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 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DA ENVOLTÓRIA DE UMA UNIDADE BÁSICA DE SAÚDE NA ZONA BIOCLIMÁTICA 7

João de Campos Lima Neto (1); Rafaela Duarte de Almeida (2); Eduardo Raimundo Dias Nunes (3)

(1) Graduando em Arquitetura e Urbanismo, jnnetocampos@gmail.com, Universidade Federal Rural do Semi-Árido/UFERSA.

(2) Graduanda em Arquitetura e Urbanismo, rafaela.almeida@estudante.abea.arq.br, Universidade Federal Rural do Semi-Árido/UFERSA.

(3) Arquiteto e Urbanista, Professor do Departamento de Ciências Sociais e Aplicadas e Humanas, eduardo.dias@ufersa.edu.br, Universidade Federal Rural do Semi-Árido/UFERSA.

RESUMO

Durante o processo de projeto arquitetônico deve se levar em consideração as questões ambientais, para assim, desenvolver projetos com maior qualidade ambiental e eficiência energética elevando o desempenho das edificações. Este trabalho tem por objetivo analisar e classificar o desempenho de eficiência energética da envoltória de um projeto padrão de uma Unidade Básica de Saúde - UBS Padrão II, por meio de parâmetros do Método Prescritivo do Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais de Serviço e Públicos - RTQ-C, que foi desenvolvido para climas brasileiros diversos de acordo com o Zoneamento Bioclimático Brasileiro, o item da envoltória indica seu nível de eficiência energética seguindo os parâmetros de classificação do Inmetro, indo do nível mais elevado “A” até o mais baixo “E”. Foram utilizadas como ferramentas de auxílio o WebPrescritivo e a NBR-15220-3 para calcular o índice de eficiência atual no qual obteve um resultado insatisfatório, nível “E” sendo assim realizada novas simulações garantindo a melhor eficiência da edificação com diretrizes construtivas indicadas para a zona bioclimática em estudo. Este trabalho faz parte das pesquisas desenvolvidas pelo Laboratório de Conforto Ambiental da UFERSA, LabCon junto ao projeto de pesquisa CASA - Conforto Ambiental no Semiárido.

Palavras-chave: conforto térmico, eficiência energética, método prescritivo.

ABSTRACT

During the architectural design process should take into consideration environmental issues, thus develop projects with higher environmental quality and energy efficiency elevating the performance of buildings. This work aims to analyze and classify the performance of energy efficiency of the envelope of a standard project of a basic health unit-UBS standard II, by means of parameters of the prescriptive method of the technical regulation of quality of the level of Energy efficiency of commercial buildings of service and public-RTQ-C, which was developed for different Brazilian climates according to the Brazilian bioclimatic zoning, the item of the envelope indicates its level of energy efficiency following the Inmetro's ranking parameters, going from the highest level "A" to the lowest "E". The Web Prescriptive and NBR-15220-3 help tools were used to calculate the current efficiency index in which it obtained an unsatisfactory result, level "E" thus being performed new simulations guaranteeing the best efficiency of the building with Guidelines indicated for the Bioclimatic zone under study. This work is part of the research developed by the laboratory of Environmental comfort of UFERSA, LabCon with the research project CASA-environmental comfort in the semiarid.

Keywords: thermal comfort, energy efficiency, prescriptive method.

1. INTRODUÇÃO

É notável que nos últimos anos, com os diversos desequilíbrios ambientais, um dos assuntos mais discutidos é a sustentabilidade buscando estratégias e usos de elementos que amenizam os impactos ambientais. A economia de energia é um dos fatores mais discutidos, levando tanto a área da construção civil como toda a sociedade a buscar edificações com maior eficiência energética. Segundo Lamberts et al. (2004) quando uma edificação proporciona condições ambientais de conforto aos usuários visando o menor consumo de energia, esse edifício é considerado energeticamente eficiente.

A temática da sustentabilidade no setor da construção civil é de extrema importância, já que a indústria da construção causa um grande impacto ambiental ao longo de toda a sua cadeia produtiva (KARPINSKI, 2007). Diante dessa problemática, o governo brasileiro estabeleceu uma regulamentação específica de indicadores técnicos tanto para os níveis máximos como mínimos de eficiência energética de edificações construídas no país. Em junho de 2009 foi aprovado o RTQ-C, Regulamento Técnico da Qualidade do Nivel de Eficiencia Energetica em edificios comerciais, de serviços e públicos.

O RTQ-C apresenta duas possibilidades para avaliação dos edifícios: pelo método prescritivo e por simulação computacional do desempenho termo energético. O regulamento compara o desempenho do edifício proposto para ser etiquetado (real) com um edifício similar (de referência), cujas características devem estar de acordo com o nível de eficiência pretendido (FOSSATI; LAMBERTS, 2010).

O consumo de energia de uma edificação está relacionado diretamente com os ganhos ou perdas de calor pela envoltória da edificação, é associada à uma carga interna gerada pela ocupação da edificação, os usos de equipamentos de iluminação artificial e condicionamento de ar (CARLO, 2008). A envoltória da edificação, segundo o manual de aplicação do RTQ-C (PROCEL, 2014), é um conjunto de elementos que estão em contato com o exterior, ou seja, o conjunto formado pelas fachadas e pela cobertura de um edifício.

O projeto utilizado nessa pesquisa é Unidade Básica de Saúde padrão II disponível no site do Ministério da Saúde. Esse projeto faz parte do programa de requalificação de UBS, o Requalifica UBS, que é uma estratégia do Ministério da Saúde para a estruturação e fortalecimento da Atenção Básica. Tem como objetivo criar incentivo financeiro para a construção de unidades básicas de saúde. É utilizado como "projeto básico" para a contratação da obra e projetos complementares.



Figura 1 - Maquete eletrônica da fachada principal da UBS (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2013).

Para o cálculo do nível de eficiência energética é importante o conhecimento das condições climáticas externas, pois estas representam os requisitos básicos para um projeto. A NBR 15 220-3 (ABNT, 2003) que estabelece o zoneamento bioclimático brasileiro, no qual consiste na divisão do território nacional em 8 zonas bioclimáticas, apresenta recomendações de diretrizes construtivas e detalhamento de estratégias de condicionamento térmico passivo para as edificações.

Diante da diversidade climática existente no país deve-se ter atenção quanto à projetos do tipo padrão de nível nacional, pois o mesmo quando implantado, pode gerar futuros problemas como o desconforto

térmico em ambientes internos. Os estudos de simulação do desempenho termo energético ajudam na correção de problemas arquitetônicos encontrados e a potencializar a edificação procurando deixá-la o mais energeticamente eficiente possível dentro dos limites existentes.

2. OBJETIVO

O presente estudo foi feito a partir da análise de simulação de um projeto padrão de Unidade Básica de Saúde (UBS) inserida em uma cidade da zona sete, do Zoneamento Bioclimático Brasileiro. Tem por objetivo avaliar a eficiência energética da envoltória do projeto por meio de parâmetros do Regulamento Técnico da Qualidade para Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C) do Inmetro. Utilizar o WebPrescritivo, que é uma Ferramenta de Avaliação de Eficiência Energética, para destacar a importância do método utilizado para corrigir problemas arquitetônicos que podem melhorar a qualidade da eficiência energética de edifícios. Além disso, refazer as simulações utilizando as diretrizes construtivas indicadas pela NBR 15220-3 para atingir uma melhor eficiência energética.

3. MÉTODO

A norma de Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética em Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos, RTQ-C, foi utilizada para avaliar a edificação pelo método prescritivo com o auxílio da Ferramenta WebPrescritivo desenvolvido pela equipe do Projeto S3E e a NBR 15220-3. Esse método consiste em uma série de parâmetros predefinidos ou a calcular que irão indicar a eficiência do sistema, para o cálculo da envoltória os parâmetros e pré-requisitos são dispostos no item 3.1 do regulamento para as aberturas zenitais e componentes opacos. As equações referem-se às aberturas verticais envidraçadas e estão relacionadas à volumetria do edifício. Para iniciar os cálculos é preciso escolher a zona bioclimática na qual será avaliada a edificação, que serve para definir quais equações serão utilizadas. O regulamento foi publicado no Brasil em 2009 e faz parte do PBE – Programa Brasileiro de Etiquetagem que conta com uma coletânea de manuais e regulamentos.

3.1. Variáveis utilizadas para a determinação do nível de eficiência da envoltória

Como dados dimensionais da edificação foram coletados informações das características do projeto como: Área Total Construída (ATOT), Área de Projeção da Cobertura (APCOB), Área de Projeção do Edifício (APE), Volume Total da Edificação (VTOT), e Área da Envoltória (AENV), obtidas nas plantas do projeto arquitetônico padrão disponível no site do Ministério da Saúde.

Para os componentes construtivos foram obtidos a Transmitância Térmica da Cobertura (W/(m2K)) através do anexo IV do Inmetro, que é um catálogo de propriedades térmicas de paredes, coberturas e vidros. A Transmitância Térmica das Paredes (W/(m2K)), que é a transmissão de calor em unidade de tempo e através de uma área unitária de um elemento ou componente construtivo, neste caso, de componentes opacos das fachadas (paredes externas). O Percentual de abertura zenital (PAZ). O αCOB, Absortância Solar da Cobertura (%) que é o quociente da taxa de radiação solar absorvida pela cobertura pela taxa de radiação solar incidente sobre a mesma. O CTPAR: Capacidade Térmica das Paredes (kJ/(m2K)), que é quociente da quantidade de calor necessária para variar em uma unidade a temperatura das paredes pela sua área. E o αPAR, Absortância Solar das Paredes (%) que é quociente da taxa de radiação solar absorvida pelas paredes pela taxa de radiação solar incidente sobre as mesmas.

Foram calculados também as características das aberturas como: o Percentual de abertura na fachada total (PAFT) que é calculado pela razão entre a soma das áreas de abertura envidraçada, ou com fechamento transparente ou translúcido, de cada fachada e a área total de fachada da edificação. O Fator Solar (FS), que é a razão entre o ganho de calor que entra num ambiente através de uma abertura e a radiação solar incidente nesta mesma abertura. O PAFO, que é o Percentual de Área de Abertura na Fachada Oeste (%). O AVS e o AHS que é o ângulo, respectivamente, vertical e horizontal de sombreamento formado entre dois planos.



Figura 2 - Quadro de variáveis para cálculo da eficiência da envoltória (WEBPRESCRITIVO, 2019).

3.1.1. Dados dimensionais da edificação

O projeto utilizado é de uma Unidade Básica de Saúde padrão II disponível no site do Ministério da Saúde. A orientação solar foi obtida direcionando a fachada principal da edificação para o lado Sul, como se trata de um projeto ainda não executado foi-se feito está determinada simulação.

Tabela 1 - Características dimensionais da edificação.

ATOT	APCOB	APE	VTOT	AENV
240,82 m²	240,82 m²	240,82 m²	722,49 m³	240,82 m²



Figura 3 - Planta baixa UBS Padrão II (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2013).

3.1.2. Componentes Construtivos encontrados

Utilizando as ferramentas já apresentadas anteriormente, como o RTQ-C e as especificações encontradas no projeto, foi possível organizar os componentes construtivos e obter os valores dos pré-requisitos apresentados.

A cobertura do projeto é uma laje maciça com câmara-de-ar e o telhado de fibrocimento possuindo uma transmitância térmica de 2,06 (W/(m²K)) logo, UCOB-ANC = 2,06. A variável UCOB-AC trata apenas de ambientes condicionados, como no projeto avaliado não é indicado o uso de refrigerados, foi considerado para esse requisito o valor nulo (UCOB-AC = 0).

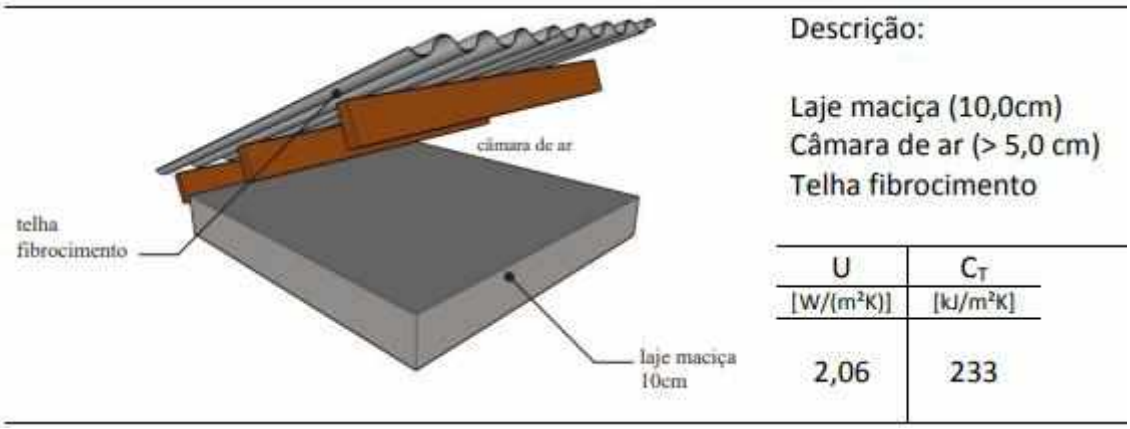


Figura 4 - Componentes construtivos - cobertura (INMETRO, 2019).

Os componentes construtivos das paredes do projeto são um bloco cerâmico de 9 cm com revestimento de gesso interno, e externamente argamassa e pintura. Tem, segundo o catálogo de propriedades térmicas do Inmetro, uma transmitância térmica de 2,37 (W/(m²K)) logo, UPAR = 2,37.

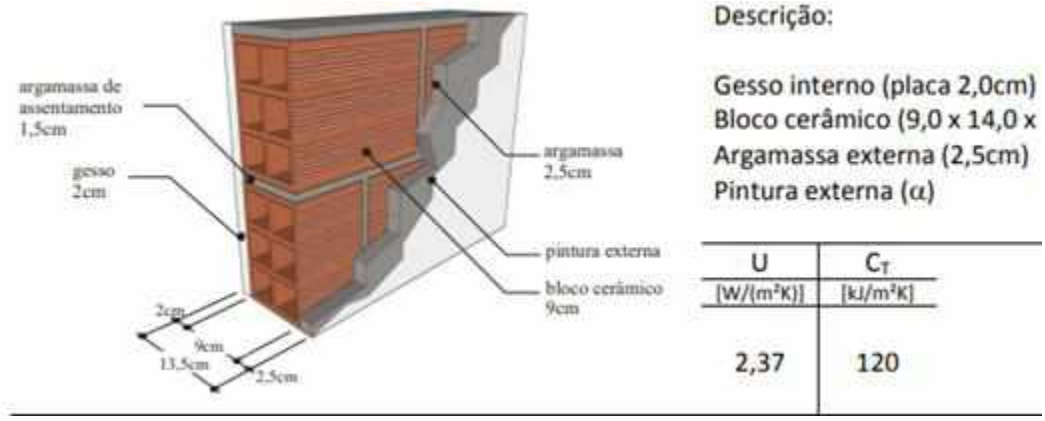


Figura 5 - Componentes construtivos - parede (INMETRO, 2019).

O Percentual de abertura zenital (PAZ) foi considerado nulo, pois não existem esse tipo de abertura no projeto. A Absortância Solar da Cobertura (%) feita de fibrocimento com com laje maciça de 10 cm tem o αCOB=61,1%, a Capacidade Térmica das Paredes indicadas é de CTPAR=120 (kJ/(m2K), e a Absortância Solar das Paredes (%), que estão indicadas como tinta acrílica semi-brilho na cor Cinza Br, é de αPAR=66.9%. Todos os dados foram retirados do catálogo de propriedades térmicas do Inmetro.

3.1.3. Características das aberturas

Para as características das aberturas tem-se o Percentual de abertura na fachada total (PAFT), obteve-se aqui o valor de 59,65%. O Fator Solar (FS), onde o vidro utilizado nas esquadrias do projeto é do tipo laminado incolor de 8 mm de espessura, e uma condutividade de 1 (W/mK), segundo o catálogo de propriedades térmicas do Inmetro ele tem um fator solar de 0,570.

Para o Percentual de Área de Abertura na Fachada Oeste (PAFO), obteve-se o valor de 6,23%. Para o AVS e o AHS: não foram encontrados dispositivos de sombreamento vertical no projeto logo, AVS= 0º, há presença do elemento marquise no projeto da edificação cujo ângulo formado com a abertura é de 40º.

4. RESULTADOS

Com base nos valores das variáveis arquitetônicas do projeto padrão, foram desenvolvidos os cálculos do método Prescritivo do RTQ-C para a zona bioclimática 7 com o auxílio do WebPrescritivo. Considerando a orientação solar da fachada principal sendo implantada para o sul obtendo assim o desempenho energético da envoltória da edificação nesse caso específico. A figura 6 mostra a classificação do nível de eficiência energética do projeto padrão, verifica-se que atingiu o nível "E".

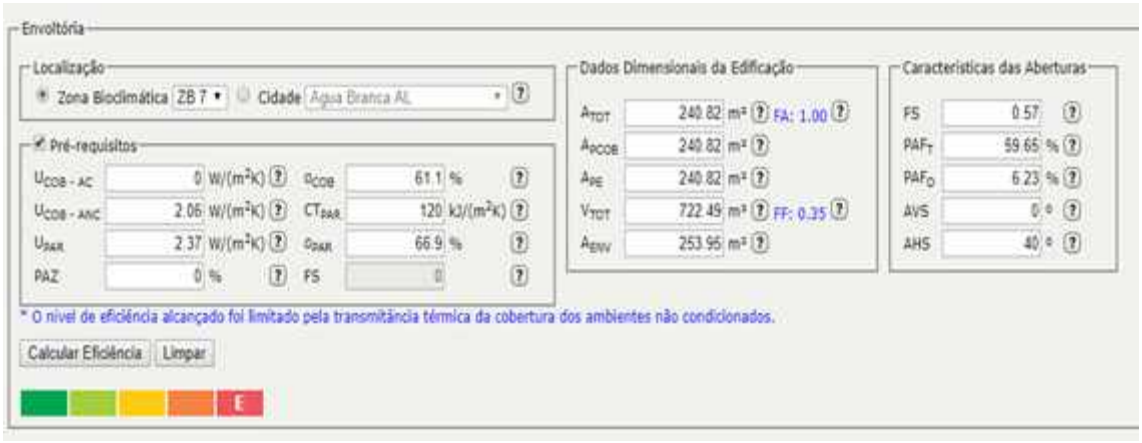


Figura 6 - Cálculo da eficiência da envoltória (INMETRO, 2019).

4.1. Propostas iniciais de diretrizes para melhorias da eficiência energética da envoltória e análise através do Método Prescritivo do RTQ-C

As diretrizes aqui propostas para melhoria do desempenho energético se baseiam na NBR 15220-3 (2003), e são estratégias bioclimáticas referentes às aberturas, e ao material empregado nas paredes e cobertura da edificação.

Para otimização da eficiência da envoltória, considerando a implantação da UBS com a orientação da fachada principal para o sul, seria proposto o aumento da marquise da edificação gerando assim um maior ângulo de sombreamento das aberturas e o uso de dispositivos de sombreamento verticais, como venezianas.

Já a NBR 15220-3, traz os valores admissíveis para cada tipo de vedação externa, quanto a transmitância térmica e atraso térmico. Sendo recomendado, para a zona 7, paredes "pesadas" cuja transmitância térmica é menor ou igual a 2,20 W/m2k e o atraso térmico maior ou igual a 6,5 horas. Para a cobertura também são recomendadas do tipo "pesadas" cuja transmitância é menor ou igual a 2,00 W/m2k e o atraso térmico maior ou igual a 6,5 horas.

Sendo assim, é proposto para esta edificação os seguintes tipos de paredes e coberturas:

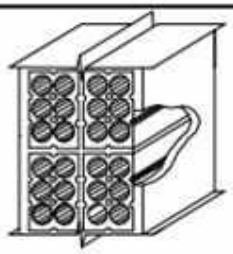
Parede	Descrição	U [W/(m².K)]	C_T [kJ/(m².K)]	φ [horas]
	Parede dupla de tijolos de 6 furos circulares, assentados na menor dimensão Dimensões do tijolo: 10,0x15,0x20,0 cm Espessura da argamassa de assentamento: 1,0 cm Espessura da argamassa de emboço: 2,5 cm Espessura total da parede: 26,0 cm	1,52	248	6,5

Figura 7 - Paredes recomendadas (NBR 15220-3, 2003).

Cobertura	Descrição	U [W/(m².K)]	C_T [kJ/(m².K)]	φ [horas]
	Cobertura de telha de fibro-cimento com laje de concreto de 25 cm Espessura da telha: 0,7 cm	1,75	561	9,2

Figura 8 - Coberturas recomendadas (NBR 15220-3, 2003).

Nessa análise foi utilizada parede dupla com tijolos de 6 furos (10x15x20cm) assentados na menor direção, argamassa de assentamento de 1cm e o emboço de 2,5cm, sendo a espessura total da parede de 26cm. Para a cobertura foi utilizada telha de fibrocimento com 0,7cm de espessura e laje de concreto de 25cm.

Utilizando novamente as ferramentas já apresentadas, empregando as especificações propostas pela NBR 15220-3 (2003) e as especificações encontradas no projeto, foi possível organizar os componentes construtivos e obter novos valores dos pré-requisitos apresentados.

Tabela 2 - Características dimensionais da edificação.

COMPONENTES CONSTRUTIVOS						
UCOB-AC	**UCOB-ANC**	**UPAR**	**PAZ**	**αCOB**	**CTPAR**	**αPAR**
0 W/(m²K)	1,75 W/(m²K)	1,52 W/(m²K)	0 %	15.8 %	248 kJ/(m²K)	33.9 %

DADOS DIMENSIONAIS				
ATOT	**ATOT**	**ATOT**	**ATOT**	**ATOT**
240,82 m²	240,82 m²	240,82 m²	240,82 m²	240,82 m²
CARACTERÍSTICAS DAS ABERTURAS				
FS	**FS**	**FS**	**FS**	**FS**
0,570	0,570	0,570	0,570	0,570

A aplicação de tinta acrílica a base de água na cor branca sobre a cobertura de fibrocimento proporciona uma maior reflexão dos raios solares aumentando o conforto térmico, recomenda-se também pintar as duas faces da telha a fim de diminuir a dilatação da mesma referente a umidade. A mudança de cor da face externa das paredes do edifício também contribuíram de forma significativa para o aumento do conforto, na nova simulação foi utilizada tinta acrílica na cor Marfim, outras opções que também manteria o aumento da eficiência energética seria as tintas acrílicas nas cores, Amarelo Antigo, Branco Gelo, Flamingo, Pérola entre outras com tons similares. Na figura 9, foi feita a análise com os novos parâmetros construtivos, a eficiência energética da envoltória atingiu o nível "A", sendo este o mais eficiente.

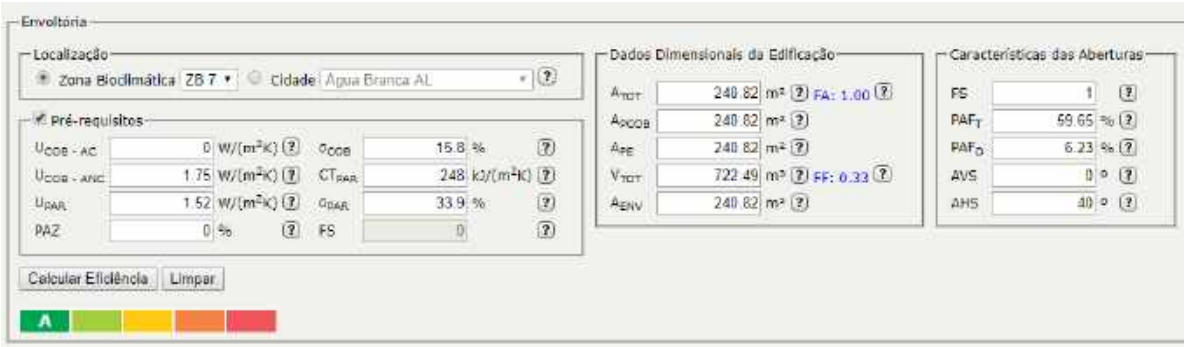


Figura 9 - Novo cálculo da eficiência da envoltória (INMETRO, 2019).

5. CONCLUSÕES

Após ser feito o levantamento dos dados do projeto arquitetônico e a aplicação desses valores nas equações do Método Prescritivo do RTQ-C, neste caso com o auxílio do WebPrescritivo, verificou-se que a envoltória do projeto padrão inserido na zona bioclimática sete, com orientação da fachada principal para o sul, não obteve classificação positiva. O resultado foi uma eficiência nível "E", isso prova que, na busca de reduzir gastos, muitos projetos são feitos por padrão com um orçamento básico, dimensões e materiais já pré-definidos. Gerando problemas como: projetos que não levam em consideração as características locais do entorno onde será inserido, causando desconforto e baixa eficiência.

Para alertar e ressaltar a importância de se utilizar das recomendações da NBR 15 220-3 (ABNT, 2003), a qual aponta diretrizes e métodos construtivos para uma edificação mais eficiente, foi feito nova simulação com os componentes construtivos indicados pela norma, constatando um melhor nível de eficiência termoenergética, nível "A".

Conclui-se que, através das simulações de desempenho termoenergético, pode-se identificar pontos para correção de problemas arquitetônicos, e com a utilização dos parâmetros recomendados pela norma de de desempenho térmico, pode-se fazer escolhas que potencializem a edificação, procurando deixá-la o mais energeticamente eficiente possível.

Para futuras pesquisas pode-se fazer a avaliação do projeto em diferentes orientações geográficas, como também em diferentes zonas do Zoneamento Bioclimático Brasileiro criando assim uma base de dados para servir como referência em futuros estudos, além disso, pode-se fazer um acompanhamento do projeto padrão já construído, para comparar os valores previstos e os valores reais medidos, cientes de que durante o processo de execução o projeto pode passar por alterações. Assim os resultados podem influenciar em futuras decisões e técnicas construtivas, de modo a estabelecer uma edificação com melhor desempenho, favorecendo a eficiência energética.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT, NBR. 15 220-3. Desempenho Térmico de Edificações-Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. 2003b.

CARLO, J. C. Desenvolvimento de Metodologia de Avaliação da Eficiência Energética do Envoltório de Edificações Não-Residenciais. 2008. 196 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

CARLO, J. C.; LAMBERTS, R. Parâmetros e métodos adotados no regulamento de etiquetagem da eficiência energética de edifícios – Parte 1: método prescritivo. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 10, n. 2, p.7-26. 2010.

KARPINSKI, L. A. Proposta de Gestão de Resíduos da Construção Civil para o Município de Passo Fundo-RS. Passo Fundo, RS, 2007. Dissertação de mestrado, Programa de PósGraduação em Engenharia, Universidade de Passo Fundo.

LAMBERTS, R. et al. Regulamentação de Etiquetagem Voluntária de Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais e Públicos. In: ENCONTRO NACIONAL, 9., ENCONTRO LATINO AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 5., 2007, Outro Preto. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2007.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. Eficiência Energética na Arquitetura. 2a edição. São Paulo: ProLivros, 2004.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Departamento de atenção básica. Programa de Requalificação de Unidades Básicas de Saúde. 2013. Disponível em: < http://dab.saude.gov.br/portaldab/ape_requalifica_ubs.php > acesso 27 de abril de 2019.

PROCEL- Manual de Aplicação do RTQ-C. Disponível em: < http://www.pbeedifica.com.br/sites/default/files/projetos/etiquetagem/comercial/downloads/m anualv02_1.pdf > Acesso em 30 de abril de 2019.

PROJETEEE – Projetando Edificações Energeticamente Eficientes. Disponível em: <projeteee.mma.gov.br>. 2019.