 0,7) + Câmara de ar + Laje maciça 10 cm	2,0 W/m²K	238,0 kJ/m²K	5,2 h

Fonte: As autoras adaptado de ProjetEEE (2025).

Para a simulação, considerou-se que as janelas de todos os ambientes possuem percentual de ventilação equivalente a 45% e que o vidro possui transmitância térmica igual a 5,70 W/m²K e fator solar equivalente a 0,87, características que correspondem a um vidro liso comum no mercado.

Modelagem das tipologias e configuração dos dados de entrada

A modelagem resultou na criação de seis zonas: cinco para os ambientes da unidade e uma para o telhado, que conta com beiral de 40 cm de largura em todos os lados (Figura 2). As superfícies em contato com o solo foram configuradas através do objeto "*Site:GroundDomain:Slab*" e a metodologia seguida foi a descrita por Eli *et al*. (2019).

Figura 2: Perspectiva da modelagem da unidade analisada.



Fonte: As autoras (2025).

A consideração da ventilação natural na simulação deu-se através do uso do modelo de cálculo "*Airflow Network*". Para as janelas dos ambientes de permanência prolongada, adotou-se o modo "*ASHRAE55Adaptive*" no campo de modo controle de ventilação. As portas entre os ambientes – exceto a do banheiro e a de acesso principal – e a janela do banheiro foram configuradas para sempre estarem abertas, conforme padrões da ABNT NBR 15.575-1 (2021). O coeficiente de descarga adotado foi igual a 0,6 para as aberturas, e o coeficiente de pressão foi calculado pelo próprio programa.

Em relação às cargas internas, optou-se pela inserção do padrão de uso e do tipo de iluminação levantados pela Pesquisa de Posses para o estado do Espírito Santo. A configuração das cargas relativas aos equipamentos deu-se a partir dos dados da PPH para a classe socioeconômica C. Não foi considerada a existência de aparelhos de ar condicionado, mas sim de ventiladores, com potência igual a 120 W, os quais só foram configurados após o tratamento inicial dos dados advindos da simulação e análise de conforto adaptativo. Já para a rotina de ocupação dos dormitórios e sala, seguiu-se o descrito pela ABNT NBR 15.575-1 (2021). Por fim, os dados de saída solicitados foram a temperatura operativa interna (°C), a temperatura de conforto da ASHRAE 55 (°C), a temperatura externa de bulbo seco (°C) e a umidade relativa do ar (%) em formato horário e para todos os ambientes de permanência prolongada (quando aplicável).

Simulação para análise de conforto térmico

O objetivo da primeira simulação foi de identificar as horas fora da faixa de conforto, bem como a intensidade do desconforto. Adotou-se a metodologia descrita pela ASHRAE 55 com limite de aceitabilidade de 80%, que implica na adição de +3,5 para o limite superior e na redução de -3,5 para o limite inferior, tendo como base a temperatura de conforto de cada APP (ASHRAE, 2017).

Para a variável do graus-hora, que quantifica a intensidade do desconforto em regime horário, adotou-se a metodologia descrita por Ferreira e Loura (2023). Tal metodologia consiste, para o graus-hora de resfriamento (GDR), na replicação do limite superior de 80% e na diferença

entre a temperatura operativa da zona e o limite superior, para aquelas que o excedam. Já para o cálculo do graus-hora de aquecimento (GDA), quando as temperaturas médias mensais forem superiores a 16 °C, partilha-se do limite inferior de 19,5 °C – esse é o caso de Vitória, em todos os cenários simulados. A Tabela 2 apresenta um resumo do procedimento dos cálculos. Ao final, os valores encontrados para cada hora foram somados.

Tabela 2: Resumo com as temperaturas-base para cálculo do GHR e GHA.

Variável	Fórmula
GHR	Limite de aceitabilidade 80% (+3,5 °C)
GHA (TEmed > 16°C)	19,5 °C

Fonte: As autoras (2025).

Não obstante, foram selecionados cinco arquivos climáticos para as análises, todos do tipo TMYx: um para as simulações do clima atual e outros quatro relativos aos períodos de 2050 e 2090 para os RCPs 2.6 e 8.5. O arquivo utilizado para o atual período foi o Vitoria-Aguiar.Salles.AP.836490_TMYx.2009-2023.epw e foi obtido a partir do *website* Climate.OneBuilding.Org. Os arquivos com as projeções futuras foram desenvolvidos por Bracht *et al (*2024), através de uma parceria entre o Laboratório de Eficiência Energética em Edificações (LabEEE) e o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). As versões utilizadas por este trabalho foram os do tipo HadGEM2_regcm e baixados através do *website* Zenodo.Org.

Simulação para análise de consumo de energia

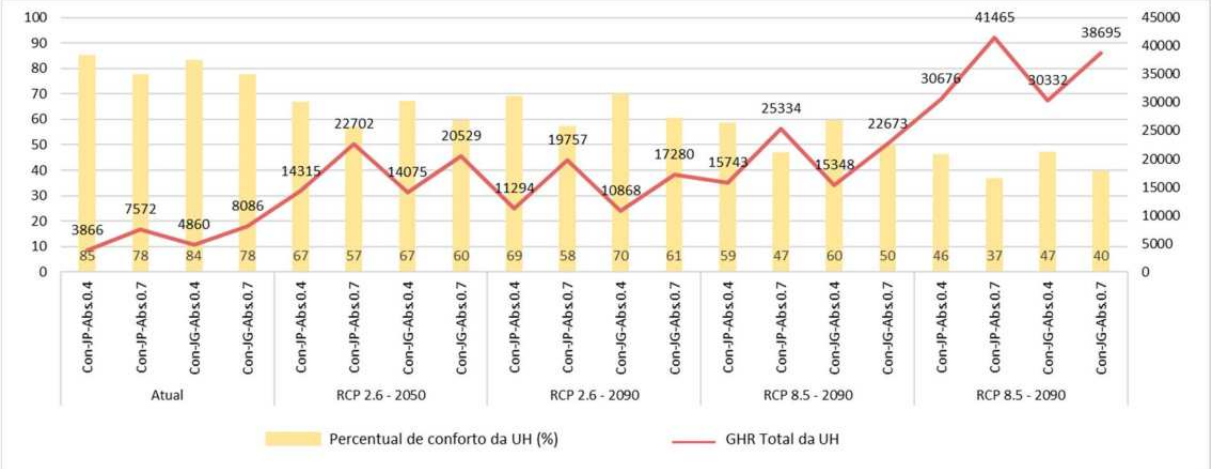
A partir dos resultados das primeiras simulações para definição dos períodos de desconforto por calor, o uso dos ventiladores foi configurado. Cada cenário foi novamente simulado com seus respectivos arquivos climáticos para encontrar o consumo energético final das unidades habitacionais.

Resultados

Para a melhor análise dos resultados, foi feita a média das horas em conforto dos dormitórios e salas, com o objetivo de obter percentual de horas em conforto da UH. Já em relação ao GHR, somou-se os valores obtidos em cada ambiente para então obter o quantitativo total da unidade. Não foram identificados GHA em nenhum dos casos estudados, portanto, eles não foram representados graficamente. A figura 3 apresenta o resultado das variáveis supracitadas para todos os modelos de paredes em concreto. Há declínio de até 53% das horas em conforto entre o cenário atual e o RCP 8.5 – 2090. Já o crescimento da intensidade do calor pode ser percebido principalmente nos modelos de janelas pequenas e fachadas escuras, o

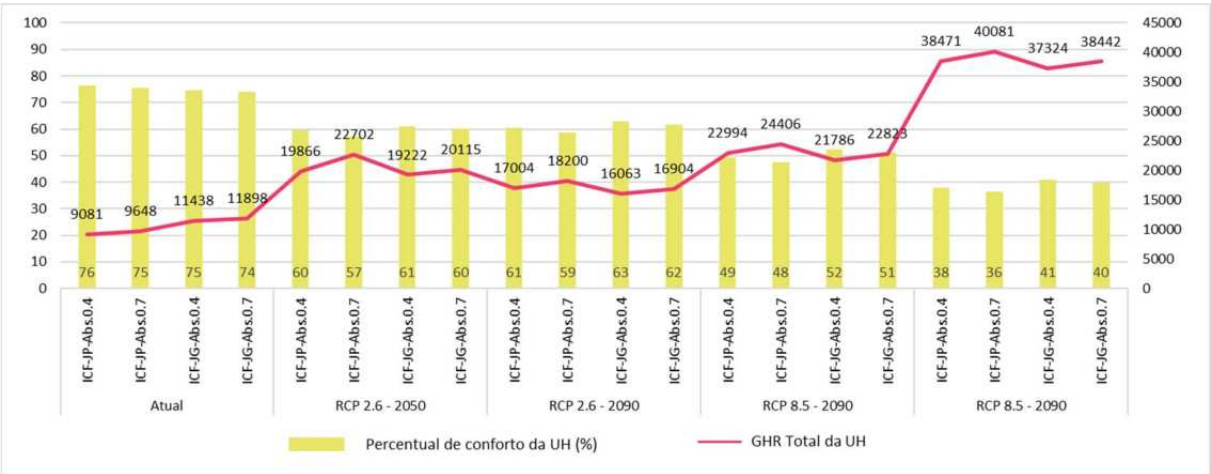
mais crítico em todos os cenários futuros. No entanto, foi o modelo de janelas pequenas e paredes externas claras que apresentou o maior aumento percentual, equivalente a 693%. É possível perceber que os modelos com fachadas mais claras resultaram em percentuais de horas em conforto em torno de 10% superiores e GHR consideravelmente menor do que os modelos com absortância igual a 0,7, para a mesma dimensão de abertura, para todos os cenários analisados.

Figura 3: Percentual de horas em conforto e quantitativo de GHR da envoltória de paredes de concreto.



Fonte: As autoras (2025).

Figura 4: Percentual de horas em conforto e quantitativo de GHR da envoltória de paredes em ICF.

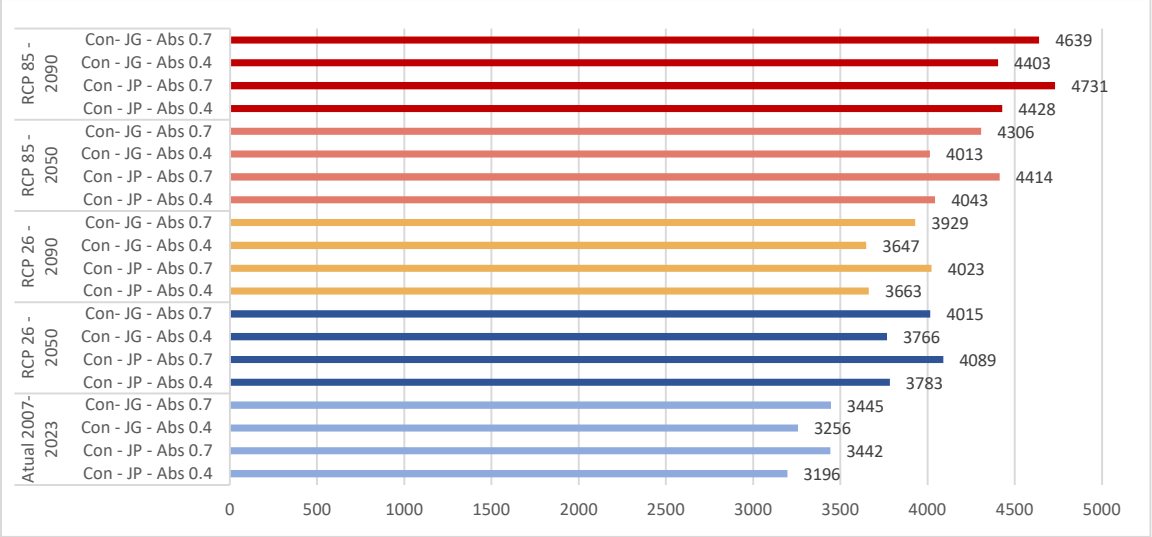


Fonte: As autoras (2025).

A figura 4 apresenta os resultados para a envoltória em ICF. Visualmente, já é possível notar que o comportamento do sistema em questão é distinto do visto nas paredes de concreto. Há pouca variação do percentual de horas em conforto entre os modelos, para cada recorte temporal. Além disso, os cenários futuros demonstram comportamento contrário ao

observado no atual, no qual as tipologias com janelas pequenas apresentam percentuais de horas em conforto ligeiramente superiores e valores de GHR inferiores aos vistos nos modelos de paredes escuras e aberturas grandes. O percentual mais alto de redução das horas em conforto térmico foi apresentado pela unidade de janelas pequenas e fachada escura, igual a 52%, comparando os resultados do clima atual com a década 2090 – RCP 8.5. Já o GHR viu aumento de até 316%, para o mesmo intervalo de tempo, na variante de janelas pequenas e fachada com absortância 0,4. Em relação ao consumo de energia da UH, a figura 5 apresenta os dados para as tipologias com paredes de concreto. Por meio do gráfico, nota-se concordância entre os modelos com percentuais mais baixos de horas em conforto (figura 3) e os com maior consumo de energia. As tipologias de melhor desempenho energético foram aquelas de paredes externas com absortância iguais a 0,4. Entretanto, elas também sofreram com considerável aumento no consumo: o modelo de janelas pequenas experiencia aumento de cerca de 14% na década de 2090 – RCP 2.6 e de 39% para o mesmo período no RCP 8.5. O maior crescimento de demanda energética foi justamente na variante mencionada acima, as demais apresentam crescimento no consumo entre 35 e 37%.

Figura 5: Consumo de energia anual em kWh para a envoltória de paredes de concreto.

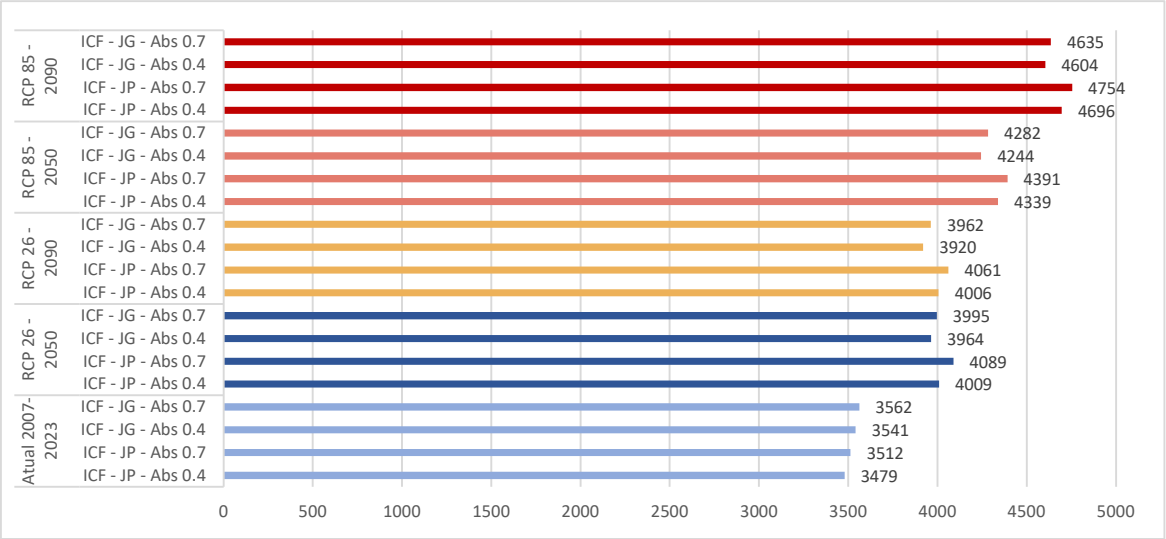


Fonte: As autoras (2025).

A figura 6 expõe o consumo de energia para as UHs com envoltória de ICF. Nota-se padrão distinto das paredes em concreto, apresentado na figura 5, mas em concordância com o apresentado na figura 4, relativo ao percentual de conforto. Os modelos de janelas pequenas tiveram crescimento de até 35% no consumo de energia, enquanto os modelos de janelas grandes viram aumentos de 30%. Confere-se, tanto na figura 5 quanto na figura 6 a

estabilização dos resultados entre as décadas de 2050 e 2090 do RCP 2.6, sendo que os consumos na última são ligeiramente inferiores aos vistos no período de 2050.

Figura 6: Consumo de energia anual em kWh para a envoltória de paredes de ICF.



Fonte: As autoras (2025).

Não obstante, para o clima atual, as tipologias em ICF, mais isolante, aparentam ter desempenho pior que a parede de concreto maciço para edificações ventiladas naturalmente, mas, ao analisar as projeções futuras, pode-se perceber pequenas vantagens do ponto de vista do consumo energético nos modelos de janelas grandes e fachadas escuras, que, mesmo assim, promovem qualidade ambiental inferior às unidades com absortância clara.

Conclusões

Esse artigo propôs uma análise do comportamento térmico de uma tipologia residencial representativa do parque edificado de Vitória (ES) para o clima presente e cenários de climas futuros. Para tanto foram avaliadas duas composições verticais, parede de concreto (10 cm) com acabamento externo e interno em argamassa e parede em ICF com acabamento externo e interno em argamassa.

Para ambas as composições de vedações verticais, foi possível identificar as repercussões negativas do aumento da temperatura externa nos cenários futuros. A envoltória de concreto maciço demostrou redução no percentual de horas em conforto de até 53%, aumento do GHR de até 693% e, consequentemente, crescimento de até 39% no consumo energético. Os modelos em ICF também foram impactados: atenuação do percentual de horas em conforto de 52%, acréscimo de GHR em 316% e incremento de até 35% no consumo de energia para o

período de 2080 e no RCP 8.5. Embora o aumento percentual do GHR do ICF tenha sido inferior ao percebido na envoltória de concreto maciço, os modelos com ICF apresentaram intensidade de calor até 20% superior quando comparadas as unidades de paredes de concreto e fachada clara.

Em relação ao ICF, é fato que o desenvolvimento de novos produtos pelo mercado é fundamental para a diversificação das possibilidades construtivas, mas explorações técnicas, do ponto de vista do conforto ambiental, são imprescindíveis para contribuir com as discussões sobre alternativas que sejam, de fato, resilientes. Ainda é necessário melhor elucidar as possibilidades de aplicação de tal tipo de envoltória, uma vez que, nos cenários futuros, parte dos modelos apresentam resultados moderadamente mais positivos do que os vistos nas variantes das paredes de concreto.

Mediante aos resultados explorados, torna-se clara a necessidade da contemplação de estratégias mitigadoras e orientações projetuais nas legislações municipais. Tal necessidade se dá justamente através do fato de que as mudanças climáticas implicam no aumento da demanda por energia elétrica e, ao mesmo tempo, promovem desafios para o seu fornecimento, principalmente no setor de fontes renováveis, mais suscetíveis às incertezas do clima. Não obstante, a redução significativa da qualidade ambiental das residências, relacionada ao aumento sucessivo das temperaturas, poderá contribuir com a intensificação de problemas na saúde humana, em especial àqueles grupos vulneráveis, como os idosos.

Referências

AMERICAN SOCIETY FOR HEATING, REFRIGERATING AND AIR CONDITIONING - ASHRAE. **ASHRAE 55: Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy**. ASHRAE. Atlanta. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220-3:** Desempenho térmico de edificações - Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro, 2005.

_____. **Edifícios habitacionais – Desempenho Parte 1: Requisitos Gerais:** NBR 15575, Rio de Janeiro, 2021.

_____. **Edifícios habitacionais – Desempenho Parte 3: Requisitos para os sistemas de pisos:** NBR 15575, Rio de Janeiro, 2013.

BARROS, Maria Claudia S. L. S. B.; ZORZANELLI, Giovanna S.; PEREIRA, Laís C. T., LIMA, Michel F. L.; PAGEL, Érica C.; MAIOLI, Ricardo N. A verticalização das moradias em Vitória/ES e as

transformações das fachadas nos edifícios multifamiliares. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 18., 2020, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2020.

BRACHT, M. K., OLINGET, M. S., KRELLING, A. F., GONÇALVES, A. R., MELO, A. P., & LAMBERTS, R. (2024). "Multiple regional climate model projections to assess building thermal performance in Brazil: Understanding the uncertainty". **Journal of Building Engineering**, Vol. 88, N. 109248, abril 2024. https://doi.org/10.1016/j.jobe.2024.109248.

FERREIRA, C. C.; LOURA, R. M. Validação e Revisão de Agrupamento das Cidades Brasileiras em Graus-dia de Aquecimento e Resfriamento. **Cadernos de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo**, São Paulo, v. 23, n.1, p. 70-90, 2023

D'ELL SANTO, A.; ALVAREZ, C. E.; NICO-RODRIGUES, E. A. Conforto e desempenho térmico em contradição na NBR 15575. **Cadernos PROARQ**, v. 20, p. 116-136, 2014.

ELETROBRAS. **Pesquisa de posse e hábitos de equipamentos elétricos na classe residencial.** Eletrobras. Rio de Janeiro. 2019.

ELI, L. G.; KRELLING, A. F.; MENDERS, L.S.; SILVA, R. M. e; MAZZAFERRO, L.; MELO, A. P.; LAMBERTS, R. **MANUAL DE SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL DE EDIFÍCIOS COM O USO DO OBJETO GROUND DOMAIN NO PROGRAMA ENERGYPLUS – Versão 9.0.1**. Florianópolis: UFSC/LabEEE, 2019.

ELLER, C. S. et. al. Analisar elementos construtivos em fachadas de edifícios residenciais: Jardim Camburi/Vitória. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 20., 2024, Maceió. **Anais...** Maceió: ANTAC, 2024.

EPE (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA). **Balanço Energético Nacional 2023: Ano base 2022**. EPE. Rio de Janeiro, p. 274. 2023.

GUARDA, E. L. A., DOMINGOS, R. M. A., SANCHES, J. C. M. Impactos das Mudanças Climáticas em uma Habitação de Interesse Social em Cuiabá-MT. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 20., 2024, Maceió. **Anais...** Maceió: ANTAC, 2024.

INMET. **Ano de 2024 é o mais quente no Brasil desde 1961**. 2025 Disponível em: https://portal.inmet.gov.br/noticias/2024-%C3%A9-o-ano-mais-quente-da-s%C3%A9rie-hist%C3%B3rica-no-brasil. Acesso em: 11 jan. 2024.

SIPCES. **Vitória é a 4ª do País com mais famílias em apartamentos**. 2024. Disponível em: https://www.sipces.org.br/materias,21642,vitoria-a-4-pais-com-mais-familias-em-apartamentos.html. Acesso em: 10 out. 2024.