XV ENCAC Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído
XI ELACAC Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído
JOÃO PESSOA | 18 a 21 de setembro de 2019

ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DO SISTEMA DE VEDAÇÃO VERTICAL EXTERNA NO CONSUMO ENERGÉTICO DE UM EDIFÍCIO RESIDENCIAL LOCALIZADO NA ZONA BIOCLIMÁTICA 08

Matheus Mendonça (1); Marconi Mendonça (2); Marcos Mendonça (3); Déborah do Nascimento (4); Pedro Gois (5); Angelo Just (6).

(1) Graduando, Engenharia Civil, matheusmendonca.b@gmail.com, Universidade Católica de Pernambuco, Rua do Príncipe, 526, Boa Vista, Recife-PE, CEP: 50050-900, Tel.: (081) 9.9736-3181.
(2) Graduando, Engenharia Civil, marconi.mendonca@gmail.com, Universidade Católica de Pernambuco.
(3) Graduando, Engenharia Civil, marcosmb.eng@gmail.com, Universidade Católica de Pernambuco.
(4) Engenheira Civil, deborah@tecomat.com.br, TECOMAT.
(5) Engenheiro, Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, pedro@tecomat.com.br, Universidade Católica de Pernambuco.
(6) Doutor, Professor do departamento de Engenharia Civil, angelo@tecomat.com.br, Universidade Católica de Pernambuco.

RESUMO

Nos tempos atuais, muito se tem discutido sobre o uso dos métodos de eficiência energética nos edifícios. Trata-se de uma perspectiva de maximizar a performance energética das edificações. Os processos de crescimento econômico, populacional, urbanização e modernização de cidades situadas em regiões quentes impulsionam a procura por climatização artificial e implicam na maior demanda de energia. Valendo-se do exposto, este trabalho tem por objetivo investigar a interferência dos elementos de envoltória, alternando os sistemas de vedação vertical externa (bloco cerâmico, bloco de concreto, bloco de concreto celular autoclavado e parede maciça de concreto), e cores das fachadas (relativa à absortância de cores claras, médias e escuras), no consumo energético restringido ao resfriamento por aparelhos de ar-condicionado, com atuação diurna e noturna, de um edifício localizado em Recife-PE. Dessa forma, foi realizado um modelo computacional de referência através do software EnergyPlus 8.1.0. Os resultados obtidos nas simulações em que o condicionamento de ar atuou no período noturno demonstraram não haver variações expressivas no percentual de redução energética para os sistemas de vedação vertical externa examinados, enquanto que a atividade diurna da climatização artificial indicou maiores percentuais de eficiência energética por tipo de sistema adotado. Pela observação das simulações realizadas, os sistemas constituídos por blocos de concreto celular autoclavado apresentaram melhor desempenho termoenergético, no entanto os sistemas integrados por bloco de concreto e parede maciça de concreto predispuseram a menor eficiência energética.
Palavras-chave: sistema de vedação vertical, eficiência energética, simulação computacional.

ABSTRACT

In recent times, much has been discussed about the use of energy efficiency methods in buildings. It is a perspective of maximizing the energy performance of buildings. The processes of economic growth, population, urbanization and modernization of cities located in hot regions boost the demand for artificial climatization and imply in the greater demand of energy. The objective of this study is to investigate the interference of the envelope elements, alternating the external vertical sealing systems (ceramic block, concrete block, autoclaved cellular concrete block and solid concrete wall), and colors of the facades (relative to the solar absortance of light, medium and dark colors), in the energy consumption restricted to the cooling by air conditioners, with daytime and nighttime performance, of a building located in Recife-PE. Thus, a computational reference model was performed using the EnergyPlus 8.1.0 software. The results obtained in the simulations in which the air conditioning worked in the night period showed no significant variations in the percentage of energy reduction for the external vertical sealing systems examined, while the daytime activity of the artificial climatization indicated higher percentages of energy efficiency by type of system adopted. By the observation of the simulations carried out, the systems constituted by autoclaved

cellular concrete blocks presented better thermoenergetic performance, however, the systems integrated by concrete block and solid concrete wall predisposed to lower energy efficiency.
Keywords: vertical sealing system, energy efficiency, computer simulation.

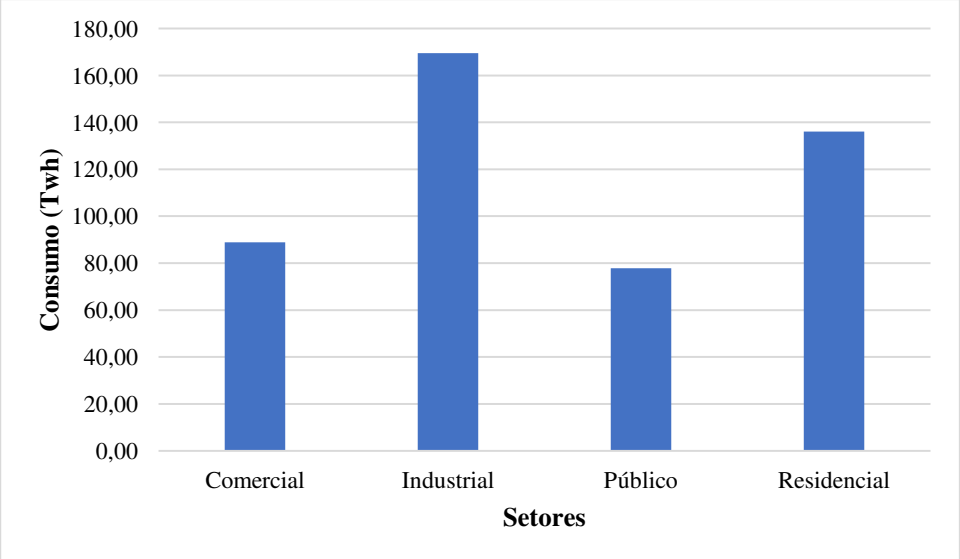
1. INTRODUÇÃO

Os pactos pela redução do consumo energético tiveram grande relevância após a crise do petróleo, durante a década de 1970, causada pela brusca elevação do custo dos barris do petróleo. Devido à grande submissão dos países com esta fonte de energia, a crise gerou surtos inflacionários, tendo forte impacto global que, por sua vez, impulsionaram os avanços em eficiência energética e novas fontes de energia, principalmente nos países desenvolvidos, a fim de atingir reduções significativas no consumo de energia (PIMENTEL, 2011). No contexto brasileiro, a busca por novas matrizes energéticas não exauríveis tiveram seu espaço durante este período, pois o petróleo perdia confiança por ser uma fonte instável e finita; e o princípio de uma solução à dependência do petróleo ocorreu no incentivo da geração de energia pelo etanol à base de cana-de-açúcar (GALVÊAS, 1985).

Segundo Pimentel (2011), os métodos de eficiência energética implicam na utilização de quantidades menores de energia para produção de um bem ou serviço. E Lamberts et al (2014) ressaltam que um edifício é mais eficiente energeticamente que outro quando proporciona as mesmas condições ambientais com menor consumo de energia. Tendo em vista a diminuição do consumo energético do Brasil, algumas políticas públicas de eficiência energética foram adotadas: a lei nº 10.295, de 17 de outubro de 2001, dispõe sobre a política nacional de conservação e uso racional de energia que estabelece níveis máximos de consumo de energia e mínimos de eficiência energética; também vale destacar o decreto nº 4.059, cujo objetivo é o de tornar a lei nº 10.295 exequível.

De acordo com a EPE (Empresa de Pesquisa Energética), o Brasil apresentou um consumo energético de 472,242Twh no ano de 2018, dos quais as edificações residenciais representaram uma parcela de 28,8% do consumo total de energia (Gráfico 1). Vale notar, como visão crítica, que o gasto energético do setor residencial foi muito próximo ao setor industrial, que demanda mais energia, e, conforme Fagá (2012), esse setor apresenta grande predisposição para ocupar o status de maior consumidor de energia elétrica do país na proporção em que se aceleram os processos de urbanização e modernização das edificações e evidencia a importância de se investir em medidas de eficiência energéticas na arquitetura, cujos benefícios serão tanto econômicos quanto melhoria do conforto ambiental.

Gráfico 1: Consumo energético do Brasil, 2018.



Fonte: EPE (2018).

Na justificativa de se atingir maior conforto térmico para os moradores, o uso demasiado de climatização artificial nas residências tem acarretado no crescimento do consumo energético das edificações (IEA, 2018). Os elementos de envoltória são grandes influenciadores no consumo de energia por parte do resfriamento nas edificações que, quando bem planejados e tratados com relevância, proporcionam melhores condições de conforto térmico e mínimo uso de energia elétrica. A EPE, em sua nota técnica 030/2018, destaca que o uso de condicionadores de ar foi o protagonista pelo crescimento de 61% da energia elétrica brasileira no que tange ao setor residencial entre 2005 e 2017, onde o consumo de energia pelo uso dos

aparelhos representou aumento por volta de 237% entre o período. Ainda de acordo a nota técnica, o crescente aumento da demanda de ar-condicionado implica na elevação das necessidades gerais de energia, bem como geração e distribuição para atendê-las, o que solicitaria ainda mais as usinas de energia elétrica.

No que concerne ao desempenho termo-energético de um edifício, Almeida (2014), Aynsley e Mulhall (1999) apontam que os elementos de envoltória têm grande destaque no conforto térmico e performance energética, reforçando, em especial, que a absortância solar (quociente da taxa de radiação absorvida por uma superfície pela radiação total incidente sobre a mesma) das paredes externas apresenta uma expressiva relevância no gasto energético por ar-condicionado numa edificação.

2. OBJETIVO

Este artigo tem como objetivo analisar, por meio de um estudo de caso assistido por simulação computacional, os impactos gerados por quatro sistemas de vedação vertical externa (SVVE) no consumo energético de uma edificação residencial localizada em Recife/PE, a partir das classes de absortâncias previstas em norma, em virtude do resfriamento nos dormitórios.

3. MÉTODO

Em conformidade com o objetivo, o método utilizado para produção deste trabalho foi ordenado em três etapas principais: escolha de uma habitação localizada em Recife/PE para análise, modelagem e simulação computacional por intermédio do software EnergyPlus 8.1.0 e análise dos resultados obtidos em razão da simulação.

3.1. Aspectos da edificação

Como abordado nos itens anteriores, a edificação escolhida está situada na cidade de Recife, capital do estado de Pernambuco, localizado na zona bioclimática 08 (ABNT NBR 15220-3:2005). O empreendimento está incluído na classe de projetos para habitações de interesse social, ou seja, residências oriundas de políticas públicas com o propósito de viabilizar o acesso, por pessoas de baixa renda, à moradia. Dessa forma, o edifício em estudo possui quatro pavimentos para um acumulado de dezesseis apartamentos (quatro por pavimento). A planta baixa da edificação está exibida na Figura 1:

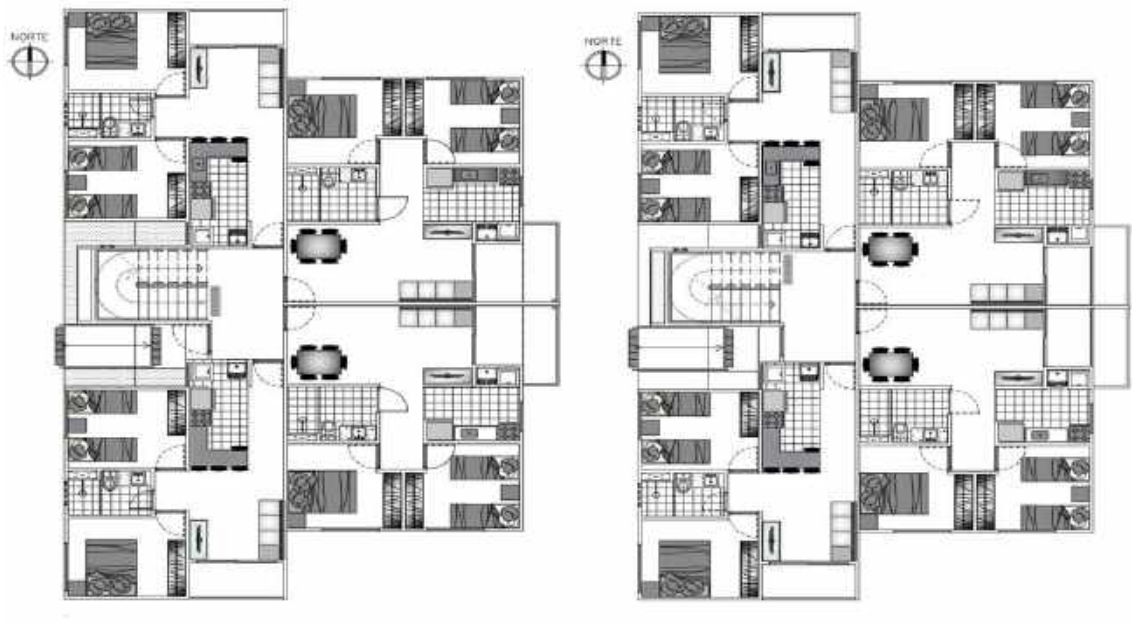


Figura 1 – Planta Baixa do empreendimento (AUTOR, 2019).

As tipologias construtivas propostas para os sistemas de vedação vertical externa (e demais sistemas) foram baseadas na usualidade das mesmas no mercado da construção civil, tendo em consideração tipo e espessura do material, com exceção do *bloco de concreto celular autoclavado* (**BCCA**), cuja frequência em obras é menor. Os SVVE's adotados foram divididos em quatro grupos, dentre eles, os constituídos por blocos de concreto (**BCO**), BCCA, blocos cerâmicos (**BCE**) e parede maciça de concreto (**PMC**). Para os três primeiros, o revestimento admitido foi o de argamassa com aglomerante cimentício e está de acordo com

a ABNT NBR 13749:2013, que regulamenta a espessura máxima e mínima admissível para a face interna e externa das paredes, sendo adotados, respectivamente, 0,5cm e 2cm. Contudo, o SVVE constituído por PMC é livre de revestimentos, dispondo apenas por texturas, como normalmente empregado em obras. Os SVVE estão representados na Figura 2:

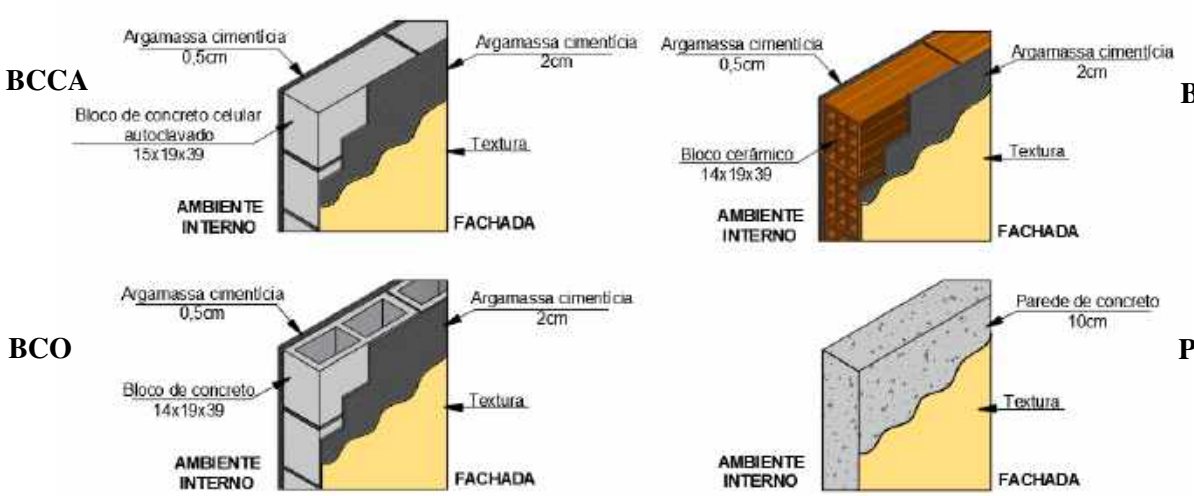


Figura 2 – Sistemas de vedação vertical externa (AUTOR, 2019).

Para os sistemas de vedação vertical interna (SVVI), foi considerado o uso do bloco cerâmico com 9cm de espessura e o revestimento adotado foi de 0,5cm, nas duas faces do sistema, sendo o mínimo previsto pela norma ABNT NBR 13749:2013, conforme a Figura 3. A exceção ao SVVI é realizada na circunstância em que se utiliza o SVVE constituído de PMC que, nesse caso, um sistema é igual ao outro.

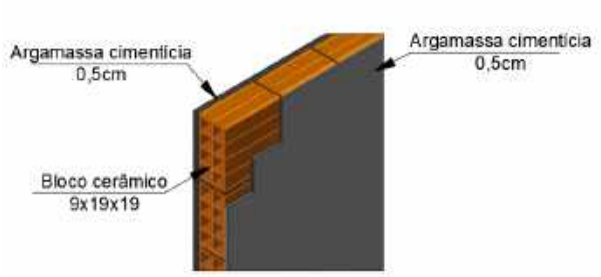
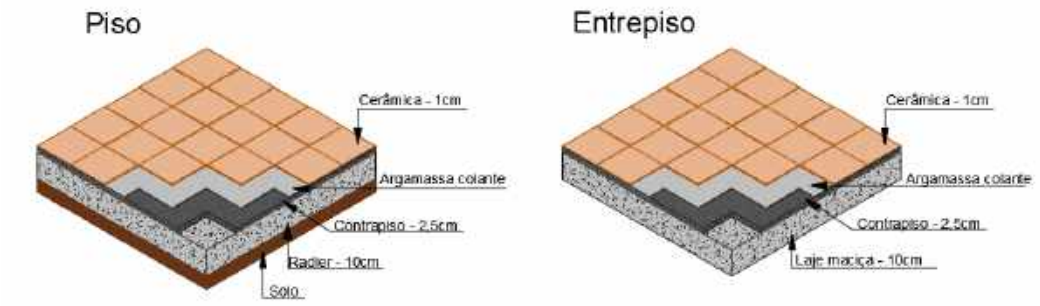


Figura 3 - Sistema de vedação vertical interna (AUTOR, 2019).

Os sistemas de cobertura, entrepiso e piso foram inalteráveis para qualquer tipo de SVVE convencionado, estando esquematizados na Figura 4.



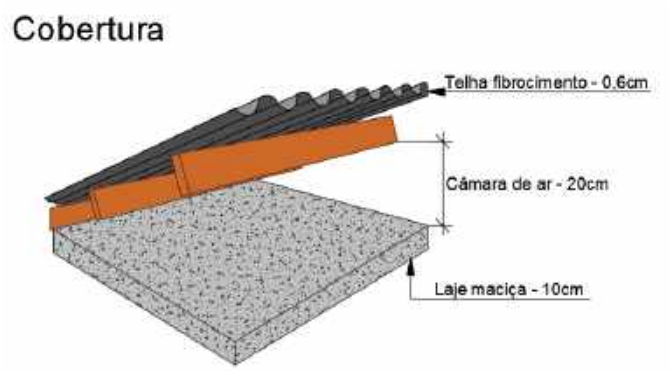


Figura 4 – Sistemas de cobertura, entrepiso e piso (AUTOR, 2019)

3.2. Simulação computacional

A simulação foi realizada por meio do software EnergyPlus, largamente utilizado em pesquisas brasileiras (SANTOS, 2018), com auxílio do sketchUp para modelagem do empreendimento em 3D, conforme a Figura 5. O EnergyPlus é um software de ***simulação termo-energética*** de edificações que, segundo Santana e Ghisi (2009), é um método vastamente utilizado para analisar a influência dos parâmetros construtivos no consumo de energia. Foi desenvolvido pelo departamento de energia dos Estados Unidos (DOE), possuindo validação da ASHRAE para o cálculo de envoltórias, e atendimento a requisitos de normas e regulamentos como, por exemplo, ABNT NBR 15575:2013, ASHRAE Standard 90.1-2016, RTQ-R, RTQ-C, dentre outros.

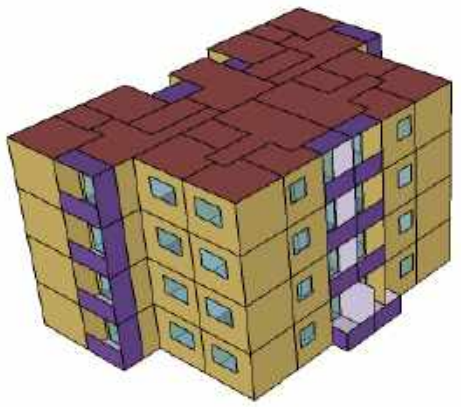


Figura 5 – Modelagem 3D da edificação (AUTOR, 2019).

A simulação computacional de uma edificação qualquer com o software EnergyPlus é fundamentada nos princípios de balanço de energia para as cargas térmicas envolvidas no edifício de forma integrada e simultânea. O programa disponibiliza dados de extrema importância no que se refere à investigação da eficiência energética e conforto térmico de um edifício como, por exemplo, consumo energético anual, temperatura interna nos ambientes simulados etc. Para obtenção das informações pretendidas, o software necessita de alguns parâmetros de entrada, sendo eles: arquivo climático, cargas internas, geometria do edifício e posição com relação ao norte geográfico, parâmetros construtivos, sistemas de AVAC (aquecimento, ventilação e ar condicionado), entre outros.

Para este estudo, o edifício foi modelado segundo seu projeto arquitetônico, demonstrado pela Figura 1, indicando o norte geográfico correspondente. O tipo de arquivo climático adotado foi o arquivo TRY para a cidade de Recife/PE; o regulamento RTQ-R foi utilizado como referência às cargas internas com seus respectivos padrões de uso e ocupação. De modo a comparar os resultados no consumo de energia, os **sistemas de ar condicionado (SAC)** foram simulados, considerando a temperatura de termostato de aquecimento igual a 22°C e 24ºC para resfriamento, de duas maneiras: operando durante a noite com ventilação natural durante o dia e com operação diurna seguida de ventilação natural no período noturno (Tabela 1), os coeficientes de eficiência do aparelho estão expressos na Tabela 2. É importante enfatizar que o **SAC** foi inserido apenas nos dormitórios da edificação, sendo o seu uso desconsiderado em qualquer outro recinto. No que diz respeito aos parâmetros construtivos, a absortância, relativa à face exposta do SVVE, utilizada nas simulações, seguiu a prescrição da NBR 15575-1:2013, quando não há escolha definida da cor,

tendo valores 0,3, 0,5 e 0,7 correspondendo, por essa ordem, às cores claras, médias e escuras; foram admitidos vidros incolores com espessura de 4mm nas esquadrias, já que são comumente utilizados em edificações; as características térmicas dos materiais utilizados nos sistemas de vedação vertical e horizontal estão de acordo com a NBR 15220-2:2005 e seguem representadas na Tabela 3.

Tabela 1 – Cronograma de uso dos sistemas de ar condicionado e ventilação natural.

1º Cenário de simulação	
Atividade SAC - Noturna	**Ventilação Natural**
21h às 8h	9h às 20h
2º Cenário de simulação	
Atividade SAC - Diurna	**Ventilação Natural**
9h às 20h	21h às 8h

Fonte: AUTOR, 2019.

Tabela 2 – Coeficientes de eficiência do sistema de ar condicionado.

Razão entre o calor retirado do ambiente e a energia consumida pelo equipamento (COP)	**Razão entre o calor fornecido ao ambiente e a energia consumida pelo equipamento (COP)**
3,00 W/W	2,75 W/W

Fonte: RTQ-R, 2012.

Tabela 3 – Propriedades térmicas dos materiais.

Material	**Condutividade Térmica (W/m·k)**	**Densidade (Kg/m³)**	**Calor Específico (J/kg·k)**
Argamassa Comum	1,15	1800	1000
Cerâmica	0,90	1600	920
Concreto	1,75	2400	1000
Concreto Celular Autoclavado	0,17	500	1000
Telha de Fibrocimento	0,95	1900	840
Placa Cerâmica (cor clara)	0,90	1600	920
Porta de madeira	0,15	614	2300

Fonte: Tabela B.3 (NBR 15220-2:2005).

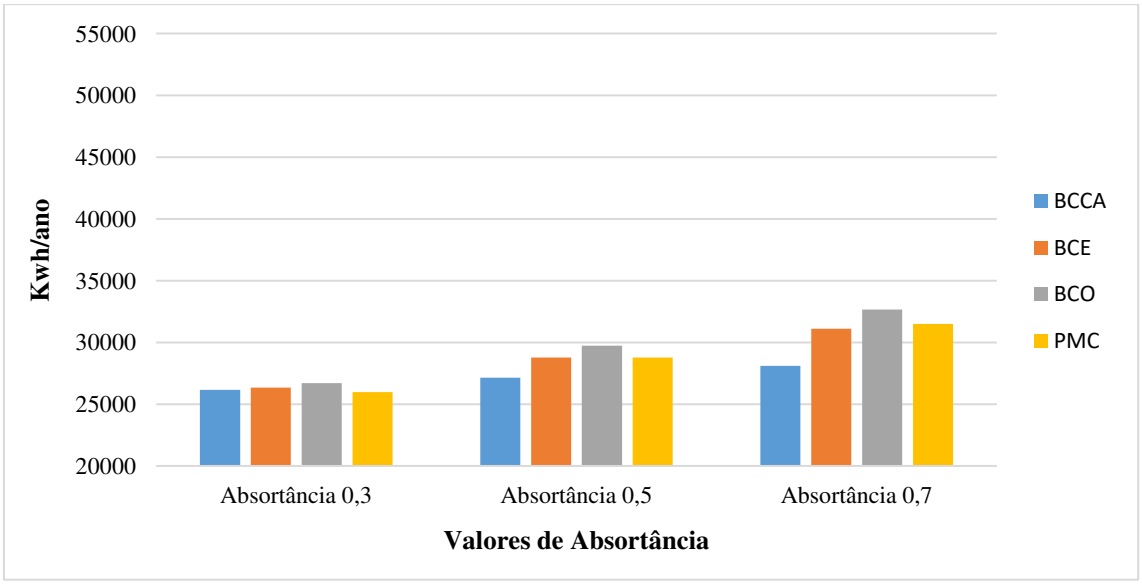
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

No Gráfico 2, estão representados os valores obtidos nas simulações, considerando o SAC operando no **período noturno**. Analogamente, é de se esperar que os resultados desta simulação não alcancem grandes variações no que se refere ao consumo energético, principalmente pelo fato de não haver incidência de radiação sob a face exposta do SVVE.

Nas simulações em que a absortância solar utilizada foi igual a 0,3, o SVVE composto por BCO obteve o pior resultado no consumo energético e o SVVE constituído por PMC representou o menor consumo. A diferença encontrada entre os dois sistemas foi cerca de 741kwh/ano (2,77%). Nos sistemas restantes a variação de consumo energético encontrou-se abaixo de 1,50% relativo ao pior sistema. Para os SVVE de absortância solar igual a 0,5, o comportamento energético do BCCA mostrou-se mais eficiente com relação aos demais sistemas, superando PMC devido a sua baixa condutividade térmica que, com o aumento da absorção de calor proveniente da radiação no SVVE, conseguiu transmitir menos energia para o ambiente interno, gerando, numericamente, uma economia de 2.595kwh/ano (8,73%) quando comparado ao

sistema de menor eficiência, assumido pelo BCO. Nas situações em que a face exposta do SVVE foi concebida por cores escuras (absortância de valor igual a 0,7), o sistema BCCA representou novamente a melhor eficiência energética com relação aos SVVE's simulados, significando uma redução de 4.560kwh/ano (13,98%) relativa ao BCO, de menor eficiência energética.

Gráfico 2 – Atividade noturna do SAC.

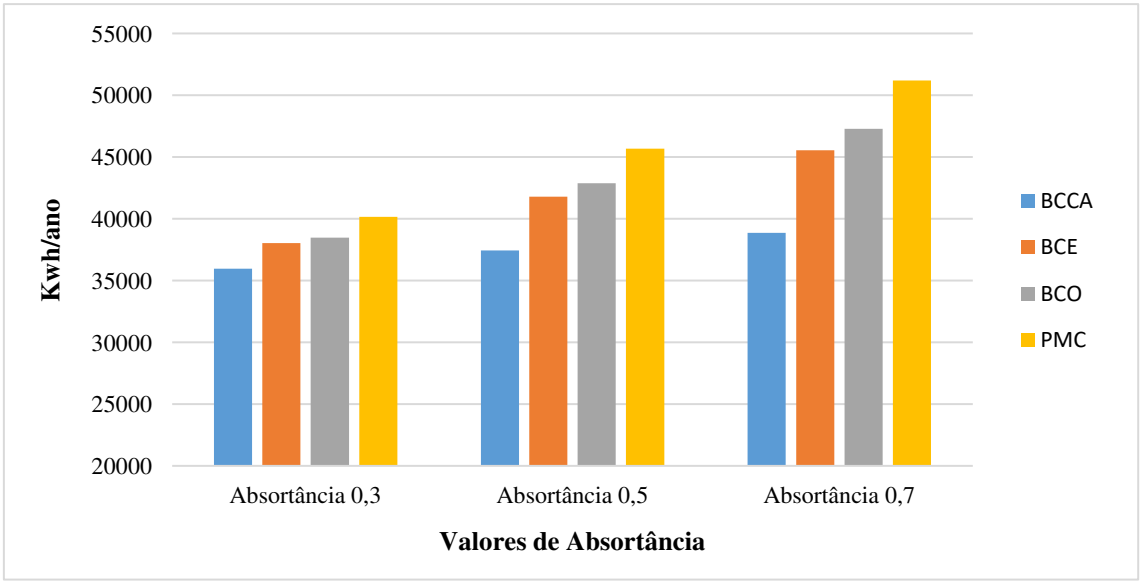


Fonte: AUTOR, 2019.

A partir do Gráfico 3, observa-se os resultados extraídos na simulação dos SVVE's com suas respectivas absortâncias consideradas, de modo que o SAC esteja operando no **período diurno**.

Nas condições em que foram admitidas cores claras para a fachada (absortância solar de valor 0,3), o BCCA representou uma economia energética de aproximadamente 4.204kwh/ano (10,47%) em relação ao sistema constituído por PMC (de eficiência energética inferior aos SVVE's estudados). Utilizando cores médias e escuras na fachada, ou seja, absortâncias com valores de 0,5 e 0,7, respectivamente, o BCCA demonstra predominância nos melhores resultados em função da redução do gasto energético anual da edificação simulada; a eficiência gerada pelo sistema, quando confrontado ao SVVE de menor eficiência, representado pela PMC, refletiu numa redução de 8.228kwh/ano (18,01%), quando associado às cores médias na face exposta do SVVE, e 12.313kwh/ano (24,06%) em razão do uso das cores escuras.

Gráfico 3 – Atividade diurna do SAC.



Fonte: AUTOR, 2019.

Realizando uma análise crítica diante dos resultados simulados, constata-se que a máxima economia de energia atingida na primeira situação pelos SVVE's simulados a partir do SAC com funcionamento noturno não demonstrou ser muito eficiente, avaliando o edifício de maneira individual, quando utilizadas cores claras e médias na fachada. Dessa maneira, se os resultados fornecidos por essa análise tivessem competência de optar pelos tipos de SVVE utilizados na edificação, seria mais indicada a realização de estudos de viabilidade econômica quanto à escolha dos sistemas, para qualquer cor na fachada, tendo em vista o baixo gradiente energético obtido entre os SVVE's simulados.

Os padrões admitidos para a primeira situação se enquadram na classificação de análise de edifícios residenciais.

Fundamentado nos valores gerados pelo segundo cenário, a partir de simulações do edifício com o funcionamento do SAC no **período diurno**. A priori, é válido verificar que a economia gerada para as fachadas compostas de cores claras é equivalente a cinco vezes o valor do SAC operando no período noturno para a mesma cor, ou seja, com o aumento da incidência de radiação nas fachadas, os SVVE's trabalharam mais e geraram maiores diferenças, quando equiparados, referente à economia energética por efeito das menores transmitâncias entre os materiais que, por sua vez, produzem menores transmissões de calor da face externa do SVVE ao ambiente interno, influenciando diretamente no balanço de energia entre as trocas termo-energéticas existentes para cada recinto.

As condições assumidas para o SAC na segunda hipótese de simulação são semelhantes aos padrões utilizados em edifícios comerciais. A interferência dos SVVE's no consumo energético do SAC atuando no resfriamento nos dormitórios ultrapassou a marca dos 10% entre o sistema mais econômico e menos eficiente, para os três tipos de cores consideradas, o que significa dizer que, na pior circunstância (de cores escuras na fachada), a economia atingida pelo edifício, entre os SVVE's empregados, teria o potencial de suprir 6,5 residências por ano, baseado no *anuário de energia elétrica da EPE (2018)* que descreve a média mensal do país no consumo energético de residências em 157,9kwh/mês. Em decorrência do mencionado, para edifícios comerciais de padrões do SAC correlatos ao simulado, e, numa análise particular do edifício, os impactos obtidos pelos SVVE's no consumo energético foram significativos, porém, se utilizados como critério de escolha do SVVE, é de suma importância que o sistema mais eficiente esteja em harmonia com estudos estatísticos de viabilidade.

5. CONCLUSÕES

Em vista das simulações realizadas, o consumo de energia por parte das quatro tipologias dos SVVE's adotados foi distinto para os dois cenários estabelecidos do SAC. O SVVE constituído de BCCA seguiu a tendência de representar a melhor eficiência energética enquanto que o BCE obteve um desempenho intermediário para todos os aspectos inseridos e houve uma disputa acirrada entre os sistemas de BCO e PMC no desempenho energético menos eficiente.

Pela verificação dos resultados obtidos no gasto energético dos SVVE's adotados, os sistemas tiveram maior influência com o SAC em operação diurna, gerando resultados significativos frente aos três valores considerados de absortância. Na condição em que o SAC atuou no período noturno, não foi verificado grandes variações no consumo energético, quando consideradas cores claras na face externa do SVVE, situação que foi melhorada a partir do uso de cores médias e escuras, entretanto o gradiente médio de economia energética entre o sistema mais eficiente e menos eficiente permaneceu cerca de 71,25% inferior aos resultados obtidos no cenário com atividade diurna do SAC.

Por fim, este estudo permitiu visualizar a significância dos elementos de vedação vertical no consumo energético de edificações por meio do resfriamento nos dormitórios e demonstra que a estratégia de se investigar a eficiência energética de um edifício é indispensável para alcançar melhores desempenhos termo-energéticos de um empreendimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, L. S. S. Influência de parâmetros físicos e geométricos no desempenho termoenergético de habitações unifamiliares. 2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – UFSC.

ASHRAE, (2016) – AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS. ANSI/ASHRAE/IESNA Standard 90.1 – 2016: "Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings". Atlanta. 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 15.220-1: Desempenho térmico de edificações: parte 1: Definições, símbolos e unidades. Rio de Janeiro, 2005.

_____. NBR 15.220-2: Desempenho térmico de edificações: parte 2: Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações. Rio de Janeiro, 2005.

_____. NBR 15.220-3: Desempenho térmico de edificações: parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro, 2005.
_____. NBR 13.749: Revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas - especificação. Rio de Janeiro, 2013.
_____. NBR 15.575: Edificações habitacionais - Desempenho. Rio de Janeiro, 2013.
BRASIL. Decreto n° 4.059, de 19 de dezembro de 2001. Regulamenta a Lei nº 10.295, de 17 de outubro de 2001, que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 20 dezembro 2001. Seção 1, p. 5, v. 138, n. 242.
BRASIL. Lei nº 10.295, de 17 de outubro de 2001. Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 18 outubro 2001. Seção 1, p. 1, v. 138, n. 200.
DOE – UNITED STATES DEPARTMENT OF ENERGY. EnergyPlus: Version 8.1.0. Disponível em: https://energyplus.net/. Acesso em: 08 jul. de 2019.
EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). Anuário estatístico de energia elétrica: Anuário estatístico de energia elétrica 2018 – Ano base 2017. Rio de Janeiro: EPE, 2018. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/anuario-estatistico-de-energia-eletrica>. Acesso em: 26 jan. 2019.
EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). Consumo de energia elétrica: consumo anual de energia elétrica por classe (nacional) – 1995-2018. Rio de Janeiro: EPE, 2019. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Consumo-Anual-de-Energia-Eletrica-por-classe-nacional>. Acesso em: 12 fev. 2019.
EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (EPE). Uso de Ar Condicionado no Setor Residencial Brasileiro: Perspectivas e contribuições para o avanço em eficiência energética. Rio de Janeiro: EPE, 2018. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/nota-tecnica-epe-030-2018>. Acesso em: 10 jan. 2019.
FAGÁ, MURILO TADEU WERNECK. Prefácio. In: Roméro, M. Andrade; Reis, L. Belico dos. Eficiência energética em edifícios. Barueri, SP: Editora Manole, 2012.
GALVÊAS, ERNANE. A crise do petróleo. 1. ed. Rio de Janeiro: APEC, 1985.
INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (IEA). The Future of Cooling: Opportunities for energy-efficient air conditioning. OECD/IEA: Paris, 2018.
LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R.; Eficiência Energética na Arquitetura. 3. ed. São Paulo, 2014.
MULHALL, C.; AYNSLEY, R.; Solar absorptance and uninsulated houses in the humid tropics. In: CONFERENCE ON PASSIVE AND LOW ENERGY ARCHITECTURE, 16. Brisbane, 1999.
PIMENTEL, FERNANDO. O Fim da Era do Petróleo e a Mudança do Paradigma Energético Mundial: Perspectivas e Desafios para a atuação diplomática Brasileira. 1. ed. Brasília: FUNAG, 2011.
RTQ-R. Regulamento técnico da qualidade para o nível de eficiência energética de edificações residenciais. Rio de Janeiro, 2012.
RTQ-C. Regulamento técnico da qualidade para o nível de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas. Rio de Janeiro, 2010.
SANTANA, M. V.; GHISI, E. Influência de parâmetros construtivos relacionados ao envelope no consumo de energia em edifícios de escritório da cidade de Florianópolis. X ENCONTRO NACIONAL E VI ENCONTRO LATINO AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO. Natal, 2009.
SANTOS, A.C.; LIMA, J.V.S.; J.R.G.; M.S.G.C. Uso do EnergyPlus em pesquisas brasileiras. XVII ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO – ENTAC 2018. Foz do Iguaçu, 2018.
TRIMBLE INC. SketchUp: Versão 8.0.15158. 2012.