

Neste trabalho, tem-se por objetivo analisar a eficiência energética da envoltória das UBSs de Joinville, a partir do projeto padrão, e propor alterações para melhorar suas classificações de etiquetagem e eficiência energética, sendo utilizado para o desenvolvimento o RTQ-C, aINI-C, a análise de sensibilidade global e a análise de custo das alterações.

Orientadora: Ana Mirthes Hackenberg

Joinville, 2019

ANO
2019

LAYANE SANTOS DE SOUZA | ANÁLISE DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DA
ENVOLTÓRIA DAS UNIDADES BÁSICAS DE SAÚDE DE JOINVILLE POR MEIO DA
ETIQUETAGEM BRASILEIRA



UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA – UDESC
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS – CCT
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**ANÁLISE DA EFICIÊNCIA
ENERGÉTICA DA ENVOLTÓRIA DAS
UNIDADES BÁSICAS DE SAÚDE DE
JOINVILLE POR MEIO DA
ETIQUETAGEM BRASILEIRA**

LAYANE SANTOS DE SOUZA

JOINVILLE, 2019

LAYANE SANTOS DE SOUZA

**ANÁLISE DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DA ENVOLTÓRIA DAS UNIDADES
BÁSICAS DE SAÚDE DE JOINVILLE POR MEIO DA ETIQUETAGEM
BRASILEIRA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, na Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Engenharia Civil.

Orientadora: Dra. Ana Mirthes Hackenberg

JOINVILLE

2019

**Ficha catalográfica elaborada pelo programa de geração automática da
Biblioteca Setorial do CCT/UDESC,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

Souza, Layane Santos de
Análise da eficiência energética da envoltória das
Unidades Básicas de Saúde de Joinville por meio da
etiquetagem brasileira / Layane Santos de Souza. -- 2019.
128 p.

Orientadora: Ana Mirthes Hackenberg
Dissertação (mestrado) -- Universidade do Estado de
Santa Catarina, Centro de Ciências Tecnológicas, Programa
de Pós-Graduação -- Selecione --, Joinville, 2019.

1.INI-C. 2. RTQ-C. 3. Unidade Básica de Saúde. 4.
Análise de Sensibilidade global. I. Mirthes Hackenberg, Ana. II.
Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de
Ciências Tecnológicas, Programa de Pós-Graduação --
Selecione --. III. Título.

**Análise da Eficiência Energética da Envoltória das Unidades Básicas de Saúde
de Joinville por meio da Etiquetagem Brasileira**

por

Layane Santos de Souza

Esta dissertação foi julgada adequada para obtenção do título de

MESTRA EM ENGENHARIA CIVIL

Área de concentração em “Engenharia Urbana e da Construção Civil”
e aprovada em sua forma final pelo

CURSO DE MESTRADO ACADÊMICO EM ENGENHARIA CIVIL
DO CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS DA
UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA.

Banca Examinadora:

AMirthes Hackenberg
Profá. Dra. Ana Mirthes Hackenberg
CCT/UDESC (Orientadora/Presidente)

paula melo
Profá. Dra. Ana Paula Melo
UFSC

Elisa Henning
Profá. Dra. Elisa Henning
CCT/UDESC

Joinville, SC, 11 de dezembro de 2019.

Dedico este trabalho aos meus pais, Celi e Gilmar por se doarem tanto a formação de suas filhas. Por vocês, as conquistas têm um valor a mais.

AGRADECIMENTO

Primeiramente agradeço a Deus, por guiar meus passos, pela sua presença ser tão forte. Agradeço a Ele por tudo e por tanto.

Aos meus pais e às minhas irmãs por serem minha base, minha motivação e inspiração em tudo que faço na vida.

Ao meu esposo Rafael pela paciência e suporte emocional sempre que precisei e ao meu gato José Antônio por ser meu ponto de amor incondicional diário.

À minha orientadora Ana Mirthes Hackenberg pela orientação, conversas e disponibilidade passadas desde a primeira conversa, antes de eu entrar como aluna regular, talvez se não tivesse tido seu incentivo no inicio, não estaria realizando mais essa etapa de minha vida.

À professora Elisa Henning, por todo suporte e conhecimento passado em sua área, além de ser uma inspiração quanto a dedicação e desempenho no que faz.

Aos professores e alunos percentencentes ao Laboratório de eficiência Energética em Edificações (LabEEE), por toda disponibilidade, suporte e conhecimento passado.

Aos colegas de mestrado Jayne Garcia, Amanda Krelling, Gabriela Tondo, Rodrigo Cechinel, Fabio Hudler e Chiara Destro pela parceria nas matérias cursadas, artigos desenvolvidos, nas viagens a Florianópolis e nas trocas constantes de informações.

À Promop, pelo apoio financeiro durante o desenvolvimento dessa pesquisa.

RESUMO

A crescente preocupação mundial com a escassez dos recursos naturais existentes faz com que seja necessária a implementação de estratégias sustentáveis pela sociedade, sendo um dos fatores em destaque o uso de energia, uma vez que este insumo está relacionado a maioria das atividades e produtos utilizados pela população. Como a construção civil é um setor que acarreta maiores impactos ao meio, há a necessidade de desenvolver projetos sustentáveis aliados a programas que incentivem a eficiência energética nas construções. Na cidade de Joinville há um projeto padrão utilizado para a construção de novas Unidades Básicas de Saúde (UBS), e o mesmo é executado independente da orientação solar do terreno, logo, este trabalho tem como finalidade propor alterações para melhorar suas classificações de etiquetagem e eficiência energética, almejando a classificação A quanto a envoltória nas orientações pré-estabelecidas. A avaliação termoenergética da edificação baseou-se tanto na metodologia do Regulamento Técnico da Qualidade para Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C), quanto no aprimoramento desta para a obtenção de melhor representação da realidade, a Instrução Normativa Inmetro para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas (INI-C), sendo que ambas permitem a classificação das edificações de A (mais eficiente) a E (menos eficiente). Inicialmente foi obtida a classificação do projeto padrão quanto ao RTQ-C pelo método prescritivo e quanto a INI-C pelo método simplificado e simulação. A partir dos estudos verificados nas pesquisas bibliográficas, foram determinados quais parâmetros seriam variados e realizadas simulações de todas as combinações entre eles, sendo obtidas suas classificações perante a INI-C, e com esses resultados realizada a análise de sensibilidade global. Foram realizadas comparações entre as classificações obtidas de alguns casos quanto ao método simplificado e a simulação da INI-C, para verificar a diferença de classificação obtida entre os dois métodos. A determinação de quais variáveis seriam adotadas ocorreu a partir de análises de custo das alterações destacadas, tanto para o caso de reformas quanto para o caso de implementação em fase de projeto, em conjunto com a análise das cargas térmicas obtidas e a análise de sensibilidade das variáveis. Como resultado inicialmente foi obtida a classificação C para o método prescritivo do RTQ-C, e C e D para o método simplificado e simulação da INI-C respectivamente. Após as alterações das variáveis foi verificado que a absorção da cobertura, quando utilizada a cor branca foi o fator que mais influenciou na melhora do resultado, seguido da substituição do material da cobertura e seu uso com baixa absorção. A orientação não influenciou significativamente nos resultados, sendo mantido portanto a utilização de um projeto padrão único. Para a realização de modificações no projeto padrão existente, por não influenciar de grande forma no orçamento final da edificação, e estar presente nos três melhores casos, com classificação A, apresentados na INI-C, tanto pelo método simplificado quanto pela simulação, foi optada pela utilização da telha termoacústica com baixa absorção, aliada à alteração das paredes externas para material leve e pintura externa branca.

Palavras-chave: INI-C; RTQ-C; Unidade Básica de Saúde; Análise de Sensibilidade global.

ABSTRACT

The growing worldwide concern with the scarcity of existing natural resources makes it necessary to implement sustainable strategies by society, one of the factors being highlighted the use of energy, since this input is related to most of the activities and products used by population. As civil construction is a sector that has greater impacts on the environment, there is a need to develop sustainable projects combined with programs that encourage energy efficiency in buildings. In the city of Joinville there is a standard project used for the construction of new Basic Health Units (UBS), and it is carried out independently of the solar orientation of the land, therefore, this work aims to propose changes to improve their labeling and classification energy efficiency, aiming at classification A as to the envelope in the pre-established orientations. The thermoenergetic evaluation of the building was based both on the methodology of the Regulamento Técnico da Qualidade para Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C), and on the improvement of this to obtain a better representation of reality, the Instrução Normativa Inmetro para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas (INI-C), both of which allow the classification of buildings from A (most efficient) to E (less efficient). Initially, the classification of the standard design was obtained in terms of RTQ-C by the prescriptive method and in relation to INI-C by the simplified method and simulation. From the studies verified in the bibliographic searches, it was determined which parameters would be varied and simulations of all combinations between them were carried out, their ratings were obtained according to the INI-C, and with these results the global sensitivity analysis was performed. Comparisons were made between the classifications obtained in some cases regarding the simplified method and the INI-C simulation, to verify the difference in classification obtained between the two methods. The determination of which variables would be adopted was based on cost analyzes of the highlighted changes, for the case of reforms and for the case of implementation in the design phase, together with the analysis of the thermal loads obtained and the sensitivity analysis of the variables. As a result, classification C was initially obtained for the prescriptive method of RTQ-C, and C and D for the simplified method and simulation of INI-C, respectively. After changing the variables, it was found that the absorbance of the covering, when used white, was the factor that most influenced the improvement of the result, followed by the replacement of the roofing material and its use with low absorption. The orientation didn't significantly influence the results, therefore the use of a single standard design was maintained. In order to make changes to the existing standard project, as it does not have a major influence on the final budget of the building, and is present in the three best cases, with classification A, presented at INI-C, both by the simplified method and by the simulation, it was chosen for the use of Thermo Acoustic Tile tiles with low absorption, combined with the change of external walls to light material and white external paint.

Keywords: INI-C; RTQ-C; Basic Health Units; Global Sensitivity Analysis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Variáveis intervenientes no desempenho térmico da edificação.....	20
Figura 2 - Escala para a determinação da classe de eficiência da edificação	24
Figura 3 - Limites dos parâmetros da edificação atendidos pelo método simplificado	25
Figura 4 - Zoneamento bioclimático brasileiro.....	30
Figura 5 - Grupos climáticos 9 - 16	31
Figura 6 - Detalhe do estado de Santa Catarina - Grupos 9 à 16	31
Figura 7 - Esquema das etapas do trabalho.....	50
Figura 8 - Mapa de localização das Unidades Básicas de Saúde de Joinville – SC .	51
Figura 9 - Planta Baixa	53
Figura 10 - Detalhes cores da edificação	54
Figura 11 - Corte Esquemático.....	54
Figura 12 - Divisão Zonas Térmicas.....	62
Figura 13 - Composição construtiva dos materiais da cobertura.....	65
Figura 14 - Composição construtiva dos materiais das paredes	66
Figura 15 - Fluxograma da análise de sensibilidade global.....	69
Figura 16 - Modelagem da simulação	76
Figura 17 – Influência dos parâmetros simulados	79
Figura 18 - Índice de Sensibilidade dos fatores.....	82
Figura 19 - Custo das alterações para reforma	87
Figura 20 - Custo das alterações antes da execução	91

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Classificação Geral	19
Tabela 2 - Métodos de Análise de Sensibilidade.....	40
Tabela 3 - Dados referente a envoltória da edificação	56
Tabela 4 - Absortância das faces externas dos elementos construtivos	57
Tabela 5 - Propriedades dos materiais.....	57
Tabela 6 - Transmitância térmica, capacidade térmica de paredes e cobertura	58
Tabela 7 - Parâmetros do ICmáxD	60
Tabela 8 - Limites dos intervalos dos níveis de eficiência	60
Tabela 9 - Edificações hospitalares: coeficiente de redução da carga térmica anual da classe D para a classe A (CRCgTD-A) com base no fator de forma (FF) e grupo climático correspondente	63
Tabela 10 - Limites dos intervalos das classes de eficiência energética da Envoltória da edificação	64
Tabela 11 - Variáveis alteradas.....	66
Tabela 12 – Planejamento das Simulações	68
Tabela 13 - Limites dos intervalos das classes de eficiência energética da Envoltória	72
Tabela 14 – Pré requisitos específicos da envoltória (ZB5)	72
Tabela 15 - Valores dos parâmetros da edificação - método simplificado	73
Tabela 16 - Limites dos intervalos das classes de eficiência energética da Envoltória da edificação (Fachada Sul do caso base)	74
Tabela 17 - Limites dos intervalos das classes de eficiência energética da Envoltória da edificação (Fachada Norte do caso base).....	74

Tabela 18 - Limites dos intervalos das classes de eficiência energética da Envoltória da edificação (Fachada Oeste do caso base)	75
Tabela 19 - Limites dos intervalos das classes de eficiência energética da Envoltória da edificação (Fachada Leste do caso base)	75
Tabela 20 – Casos classificação A da simulação.....	77
Tabela 21 – Valores da estatística F	80
Tabela 22 - Classificação e indice de sensibilidade dos fatores.....	81
Tabela 23 - Classificações do caso base conforme os três métodos	83
Tabela 24 - Quatro melhores e piores casos da simulação perante carga térmica... <td>83</td>	83
Tabela 25 – Classificações perante INI-C pelo método simplificado e simulação dos quatro melhores casos	85
Tabela 26 - Classificações perante INI-C pelo método simplificado e simulação dos quatro piores casos	85
Tabela 27 - Valores para reforma.....	89
Tabela 28 - Aditivo para itens não executados.....	92
Tabela 29 - Preço final de contrato - itens modificados.....	93

ABREVIATURAS E SIGLAS

MME	Ministério de Minas e Energia
ANOVA	Análise da Variância
DOE	Departamento de Energia dos Estados Unidos
ENCE	Etiqueta Nacional de Conservação de Energia
GCL	Grupo Climático
INI	Instrução Normativa Inmetro
INI-C	Instrução Normativa Inmetro para a Classe de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas
BTP	Programa de Tecnologia da Construção
RTQ-C	Regulamento Técnico da Qualidade para Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos
RTQ-R	Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais
RTQ	Regulamento Técnico da Qualidade para Eficiência Energética de Edificações
SES	Secretaria de Saúde
SINAPI	Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil
TCU	Tribunal de Contas da União
UBS	Unidade Básica de Saúde
ZB	Zona Bioclimática

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA DO ESTUDO PROPOSTO.....	11
1.2	OBJETIVOS	14
1.2.1	Objetivo Geral	14
1.2.2	Objetivos Específicos.....	14
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	16
2.1	EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NAS EDIFICAÇÕES	16
2.1.1	Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas (RTQ-C)	18
2.1.2	Instrução Normativa do Inmetro	24
2.2	EDIFÍCIO DE REFERÊNCIA.....	27
2.3	ZONEAMENTO BIOCLIMÁTICO	29
2.4	ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS.....	33
2.5	SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL.....	36
2.6	ANÁLISE DE SENSIBILIDADE	39
2.7	ANÁLISE DE CUSTO.....	44
2.7.1	Obras Públicas	46
2.7.2	Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI)	47
3	MÉTODO	49
3.1	COLETA DE DADOS	50
3.1.1	Projeto Padrão	52
3.1.2	Dados Climáticos	58
3.2	CLASSIFICAÇÃO PERANTE RTQ-C	59

3.2.1	Método Prescritivo.....	59
3.3	CLASSIFICAÇÃO PERANTEINI-C	61
3.4	ESTRATEGIAS ADOTADAS	64
3.5	SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL.....	66
3.6	ANALISE DE SENSIBILIDADE	68
3.7	DESEMPENHO TERMO-ENERGÉTICO DE CASOS.....	70
3.8	ANÁLISE DE CUSTO.....	70
4	RESULTADOS	72
4.1	CLASSIFICAÇÃO PERANTE RTQ-C	72
4.1.1	Método Prescritivo (RTQ-C).....	72
4.2	CLASSIFICAÇÃO PERANTEINI-C	73
4.3	SIMULAÇÃO	76
4.4	RESULTADOS DA ANÁLISE DE SENSIBILIDADE	77
4.5	CLASSIFICAÇÃO CONFORME ESTRATÉGIAS ADOTADAS	82
4.6	ANÁLISE DE CUSTO.....	86
5	CONCLUSÃO.....	95
5.1	SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	97
	REFERÊNCIAS.....	99

1 INTRODUÇÃO

1.1 JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA DO ESTUDO PROPOSTO

A preocupação mundial com a forma que os recursos naturais existentes estão sendo utilizados está relacionada com a importância destes para a produção de energia, sendo que ao longo dos séculos o uso indiscriminado desses recursos fez com que ocorressem graves crises e problemas ambientais, direcionando à necessidade da utilização da energia de maneira sustentável. No cenário atual a busca por conforto nos diversos setores que envolvem as atividades diárias, faz com que a sociedade esteja fortemente ligada ao consumo de energia, o que a torna um insumo indispensável, uma vez que está ligada à maioria dos serviços e produtos utilizados. Assim, quando fala-se da necessidade de desenvolver projetos sustentáveis, poupadões de energia e de recursos naturais, a racionalização do consumo de energia elétrica é um forte fator a ser analisado. Porém para atingir um desenvolvimento sustentável é necessária uma mudança de conduta tanto nas políticas públicas quanto na consciência da população, mudando conceitos e hábitos de maneira que soluções sustentáveis sejam tomadas por todos.

Nesse sentido, a eficiência energética apresenta um grande desafio para a situação econômica e ambiental do mundo. No que tange as políticas atuais, mais recursos devem ser alocados para a realização e o desenvolvimento de tecnologias para expandir a eficiência energética em edificações, já que é um dos setores com maior consumo (CASALLAS; PIEDRAHÍTA; RUIZ, 2014). Assim, a construção civil contribui para os impactos ambientais devido aos elementos que compõem todo o processo de realização de suas atividades, sejam eles o desmatamento, geração de ruídos, liberação de resíduos no ar, água, terra, entre outros. Sendo assim, a busca pelo conforto ambiental, impõe a adoção de estratégias projetuais eficientes. Estas estratégias devem possuir estreita relação com o clima local e serem definidas na fase do projeto, pois é nesta etapa que as soluções são adotadas e os materiais e técnicas especificados.

Triana, Lamberts e Sassi (2015), afirmam que as novas construções devem trazer benefícios ambientais, econômicos e sociais, quando incentivadas a seguir a base da eficiência energética, podendo acarretar também vantagens como otimização dos recursos naturais, melhores níveis de conforto e consequentemente melhor saúde

e bem-estar aos ocupantes da edificação. Logo, políticas públicas deveriam se basear nesses benefícios e gerir meios que acarretariam tais melhorias na sociedade. Para Menkes (2004), este uso mais eficiente e responsável dos recursos ocorre a partir da restrição do uso da energia pelas sociedades e a adaptação dos estilos de vida, atendendo as demandas de acordo com os meios ecológicos disponíveis.

De acordo com Lamberts *et al.* (1996), o setor de serviços e energia quando desenvolvidos de forma livre, tende a exibir diversas falhas e não ser eficiente. Sendo assim, deve-se utilizar padrões, os quais desenvolvidos com base técnica sólida, fornecerão um caminho a ser seguido pelos novos edifícios a serem realizados. Além disso é necessária a existência de padrões de eficiência em eletrodomésticos, sistemas de iluminação, motores e equipamentos. Nos edifícios existentes, recomenda-se a aplicação de habilidades gerenciais que estimulem a eficiência energética através do *retrofit*.

Ainda sobre a eficiência energética em edifícios, Annunziata, Rizzi e Frey (2014) comentam que o desenvolvimento da eficiência energética em edifícios deve se basear em meios técnicos e econômicos, os quais auxiliam de forma benéfica as decisões relacionadas aos investimentos, fornecendo mecanismos de financiamento e medidas adequadas a serem adotadas quanto à eficiência energética.

Por estas razões, discussões envolvendo o uso racional de energia e sustentabilidade em edificações tem ampliado a demanda por sistemas de avaliação de desempenho energético e certificação ambiental. Alguns países elaboraram instituições específicas para tratar da questão da eficiência energética por meio de programas de eficiência energética e de meio ambiente, estimulando o uso de fontes renováveis de energia, e oferecendo incentivos financeiros. Surgiram em países da Europa, Estados Unidos e no Canadá, na década de 90, as primeiras metodologias de avaliação, sendo estas, parte das estratégias para o cumprimento de metas ambientais estabelecidas a partir da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento em 1992 (SILVA, 2003). Essas estratégias, aliadas aos sistemas de certificação, acarretam no uso mais eficiente das fontes de energia, aumento das mudanças nas tendências de demanda e intensidades, atingindo com maior eficácia a transição para a sustentabilidade.

De acordo com Santos e Souza (2007) cada uma das regulamentações obtém características particulares, porém ao mesmo tempo, apresentam uma crescente semelhança entre elas. A similaridade é encontrada em seus itens de iluminação,

envoltória e condicionamento artificial do ar, sendo todas devidamente associadas ao zoneamento bioclimático no qual a edificação está inserida. As construções devem ser adaptadas ao clima da região, assim como a iluminação, a ventilação natural, a escolha de materiais e os equipamentos, sejam planejados da melhor maneira possível para atender o requerimento.

No cenário brasileiro, o Ministério de Minas e Energia (MME), publicou o Plano de Trabalho de implantação da Lei de Eficiência Energética, Lei N° 10.295 de 17 de outubro de 2001 (MME, 2009), sendo que nesta fica apontado a obrigatoriedade da implementação da eficiência energética nas edificações construídas no Brasil, tanto pelo uso de equipamentos e sistemas mais eficientes, como por meio de projetos. Portanto, é necessário cada vez mais discutir e discorrer estudos sobre o desempenho térmico das edificações do ponto de vista do seu desempenho térmico.

Com a finalidade de orientar o público alvo, facilitando o entendimento das orientações para a aplicação dos requisitos mínimos de desempenho nas edificações, foi desenvolvido em 2009 o Regulamento Técnico de Qualidade de Eficiência Energética de Edificações (RTQ). Sendo que no mesmo, a geração da classificação da etiquetagem vem a partir da obtenção do nível de eficiência energética, que varia de A à E, do mais eficiente ao menos eficiente respectivamente (CB3E, 2017). Esta avaliação ocorre a partir do método simplificado e/ou simulação. Este documento foi aperfeiçoado e passou a ser denominado como Instrução Normativa Inmetro (INI), sendo este um documento emitido pelo Inmetro, que define os requisitos técnicos e os métodos para classificação de edificações comerciais, de serviços e públicas quanto à sua eficiência energética, visando à etiquetagem de edificações. Esta foi utilizada neste trabalho, uma vez que trata de forma mais detalhada o estudo dos gastos energéticos, conforme o consumo de energia primária dos sistemas avaliados, levando em consideração uma condição de referência e outra de estudo da edificação real, conforme o consumo de energia primária dos sistemas avaliados.

Como forma de viabilizar a análise de uma edificação, de maneira que represente construções com propriedades recorrentes, Kavgic *et al.* (2010) afirmam que a obtenção de uma tipologia de construção é de grande relevância e pode auxiliar na avaliação do desempenho energético das edificações. Logo, essa modelagem é fundamental na análise dos aspectos da energia.

De forma a complementar a modelagem e realizar as devidas análises, o método de simulação é de grande importância, sendo possível através desta prever o

comportamento dos parâmetros construtivos abordando simultaneamente os sistemas de iluminação e condicionamento de ar (LIU; LIU, 2011).

Neste trabalho aborda-se o tema da eficiência energética, voltado à avaliação da envoltória das Unidades Básicas de Saúde (UBS) da cidade de Joinville-SC. Este tipo de edificação tem a finalidade de garantir atendimentos básicos e gratuitos de saúde à população, sendo diariamente procuradas pela comunidade ao redor de onde foi instalada. Sendo assim é de grande importância que estas edificações possuam desempenho térmico adequado para seus ocupantes, sejam eles funcionários ou pacientes.

Levando em consideração o fato de que as novas Unidades Básicas de Saúde da cidade de Joinville-SC, na maioria das vezes, seguem o mesmo projeto, com poucas adaptações, independente da localização geográfica que será inserida, este trabalho tem por finalidade fazer uma análise deste projeto padrão. Além disto, realizar adaptações e apresentar propostas de modelos de projetos que favoreçam a obtenção de classificação nível A de eficiência energética perante a etiquetagem brasileira, nas quatro orientações geográficas pré-estabelecidas. Embasando a escolha das estratégias projetuais em resultados da análise de sensibilidade e análise de custo das modificações.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Analizar a eficiência energética da envoltória das UBSs de Joinville, a partir do projeto padrão, e propor alterações para melhorar suas classificações de etiquetagem e eficiência energética.

1.2.2 Objetivos Específicos

Dentre os objetivos específicos, destacam-se:

- Avaliar a classificação da eficiência energética da envoltória do projeto padrão pela metodologia do RTQ-C e da INI-C;

- Propor alterações visando obter a classificação A em eficiência energética nas quatro orientações pré-estabelecidas;
- Observar o comportamento da INI-C pelo método simplificado e de simulação, frente ao RTQ-C pelo método prescritivo;
- Selecionar por meio da análise de sensibilidade, os indicadores das soluções simuladas que melhor promovam a eficiência energética;
- Análise de custo das estratégias adotadas com base no SINAPI.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NAS EDIFICAÇÕES

De acordo com Nogueira e Capaz (2015) é impossível negar que o desenvolvimento da sociedade moderna tem ocorrido à custa de níveis crescentes de degradação ambiental, cujos efeitos adversos são vivenciados em todas as regiões do planeta. Ainda, segundo os autores, há uma procura pela harmonia entre os impactos gerados pelo atual crescimento socioeconômico e a preservação ambiental, sendo que estas discussões, apesar de serem levantadas a tempo, aumentaram na segunda metade do século XX.

Hoje, a busca por esse equilíbrio ambiental o associa à necessidade de economizar energia, a partir da adoção de estratégias projetuais eficientes. Estas estratégias devem possuir estreita relação com o clima local e ser definidas na fase de projeto, uma vez que é nesta etapa que as soluções são adotadas e os materiais e técnicas especificados (CARVALHO; SPOSTO, 2012). Essa idéia é compartilhada também por Griego, Krarti e Hernández-Guerrero (2012), que ainda destacam a importância que ocorram durante as análises, a ponderação do desempenho da edificação como um todo, considerando questões como a economia de energia, de custos e melhoria do conforto térmico.

Esse objetivo de atingir a eficiência energética, na arquitetura, pode ser entendido como um atributo inerente à edificação, pelo seu potencial em possibilitar conforto térmico, visual e acústico aos usuários, com baixo consumo de energia. Sendo um edifício mais eficiente energeticamente que outro, quando proporciona as mesmas condições ambientais, com menor consumo de energia (LAMBERTS, DUTRA E PEREIRA, 2014).

Para se alcançar um edifício energeticamente eficiente alguns fatores devem ser analisados, sendo estes os que envolvem a envoltória, o uso da edificação, a eficiência dos equipamentos e sistemas instalados. Assim, uma vez levado em consideração esses itens, o consumo de energia da edificação corresponde ao resultado da troca energética da envoltória com o meio ambiente, aliados ao modo em que a edificação é ocupada e seus equipamentos e iluminação utilizados. Estes conjuntos acarretam ao nível de consumo do sistema de condicionamento de ar, que

compensam os ganhos ou perdas energéticas sendo os principais responsáveis pelo gasto de energia elétrica das edificações não residenciais (CARLO, 2008).

No caso das unidades comerciais e de serviço, os edifícios geralmente apresentam um elevado consumo energético devido ao sistema de condicionamento ambiental e de iluminação amplamente utilizado. Este elevado consumo tem motivado medidas que promovam a eficiência, como os selos verdes ou certificados ambientais, utilizados em diversos países, que atestam o cumprimento de pré-requisitos que garantem o menor impacto ambiental e consumo de energia em edifícios novos e usados (NOGUEIRA; CARDOSO, 2015).

Dessa forma, a sustentabilidade tem sido cada vez mais um desafio para o setor público. Um dos maiores desafios relacionados à sustentabilidade está diretamente vinculado à questão da eficiência energética. Além do uso de tecnologias eficientes e o uso mais efetivo dos recursos naturais, são necessárias políticas públicas que redirecionem as escolhas tecnológicas e os investimentos no setor, assim como o comportamento dos consumidores (MENKES, 2004).

Uma das ferramentas que está alinhada para esta melhora da eficiência energética é o sistema de classificação das edificações, e perante a avaliação de Silva, Silva e Agopyan (2003) a implementação de métodos e sistemas de classificação acaba interferindo na redução do consumo de energia, permitindo também avaliar o desempenho real da edificação. Quando estratégias são traçadas e aliadas aos sistemas de certificação, acarretam ao uso mais eficiente das fontes de energia, aumento das mudanças nas tendências de demanda e intensidades, atingindo com maior eficácia a transição para a sustentabilidade. Todavia, segundo Silva (2015), para haver sucesso dos programas de eficiência energética, faz-se necessário o envolvimento e a colaboração de todos setores, ou seja, tanto públicos como privados.

Pérez-Lombard *et al.* (2009) afirmam que a obtenção de sucesso em uma certificação está ligada basicamente a fatores, tais como: obter uma certificação que forneça resultados de qualidade para o investimento aplicado; a precisão da economia de energia, e o compromisso de reduzir os gases de efeito estufa, prevenindo assim os impactos do aquecimento global.

Para Casals (2006, p. 383):

Um sistema de certificação energética bem implementado deve permitir, e promover, uma quantificação clara na concepção projetual de conceitos

quanto ao potencial de consumo energético de edifícios, como a arquitetura bioclimática, a energia solar passiva, aquecimento, arrefecimento passivo, ventilação passiva, integração com energias renováveis, ..., garantindo sempre níveis de conforto. Esta é a única forma de estimular o mercado a introduzir todas essas estratégias de projeto recomendadas do ponto de vista energético, mas com uma garantia de qualidade de forma a evitar o seu descrédito.

Globalmente, a classificação e divulgação do nível de eficiência energética de edificações vêm sendo mais aceitas e utilizadas por políticas governamentais e empresas de energia a partir do desenvolvimento de políticas de avaliação e divulgação em forma de etiquetagem de desempenho em diversos países. Assim, o aumento da utilização e elaboração de métodos de avaliação vêm tornando a certificação energética de edificações uma tendência mundial (VERSAGE, 2015).

Nesse contexto, no Brasil, a NBR 15220 (ABNT, 2005) apresenta recomendações quanto ao desempenho térmico de habitações, tornando assim uma grande aliada na determinação de exigências mínimas, parâmetros e métodos de avaliação e desempenho. Há também o desenvolvimento de diversos programas de eficiência energética em edificações, como o Procel Edifica e o Programa Brasileiro de Etiquetagem. Segundo Bueno (2010), de forma a complementar a normalização existente, o INMETRO e a ELETROBRAS lançaram a etiqueta de eficiência energética de edificações.

2.1.1 Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas (RTQ-C)

Em fevereiro de 2009 foi aprovado sob a portaria de Nº 53 (INMETRO, 2009) o Regulamento Técnico da Qualidade do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C). Este regulamento foi o resultado do trabalho desenvolvido entre diversas instituições e visa a etiquetagem de edificações no Brasil, classificando pelo nível de eficiência energética e baseando-se em três sistemas: envoltória, iluminação e condicionamento de ar. A etiquetagem é realizada através do Método Prescritivo, que é baseado na análise de simulações de um número limitado de casos através de regressão e a classificação obtida através da aplicação de uma equação onde são atribuídos pesos a cada requisito; ou através do Método de Simulação, sendo neste utilizado um programa de simulação computacional.

Nesta metodologia a divisão do território brasileiro é realizada em oito zonas bioclimáticas, conforme zoneamento bioclimático da NBR 15220 (ABNT, 2005). A edificação é avaliada de acordo com requisitos que variam de eficiência A (mais eficiente) a E (menos eficiente), sendo que para a obtenção desta, são avaliadas as classificações por sistemas individuais, resultando assim na classificação final da edificação. Para isso, pesos são atribuídos para cada sistema individual, gerando assim, a pontuação final. Para a classificação geral da edificação, conforme o Método Prescritivo, cada um dos sistemas deve ser avaliado separadamente e a estes são atribuídos pesos, tais como: 30% para a envoltória, 30% para o sistema de iluminação, e 40% para o sistema de condicionamento de ar. O regulamento também permite a avaliação parcial da edificação (BRASIL, 2010).

Essas atribuições de pesos em cada sistema, aliados devidamente aos valores obtidos em cada um, gera uma pontuação no final que define a classificação geral da edificação. As classificações parciais e final são conforme a Tabela 1.

Tabela 1 - Classificação Geral

PT	Classificação Final
≥4,5 a 5	A
≥3,5 a <4,5	B
≥2,5 a <3,5	C
≥1,5 a <2,5	D
<1,5	E

Fonte: RTQ-C (Brasil, 2010)

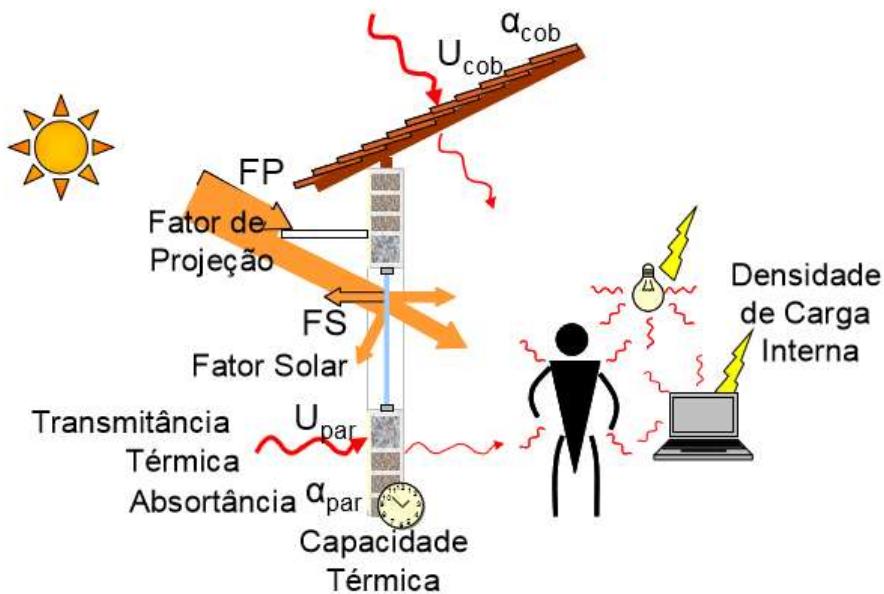
Caso sejam utilizadas iniciativas justificadas e que comprovem a economia gerada é obtida uma bonificação, sendo que esta pode acrescentar em no máximo 1 ponto no valor final para a classificação geral. Quando ocorrem economias em mais de um item, que sejam menores que os mínimos exigidos, estes podem ser combinados, proporcionalmente, com o intuito de atingir os percentuais exigidos para obtenção da bonificação.

Após a verificação da pontuação, somada a bonificação, e os itens considerados cumprirem os requisitos de cada sistema, ao final existem requisitos mínimos, que define definitivamente qual classificação a edificação se enquadra.

Por fim, é emitida a Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE), a qual indica o desempenho geral da edificação, ou de sistemas separadamente, e, pode ser emitida para o projeto ou edifício construído. Os sistemas existentes, sendo eles a envoltória, iluminação e condicionamento de ar podem ser classificados de forma parcial, podendo referir-se ao edifício ou a parcelas do mesmo. Nesta etiqueta consta o nível de eficiência energética atingido pela edificação, os pré-requisitos gerais e bonificações atendidas, além do nível de classificação de cada sistema separadamente.

Para a obtenção da classificação nesta metodologia, de modo geral, as características passíveis de regulamentação pelo método prescritivo são as que influem no desempenho térmico da edificação, sendo estas a transmitância térmica de paredes externas e coberturas, a capacidade térmica destes elementos, o fator solar dos vidros, o fator de projeção do dispositivo de sombreamento sobre o vão da janela e a cor dos elementos opacos. Outras variáveis são a carga térmica gerada internamente, a qual varia conforme as fontes de calor provenientes da ocupação, do sistema de iluminação e do sistema de equipamentos. A Figura 1 mostra estas variáveis (LAMBERTS *et al.*, 2007).

Figura 1 - Variáveis intervenientes no desempenho térmico da edificação.



Fonte: Lamberts *et al.* (2007)

Carlo e Lamberts (2010) afirmam que por se tratar de uma primeira versão do regulamento, há uma necessidade de adaptação por todos para uma adequação quanto ao conceito de eficiência de um edifício. Justificando assim, as simplificações e generalizações nesta versão inicial. Os autores reiteram ainda que o RTQ-C é brando, porém não abrange todos os temas que participam da eficiência energética de um edifício.

Segundo Melo (2012) o modelo simplificado presente no RTQ-C necessita de outros parâmetros relacionados com a eficiência energética de edificações, como a orientação da edificação, valores de transmitância térmica de paredes e cobertura, densidade de carga interna instalada, entre outros.

Carlo e Lamberts (2010) relatam sobre o Método Prescritivo presente no RTQ-C e ponderam as limitações obtidas no decorrer do processo de desenvolvimento, sendo destas, destacada a volumetria das edificações. Os autores ainda afirmam que não foi possível considerar, na mesma equação utilizada, todas as variações de volumetria analisadas. Sendo estabelecidas portanto, duas equações baseadas na área de projeção de cobertura da edificação, uma para casos maiores que 500 m² e outra para menores ou iguais a 500 m².

As principais críticas e limitações apontadas por estudos feitos em relação à envoltória pelo método prescritivo do RTQ-C correspondem à limitação na representação da volumetria da edificação, impossibilitando a avaliação das edificações que apresentam volumetrias complexas. Além disso, são utilizados parâmetros ponderados em toda edificação para simplificar casos em que há diferença nos valores de itens presentes na envoltória. Não diferencia as áreas envidraçadas e as proteções solares por orientação solar da fachada. Não leva em consideração a influência da iluminação e ventilação natural. Em relação ao consumo de energia, o modelo considera apenas um tipo de sistema de condicionamento de ar, inviabilizando a avaliação de sistemas com diferentes eficiências. Os pré-requisitos das paredes e coberturas pode penalizar uma edificação onde estes itens não são representativos (VERSAGE, 2015).

Segundo Wong e Krüger (2017), embora o regulamento RTQ-C tenha sido implementado há sete anos da data da publicação do trabalho deles, ainda apresenta em grande parte pré-amadurecido para implementação total em edifícios comerciais e públicos. Isto devido a uma falta de impulso e de condução, ocasionando a pouca procura de implementação do mesmo.

Fossati *et al.* (2016) apontam que é necessária uma revisão para que a etiquetagem se torne mais flexível e que seja um processo economicamente viável, contribuindo para que se torne um programa obrigatório e amplamente aceito. Idéia reforçada por Wong e Krüger (2017), que afirmam que o aumento da capacitação, assim como a educação e conscientização pública aliados a recomendações econômicas e custo acessível é de grande importância para que a rotulagem de classificação de energia se torne uma ferramenta eficaz.

Foram realizadas algumas alterações no RTQ-C de maneira que fossem abordadas maiores riquezas de detalhes, visando atender estudos que mostravam tal necessidade. Com isso, por meio de uma nova proposta do método existente, encontra-se a Instrução Normativa Inmetro para a Classe de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas (INI-C, 2017).

Alguns estudos foram desenvolvidos com a finalidade de avaliar a eficiência energética de diversos setores de edificações comerciais, serviços e públicas em diferentes regiões do Brasil, a partir da aplicação do RTQ-C.

Paulse (2016) utiliza o RTQ-C para avaliar tanto pelo método prescritivo quanto pela simulação o desempenho termoenergético da envoltória de diferentes modelos de uma edificação escolar da cidade de Goiânia – GO, através da simulação de diversos sistemas construtivos para paredes e coberturas. Este estudo realiza somente a avaliação do bloco de salas de aulas, uma vez que é este o ambiente de maior permanência dos alunos. E para o desenvolvimento da simulação utiliza o *DesignBuilder*, programa que segundo o autor, utiliza a mesma base de dados algoritmos do *EnergyPlus*, porém oferece uma interface mais amigável e corrige as limitações da interface gráfica do *EnergyPlus*, facilitando assim a modelagem da edificação. São avaliadas diferentes combinações, com 4 opções de paredes, 3 opções de cobertura e a existência ou não de brises horizontais, mantendo sempre a mesma orientação solar (Oeste). Com os resultados desses diferentes modelos propostos, foi aplicada a metodologia de avaliação do RTQ-C para a determinação do nível de eficiência energética da envoltória e determinação da ENCE apenas do modelo orginal e do modelo que apresentou o melhor resultado entre os modelos propostos. Este estudo teve como resultado que o modelo base, tanto pelo método prescritivo quanto pela simulação, apresentam classificação C, porém quando modificado o material da parede e implementado o brise, pelo método de simulação, foi possível obter a classificação A.

Fossati e Lamberts (2010) com o intuito de realizar a avaliação da envoltória de edifícios de escritórios de Florianópolis - SC, pelo método prescritivo do RTQ-C, realizaram a análise em dez edificações, levando em consideração as variações no percentual de abertura nas fachadas, ângulos de sombreamento e fator solar dos vidros. Não levando em consideração os pré-requisitos específicos da envoltória, tais como as transmitâncias térmicas, cores e absorção de superfícies, e iluminação zenital. No fim, pôde-se observar que dentre os fatores observados, o percentual de abertura na fachada foi o que teve maior relevância, quando nenhuma outra medida construtiva é utilizada. Sendo assim, quanto maior o percentual de abertura, menor o nível de eficiência da envoltória. Além disso, observaram que grandes aberturas na fachada oeste podem comprometer a eficiência da envoltória. Já as proteções solares foram o segundo fator que mais interfere e em seguida o fator solar dos vidros, porém este, apesar de ser o último fator relevante, não é considerado um parâmetro a ser desconsiderado.

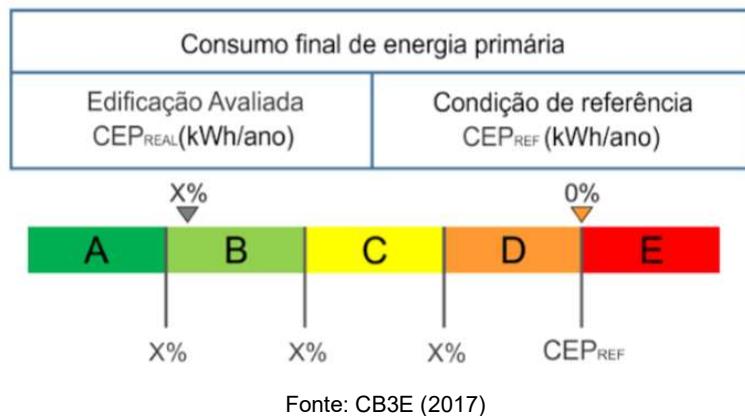
Tondo (2017) com o objetivo de avaliar a influência de algumas estratégias bioclimáticas no desempenho térmico de edificações escolares municipais na cidade de Joinville-SC, desenvolveu uma base de dados das características das escolas existentes, para a partir desta determinar qual seria o modelo de referência por análise de agrupamento (*Clusters*). Desenvolvendo neste modelo a simulação computacional com o uso do programa *Energyplus* e alterações de parâmetros, selecionando posteriormente as variáveis que melhor promovam o desempenho térmico. Diversas características das edificações foram obtidas tanto pelos projetos quanto *in loco*, assim como horários e ocupação das mesmas. Já as estratégias bioclimáticas realizadas foram os indicados na NBR 15220. Os dados foram analisados por meio de graus-hora de resfriamento anual, graus-hora de aquecimento anual e porcentagem anual de horas em conforto. A influência dos parâmetros foi obtida a partir da análise de sensibilidade local. Foi utilizada a ventilação natural seletiva, com controle de temperatura durante todo o dia e toda a noite. Foram realizadas propostas de alterações referentes às paredes externas, paredes internas, material da cobertura e sombreamento das aberturas. Como resultado obteve que paredes externas pesadas apresentaram melhor comportamento do que as leves. A absorção da cobertura foi um dos elementos mais importantes, seguido do material da cobertura. Já os brises não apresentaram influência considerável, devido ao fato da edificação

já apresentar elementos de proteção solar que supriam quase toda a sua necessidade.

2.1.2 Instrução Normativa do Inmetro

A INI-C tem como base o consumo de energia primária, resultando nos valores calculados de energia elétrica e energia térmica, mostrando a real grandeza do que está sendo consumido. Para isso é realizada a comparação das características de certa edificação real, com condições de referência que equivalem à classe energética D. A classe de eficiência da edificação real é definida de acordo com o seu percentual de economia em relação à mesma edificação na sua condição de referência (CB3E, 2017). A Figura 2 apresenta a escala de A à E que deve ser verificada para a obtenção da classificação final da edificação analisada.

Figura 2 - Escala para a determinação da classe de eficiência da edificação



Neste método, para a verificação da influência do clima, é utilizada a classificação de climas proposta por Roriz (2014), sendo avaliados a envoltória, o sistema de condicionamento de ar, o sistema de iluminação e aquecimento de água. São levados em consideração também, o consumo estimado de equipamentos, o uso racional de água, a geração local de energia renovável e as emissões de dióxido de carbono, o que para Bona (2017), apesar desses parâmetros não serem levados em consideração para a classificação energética do estabelecimento, representam uma boa medida de relações para a real preocupação ambiental e energética despendida pelos usuários da edificação.

No decorrer da proposta são apresentados os valores dos parâmetros da edificação para a composição da condição de referência para diferentes tipologias comerciais, de serviços e públicas, sendo a avaliação realizada pelo método simplificado e/ou pelo método de simulação. As edificações que apresentam os valores fora dos limites estabelecidos como base para a análise simplificada, conforme Figura 3, devem obrigatoriamente obter a classificação pelo método de simulação (CB3E, 2017).

Figura 3 - Limites dos parâmetros da edificação atendidos pelo método simplificado

Parâmetros	Limites¹	
	Valor mínimo	Valor máximo
Absortância solar da cobertura (α)	0,2	0,8
Absortância solar da parede (α)	0,2	0,8
Ângulo de obstrução vizinha (AOV)	0°	80°
Ângulo horizontal de sombreamento (AHS)	0°	80°
Ângulo vertical de sombreamento (AVS)	0°	90°
Capacidade Térmica da cobertura (CTcob)	0,22 kJ/m ² K	450 kJ/m ² K
Capacidade Térmica da parede (CTpar)	0,22 kJ/m ² K	450 kJ/m ² K
Contato com o solo	Sem contato (ex.: sobre piloris ou em balanço)	Em contato
Densidade de Potência de equipamentos (DPE)	4 W/m ²	40 W/m ²
Densidade de Potência de iluminação (DPI)	4 W/m ²	40 W/m ²
Fator solar do vidro (FS)	0,21	0,87
Percentual de abertura zenital	0%	3%
Pé-direito (PD)	2,6 m	6,6 m
Percentual de abertura da fachada (PAF)	0%	80%
Piso com isolamento	Não, se isolamento < 5 mm	Sim, se isolamento > 5 mm
Transmitância térmica da cobertura (Ucob)	0,51 W/m ² K	5,07 W/m ² K
Transmitância térmica da parede externa (Upar)	0,50 W/m ² K	4,40 W/m ² K
Transmitância térmica do vidro (Uvid)	1,9 W/m ²	5,7 W/m ²

Fonte: CB3E (2017)

A ENCE pode ser obtida para todos os sistemas em conjunto, para diferentes combinações entre os sistemas ou somente para a envoltória da edificação, conforme apresentado abaixo:

- Envoltória;
- envoltória e sistema de condicionamento de ar;
- envoltória e sistema de iluminação;
- envoltória e sistema de aquecimento de água.

Esta normativa, assim como previsto e proposto, obtém melhorias quando comparada com o RTQ-C, sendo que nesta são apresentadas tabelas constando valores de índices e de referências a serem seguidos, havendo de tal modo,

diferenças entre as tipologias a serem empregadas. Sendo assim, um maior detalhamento de dados da edificação é utilizado no decorrer da obtenção da classificação final, desde a divisão dos ambientes em zonas térmicas, o contato com o solo, a presença de isolamento no piso, orientação solar, horas de ocupação, entre outros fatores. A absorção, capacidade e transmitância de cobertura e das paredes externas entram em questão, sem ser apenas como pré-requisito. Este conjunto de novos fatores, que são levados em consideração nesta instrução normativa, favorecem uma melhor análise da edificação.

Destro (2019) para determinar a eficiência da envoltória dos ambientes condicionados artificialmente das UBS de referência do município de São Bento do Sul - SC, determinou das unidades verificadas, quais seriam as de referências, para a partir dessa, realizar alterações de forma a melhorar o desempenho da envoltória. Esta determinação foi realizada com base na média e moda das características mais comuns encontradas. A análise da envoltória foi realizada perante o método simplificado da INI-C e os parâmetros da edificação, inseridos na interface do metamodelo, Interface Web (PBE EDIFICA, 2019). As duas edificações de referência obtidas apresentaram classificação A referente à envoltória, porém ainda foram propostas melhorias visando a redução da carga térmica, tais como alterações nos materiais da cobertura e parede nas duas edificações e, em uma delas, no caso da USB Alpino, a criação de aberturas em zonas térmicas que não as possuía.

Seguindo nesta linha, Butzke (2018) por meio do método simplificado da INI-C obteve a classificação da eficiência energética de uma edificação hospitalar, que no momento ainda não havia sido executada, mas que seria construída na cidade de Rio do Sul, Santa Catarina. A avaliação foi realizada para a envoltória, sistema de iluminação e o sistema de ar condicionado. Quanto a envoltória primeiramente foi atingida a classificação B, e a partir desta, realizadas alterações tais como, a utilização de vidros com melhor desempenho, acréscimo de isolamento térmico nas paredes e alteração da cor da cobertura de fibrocimento para um tom mais claro, atingindo assim, metade da absorção da mesma. Com essas alterações a classificação mudou para A. O sistema de iluminação com o caso base já apresentou classificação A, fato justificado pelas lâmpadas utilizadas na edificação, uma vez que são as do tipo LED. Em relação ao sistema de condicionamento de ar, este no início obteve classificação D. Segundo o autor, neste caso o método não correspondeu às expectativas, pois foram levados em conta apenas o grupo climático, a eficiência dos resfriadores e a

carga do sistema, citando que por se tratar de ser um sistema complexo da edificação, outros parâmetros dos equipamentos deveriam ser levados em consideração.

Já Silva (2019) com o objetivo de avaliar a viabilidade econômica de medidas de eficiência energética aplicadas a um edifício histórico, localizado na cidade de Florianópolis, utilizou a nova proposta INI-C de avaliação energética em edificações e propôs medidas para o aumento da eficiência energética. O imóvel em questão teve a envoltória e o sistema de iluminação classificados de acordo com os métodos simplificado e de simulação computacional da INI-C, obtendo a classificação D de eficiência energética para a envoltória e A para a iluminação. Em seguida foram verificadas medidas de eficiência energética que reduzissem o consumo do edifício, e aliado à análise de viabilidade econômica da implantação das medidas, foi verificada a melhora quando incorporadas as medidas de substituição das lâmpadas fluorescentes por lâmpadas LED, o isolamento da cobertura com camadas de lã de vidro de 2,5 cm e a troca dos vidros simples por laminados. A composição dessas três medidas forneceu uma carga térmica de refrigeração 15% inferior em relação ao caso base. No entanto, a partir de uma análise econômica de cada cenário das alterações observou-se que somente a medida de troca das lâmpadas por LED e o conjunto de troca de lâmpadas e isolamento da cobertura com camada de 2,5 cm de lã de vidro apresentaram viabilidade econômica para a implantação. O autor ainda frisou que o mais interessante seria a substituição gradual das lâmpadas fluorescentes inutilizadas pelas LED, evitando aumentar o impacto ambiental a partir do descarte de itens que ainda podem ser utilizados.

2.2 EDIFÍCIO DE REFERÊNCIA

Dascalaki *et al.* (2011) e Corgnati *et al.* (2013), apontam que o uso de edifícios de referência corresponde a uma ferramenta útil para o entendimento do desempenho da energia térmica, tornaram-se um item crucial para estudos envolvendo o desempenho térmico e energético dos edifícios.

Como forma de favorecer essas análises e classificações, na visão de Lara *et al.* (2015), ao avaliar o potencial de melhoria de uma grande quantidade de edifícios existentes, uma avaliação em larga escala do consumo deve ser realizada. Sendo assim, algumas abordagens de auditoria devem ser realizadas para a análise do

desempenho energético do edifício, tanto antes quanto depois das intervenções de melhoria.

Pra viabilizar estas análises em larga escala, muitas vezes são utilizados edifícios de referência, que apresentam uma representação de edifícios de acordo com algumas características específicas, sendo que esses podem ser utilizados como a primeira avaliação do equilíbrio térmico e energético das edificações. A partir da variação das características do modelo, é possível obter informações sobre a melhoria no desempenho térmico, condições de conforto, consumo de energia, entre outros (DASCALAKI *et al.*, 2011).

A aplicação de modelos em regulamentos exige uma utilização eficaz para garantir o sucesso de programas de certificação energética de edificações. A utilização destes na análise do desempenho térmico permite a aplicação de estratégias bioclimáticas em um único modelo, viabilizando o teste e visualização dos efeitos de diversas soluções e estratégias adotadas com a finalidade de melhorar a performance e eficiência energética da edificação (TONDO, 2017).

Carlo (2008) com a finalidade de elaborar uma metodologia de avaliação da eficiência energética da envoltória de edificações comerciais e institucionais, desenvolveu modelos representativos a partir das características externas obtidas de 1.103 edificações correspondente às sete atividades comerciais e institucionais de cinco capitais brasileiras, sendo essas: Recife, Belo Horizonte, São Paulo, Salvador e Florianópolis. No programa *EnergyPlus* foram simulados os protótipos representativos e ineficientes além das alternativas com soluções mais eficientes. A partir disso, foram avaliadas características influentes no consumo de energia e para estas, desenvolvidas equações para a obtenção do indicador de consumo. Além disso foram utilizados indicadores de custos, tais como, Pay-back, Taxa Interna de Retorno, Custo da Energia Conservada e Custo do Ciclo de Vida para avaliação da eficiência energética da envoltória.

Estudos envolvendo edifícios de referência foram desenvolvidos, para a utilização desses como ponto de partida de demais análises. Schaefer e Ghisi (2016) com o objetivo de determinar edifícios de referência para moradias do conjunto habitacional de baixa renda em Florianópolis, levando em consideração a geometria do edifício. Os edifícios de referência foram obtidos a partir da análise de cluster a partir de técnicas hierárquicas e não hierárquicas em suas combinações. Para a obtenção dos resultados foram realizadas simulações no *EnergyPlus* e a partir das

características obtidas das 120 unidades habitacionais verificadas, foram determinados dois edifícios de referência com as diferenças entre as características geométricas significativas ao nível de significância de 0,05, para a maioria das variáveis envolvidas na análise.

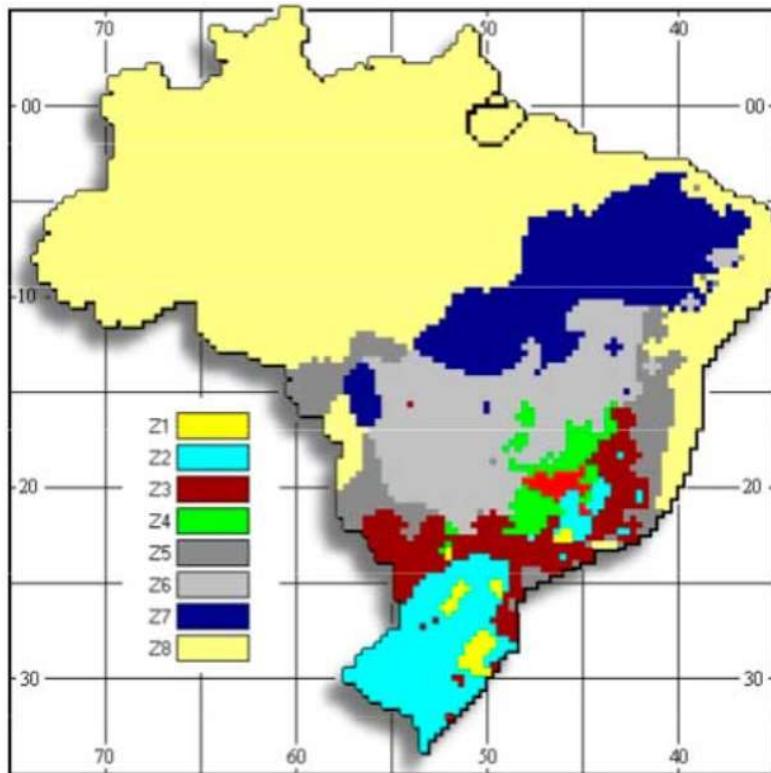
Gaitani *et al.* (2010) com a finalidade de determinar prédios de referência e criar uma ferramenta para classificação energética reuniram dados sobre o consumo de energia de 1.100 escolas pertencentes à prefeitura da Grécia. Esta ferramenta de classificação energética foi desenvolvida a partir de técnicas de agrupamento, com dados coletados sobre o consumo de energia de aquecimento. O edifício de referência foi selecionado como o edifício mais próximo do centróide, obtendo dessa forma cinco edifícios de referência diferentes, nos quais foram avaliados a economia de energia conforme as características de cada grupo específico de edifícios escolares. Os resultados obtidos a partir do uso desses modelos auxiliaram na determinação de metas de desempenho energético nos edifícios.

2.3 ZONEAMENTO BIOCLIMÁTICO

Segundo Santos e Souza (2008) quando se trata da avaliação dos sistemas de edificações, os métodos e normas existentes se assemelham em diversos pontos. Porém o fator que acaba diferenciando em maior grau as classificações obtidas é o local em que a edificação a ser analisada está inserida, sendo assim, o zoneamento bioclimático de cada caso, um fator de grande importância.

Atualmente, o zoneamento bioclimático brasileiro é definido por meio da NBR 15220 - Desempenho térmico de edificações – Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social (ABNT, 2005), conforme demonstra a Figura 4.

Figura 4 - Zoneamento bioclimático brasileiro

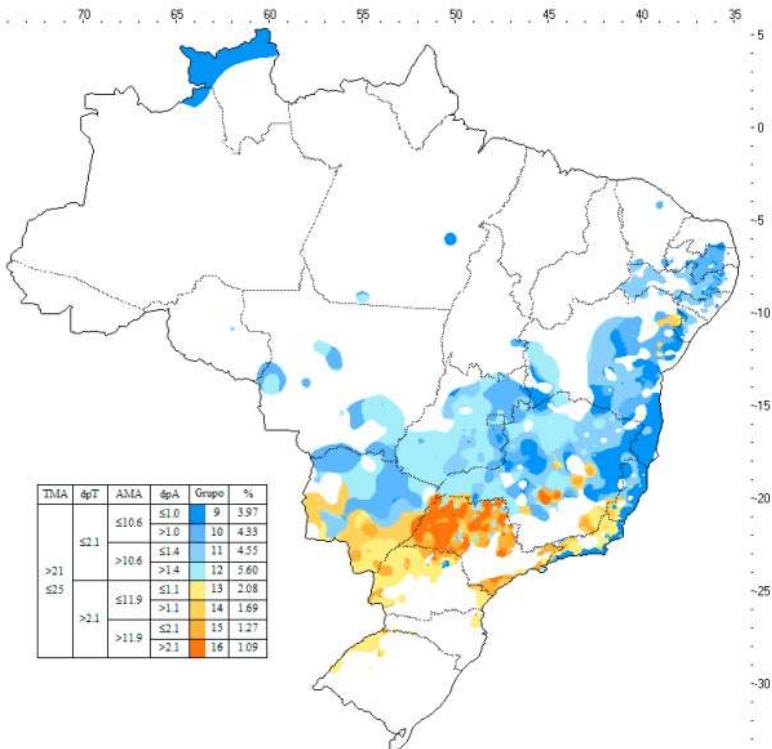


Fonte: NBR 15220 (ABNT, 2005)

Porém neste zoneamento o território brasileiro é dividido em apenas oito zonas bioclimáticas (ZB), o que é questionado, devido ao fato de que existem cidades com características climáticas, significativamente distintas, classificadas na mesma zona bioclimática.

Bavaresco *et al.* (2017), desenvolveram um relatório, o qual foi baseado no trabalho de Roriz (2014), apresentando maiores grupos climáticos para o Brasil, sendo este novo agrupamento a nova base para a determinação e consideração dos grupos climáticos na atualização dos Regulamentos Brasileiros.

Sendo assim, o estudo apresentado por Roriz (2014), divide o território brasileiro em 24 grupos climáticos (GCL), nesta nova divisão a cidade de Joinville corresponde ao GCL 9. As Figuras 5 e 6 apresentam respectivamente os grupos climáticos 9 ao 16 e um maior detalhamento do estado de Santa Catarina.

Figura 5 - Grupos climáticos 9 - 16

Fonte: Roriz (2014)

Figura 6 - Detalhe do estado de Santa Catarina - Grupos 9 à 16

Fonte: Adaptação de Roriz (2014)

De modo geral, no estado de Santa Catarina ocorrem os tipos climáticos: úmido e superúmidos, sendo que na cidade de Joinville ocorrem os dois. Já a média de precipitação pluviométrica na região de Joinville é superior a 1.700 mm, com ocorrência de chuvas de 120 a 180 dias por ano (OLIVEIRA, 2006).

Segundo o IPPUJ (2016), no ano de 2015 houve a precipitação de 2.756,8 mm. O instituto ainda afirma que o clima da região é do tipo úmido a superúmido, com curtos períodos de estiagem, apresentando três subclasses de micro clima diferentes,

devido às características do relevo, as quais segundo a classificação de Thornthwaite, são: AB'4 ra' (superúmido) na planície costeira; B4 B'3 ra' (úmido) nas regiões mais altas; e B3 B'1 ra' (úmido) no planalto ocidental. E a umidade relativa média anual do ar é de 76,04%.

Segundo Grunberg (2014), para que seja desenvolvido um estudo do desempenho térmico de edificações, é de grande importância a utilização dos dados climáticos correspondentes do local a ser analisado. Porém, as informações meteorológicas brasileiras disponíveis correspondem a um número restrito de cidades, e quando existentes, ocasionalmente apresentam dados ausentes gerando uma precisão questionável. A autora desenvolveu um arquivo climático TRY para Joinville, com base nos dados disponíveis da estação meteorológica instalada no campus da Universidade da Região de Joinville (Univille), a partir de dados que foram desenvolvidos com medições diárias. Porém, alguns fatores implicam na restrição do uso dos mesmos, sendo que existe um grande número de dados faltantes e não há medições em sequência suficiente para uma representatividade estatística, sendo que essa estação mudou diversas vezes de lugar.

Conforme a NBR 15220-3 Joinville pertence a zona bioclimática cinco, porém justificando a inexistência de um arquivo bioclimático da cidade em questão, Cechinel (2017) e Tondo (2017) desenvolveram suas pesquisas baseadas na NBR 15575 (ABNT, 2013) a qual indica que em simulações computacionais, os dados a serem utilizados devem ser da cidade onde o projeto está inserido. Contudo, na falta destes, é indicado o uso do arquivo climático de uma cidade próxima, pertencente à mesma zona bioclimática e com características climáticas semelhantes, sendo assim os autores utilizaram os dados climáticos da cidade de Itapoá. Porém na proposta de Roriz (2014) as duas cidades se encontram em grupos climáticos diferentes, sendo a cidade de Itapoá pertencente ao grupo 2 enquanto Joinville corresponde ao grupo 9.

Fato este que destaca que algumas cidades, apesar de serem relativamente próximas ou até mesmo as que fazem fronteira com a cidade de Joinville, pertencem a um grupo climático diferente da cidade em estudo, tais como, Guaramirim e Araquari, que pertencem ao grupo 13. Demonstrando assim, a variação do clima com as cidades próximas, sendo que as cidades pertencentes ao mesmo grupo climático que a cidade de Joinville, ficam consideravelmente distantes da cidade em questão, conforme apresentado nas Figura 5 e Figura 6.

Climate One Building (2018) disponibiliza dados climáticos referentes a diversas cidades do mundo, inclusive encontra-se disponível no mesmo, o arquivo climático referente a cidade de Joinville.

2.4 ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS

Existem algumas diretrizes recomendadas pela NBR 15220 (ABNT, 2005) a serem aplicadas no intuito de obter um desempenho térmico melhor nas edificações. Esta norma é dividida em cinco partes, sendo na primeira apresentadas as definições, símbolos e unidades, na segunda os métodos de cálculo de fenômenos que influenciam o desempenho térmico das edificações. Na terceira é apresentado o zoneamento bioclimático brasileiro e recomendações para desempenho térmico de habitações unifamiliares de interesse social. Na quarta e quinta referente a medição de resistência e condutividade térmica. Neste trabalho foram utilizadas as partes 2 e 3. Esta norma foi aplicada apesar de seu uso ser referente a tipologia de uso residencial, devido à ausência de uma norma específica para edificações hospitalares ou da área da saúde. A ocupação das duas tipologias, em grande parte dos casos, ocorre em horários distintos, uma vez que as unidades de saúde têm ocupação durante o horário comercial, enquanto as residências têm a ocupação maior no período noturno.

A cidade de Joinville, foco deste estudo, não está presente na relação das cidades apresentadas na NBR 15220, porém devido a sua localização, Lopes (2009), Tondo (2017) e Cechinel (2017) apontam a cidade pertencente à zona bioclimática cinco. Sendo assim, as diretrizes recomendadas perante a NBR 15220 são:

- Aberturas médias para ventilação;
- Sombreamento de aberturas;
- Parede leve e refletora;
- Cobertura leve e isolada;
- Ventilação cruzada no verão;
- Vedações internas pesadas para inverno (inércia térmica).

Para clima quente e úmido, semelhante ao da cidade de Joinville-SC, Goulart (2004) afirma que os parâmetros que apresentam maior contribuição no desempenho térmico são a ventilação noturna e o sombreamento, uma vez que reduções

significativas nos picos de temperatura são alcançadas quando se utiliza a ventilação noturna, sendo esta ainda maior quando aliada às trocas de calor em paredes de alta inércia térmica. O sombreamento demonstrou ser um item mais relevante no projeto do que janelas com fator de 20% da área do cômodo. Além disto, em seu trabalho a relação da massa da envoltória e da proporção das aberturas não apresentou influência significativa.

Já Grunberg (2014) avaliou a eficácia das estratégias bioclimáticas para o clima de Joinville-SC, em uma planta habitacional definida, através das recomendações da NBR 15220-3, analisando as mesmas através do desempenho térmico por simulação computacional. Neste trabalho foram investigados 7 modelos, incluindo o caso base, variando quanto a existência de sombreamento, isolamento da cobertura, variação das paredes internas e externas entre leve e pesadas, alteração do material da laje e uso de telhado verde. Sendo a partir desses modelos, experimentadas combinações de fatores como a ventilação e ocupação. A autora concluiu que os modelos simulados confirmam em parte a hipótese adotada na pesquisa, uma vez que a inclusão de alta inércia térmica na composição construtiva da unidade habitacional é mais adequada no verão. Porém essa mesma estratégia demonstra piora no desempenho térmico da edificação em dias frios. Todavia, o item que mais exerce influência no desempenho térmico para o clima de Joinville é a cobertura. Outro destaque refere-se ao isolamento da cobertura pela inclusão de laje mista e o uso do telhado verde.

Na literatura encontram-se diversas pesquisas e estudos de caso, que embora sejam referentes a outros grupos climáticos, abordam os mesmos elementos recomendados pela norma para a zona bioclimática 5 como estratégias bioclimáticas para melhorar as condições térmicas da edificação. Pode-se citar aqui Silva (2017), que teve como intuito de seu trabalho a proposta de ações para a melhoria do desempenho sustentável das edificações de ensino superior da Universidade Federal Fluminense, a partir da avaliação conforme os selos de certificação PROCEL Edifica e o AQUA-HQE, levando em consideração dois blocos existentes. Para isso, sugeriu algumas alternativas para melhoria do estudo de caso apresentado, em diversos setores da edificação tais como a envoltória, climatização, iluminação e bonificação. Além de verificar esta parte de energia, fez propostas de melhorias nas categorias de conforto, entorno da edificação e mobilidade, manutenção, gestão da água e de resíduos. Quanto ao selo PROCEL, com as alterações realizadas, ambas as

edificações atingiram o nível A de eficiência. Em relação as alterações propostas visando a melhoria da envoltória, foram indicadas alterações na cobertura, melhorando a eficiência da transmitância e absorção. Para a obtenção da classificação A foi necessária a substituição das telhas de fibrocimento por telhas do tipo sanduíche, com a superfície externa desta telha pintada na cor branca. E para a classificação B, bastaria instalar uma camada de lâmina de alumínio abaixo das telhas de fibrocimento existentes e nas superfícies externas destas telhas.

Referente a mudanças na cobertura, Androutsopoulos, Stavrakakis e Damasiotis (2017) apresentaram um estudo com resultados referentes a uma análise após a mudança da característica reflexiva da cobertura em um prédio de escola pública em Atenas, na Grécia. Neste trabalho foram utilizados dois edifícios, sendo eles próximos e iguais, porém um foi considerado de referência e no outro foram realizadas modificações quanto a superfície externa da cobertura, ficando esta assim, na cor branca. Com a aplicação de simulação foi analisado o desempenho térmico das edificações, a partir de dados quanto a temperatura da superfície externa, do ar interno e da umidade relativa. Para isso obtiveram dados por 36 dias contínuos durante as condições de verão no ano de 2015, sendo divididos em dois períodos, um antes e outro depois das alterações a nível de comparações, e analisadas duas salas de aula das duas edificações. Como resultado, os autores verificaram que houve uma queda de temperatura da superfície do telhado após a alteração referente a cobertura, sendo que geralmente perto do horário das 15 horas a temperatura obtida na cobertura de referência foi próxima a 54°C e na com a camada da cobertura branca apenas duas vezes passou a temperatura de 40°C. No geral a diferença de temperatura foi em média de 6,5°C, sendo a diferença máxima obtida de 15°C. Apontaram também que após a modificação, o consumo de eletricidade reduziu em cerca de 30%. Logo, os autores concluíram que essa alteração foi benéfica e acessível, diminuindo as cargas de refrigeração e garantindo a economia de energia, melhorando simultaneamente o conforto térmico.

Quanto às vedações internas pesadas para inverno, recomendadas para o grupo climático referente a cidade de Joinville, Frota (2003) afirma que a inércia térmica de um elemento da envoltória está relacionada ao amortecimento e ao atraso da onda de calor do mesmo, o que está ligado ao aquecimento ou o resfriamento dos materiais. Dependendo assim da densidade, da condutibilidade e da capacidade calorífica dos materiais. De forma a complementar, Corbella e Yannas (2003) afirmam

que as superfícies que recebem radiação solar intensa, devem ser protegidas ou serem feitas de materiais pesados e receber uma capa de isolante térmico. Sendo que, em casos onde frequentemente ocorre durante o dia uma amplitude térmica maior a 10°C, é conveniente o uso de materiais densos nas paredes externas e internas. Os autores ainda afirmam que dispor de elementos internos que absorvam calor pode ser uma alternativa que amenize a temperatura do ambiente e esta energia pode retornar ao meio quando a temperatura diminuir.

2.5 SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL

O método da simulação computacional, apesar de ser uma simplificação da realidade, permite uma avaliação mais completa e representa melhor os fenômenos das trocas térmicas dentro do edifício e entre este e o meio externo, permitindo uma análise mais criteriosa do seu desempenho energético. Os pré-requisitos do método de simulação trazem especificações quanto ao programa computacional a ser utilizado, o arquivo climático e a metodologia para modelagem da envoltória e dos sistemas do modelo real e de referência (FERNANDES, 2012).

A partir do auxílio de programas de simulação computacionais é possível realizar diferentes análises das edificações, uma vez que esta verificação do comportamento termo-energético envolve múltiplas variáveis a serem levadas em consideração. Esses programas funcionam a partir da introdução de dados de entrada, tais como modelagem da geometria da edificação, forma de ocupação e operação, equipamentos, variáveis climáticas entre outros. A simulação favorece a percepção dos fatores que influenciam no consumo de energia e conforto térmico (U.S DEPARTMENT OF ENERGY, 2016).

Estão disponíveis diversos programas de simulação de edificações que podem ser utilizados para análises do ciclo de vida e sustentabilidade em edifícios, da eficiência energética, energias renováveis, tais como: BLAST, EnergyPlus, TRNSYS, TRACE, eQUEST, *PowerDomus*. O programa de simulação *EnergyPlus* faz parte do Programa de Tecnologia da Construção (BTP) do Departamento de Energia dos Estados Unidos (DOE) que tem como objetivo auxiliar profissionais a projetarem edifícios mais eficientes, estimando condições de conforto térmico. É um software composto por módulos que, a partir de padrões de ocupação e operação, assim como

das condições ambientais a que está submetido, permitem estimar a energia necessária para aquecimento e resfriamento de um edifício (FERNANDES, 2012).

De acordo com Crawley *et al.* (2008), o *EnergyPlus* realiza o desenvolvimento e organização dos módulos favorecendo o trabalho de forma que possam oferecer um resultado mais preciso e próximo do real, fornecendo relatórios com diversos parâmetros por intervalo de tempo, sendo alguns deles como temperatura de cada zona térmica, consumo de energia, carga térmica, balanço energético, entre outros. O programa foi desenvolvido através da fusão dos programas DOE-2 e BLAST, com a finalidade de fornecer uma ferramenta que permitisse a análise térmica e energética de edificações e de seus sistemas, favorecendo a realização de simulações correspondentes ao clima do local de interesse do usuário.

No Brasil, os programas de simulação para análises de eficiência energética, ainda não são comumente utilizados, não fazendo parte das ferramentas de trabalho na rotina dos profissionais ligados a projetos. Para Rosa, Bandalise e Silva (2013) a simulação se torna complexa por ser um método muito preciso, pois é nesta que se cria um modelo 3D da edificação e se configuram os materiais com suas propriedades, além das características de todos os sistemas envolvidos. Tais como, os dados a respeito dos sistemas de iluminação, ar condicionado, carga térmica de equipamentos, quantidade de ocupantes, horários de utilização da edificação e dados com relação ao clima e localização da edificação. Gomes (2012) também compartilha deste pensamento, uma vez que afirma que tais programas são pouco empregados em escritórios de projeto devido a dificuldade de uso, por falta de programas nacionais e dificuldade da programação do modelo virtual, citando ainda que, em alguns casos, a incerteza devido ao fato do projeto estar incompleto e as edificações não serem construídas exatamente como especificado em projeto, desestimulam o uso destes programas. Segundo Clarke (2002), a barreira para a implementação da simulação ocorre por conflito entre a simplificação para viabilizar a modelagem e a necessidade de representação da sua complexa realidade.

Silva *et al.* (2014) com a finalidade de investigar a incerteza do método de simulação da NBR 15575-1 (ABNT, 2013) nos resultados dos níveis de classificação de desempenho térmico de habitações utilizaram a simulação computacional para auxiliar nessa avaliação, levando em consideração os valores das variáveis desconsideradas pelo método de simulação da norma em questão. Das dez variáveis necessárias para a criação de um dia típico compatível com uma simulação

computacional que apresente variáveis climáticas horárias a partir de valores indicativos, o programa *EnergyPlus*, utilizado no caso, apresenta nove, sendo estas a temperatura de bulbo seco, amplitude de temperatura, tempertatura de bulbo úmido, data, pressão atmosférica, velocidade do vento, direção do vento, algoritmo de cálculo da irradiação solar e tipo de céu, não levando em consideração apenas a nebulosidade. Já a NBR 15575-1 define apenas quatro, sendo estas a temperatura de bulbo seco, amplitude de temperatura, tempertatura de bulbo úmido e nebulosidade. Os autores utilizaram a análise de sensibilidade, a partir da Análise da Variância (ANOVA), que é um modelo de regressão, para a verificação de quais variáveis independentes mais contribuem com a alternação dos resultados. A partir da simulação de nove modelos para a envoltória da habitação na cidade de Florianópolis-SC, ao final os autores concluíram que as variáveis desconsideradas pela NBR 15575-1 (ABNT, 2013) influenciam significamente nos resultados dos níveis de classificação do desempenho térmico, sendo as suas desconsiderações fatores que geram imprecisão nos resultados.

Gonçalves, Treichel e Cunha (2016) empregaram a simulação com a finalidade de avaliar o impacto da implantação de sistema de proteção solar em edifício de escritórios em Pelotas – RS, verificando a contribuição do *brise-soleil*. Na sua condição real o edifício possui baixo grau de eficiencia energética, obtendo classificação D. Quanto a utilização do *brise-soleil*, foram apresentados pontos favoráveis e desfavoráveis a sua implementação, sendo que o mesmo diminui a condição de desconforto no calor, porém aumenta o desconforto para o frio. Como não apresentou melhora significativa em relação ao percentual de horas em conforto térmico, os autores recomendam que para a zona bioclimática 2, marcada pelo inverno e verão igualmente rigorosos, outras estratégias a serem estudadas e inseridas no projeto.

Tavares (2011) verificou a aplicabilidade do RTQ-C para as condições em que a simulação é indicada porém não existe arquivo climático de simulação disponível para a cidade a ser analisada. Em um estudo de caso no Campus Santa Mônica da UFU, na cidade Uberlandia – MG, a partir do tratamento dos dados climáticos horários do ano de 2006, foi realizada a formatação do arquivo climático horário de Uberlândia para a simulação termoenergética, para isso foram determinados os períodos típicos e extremos usados nas simulações, sendo a temperatura máxima obtida de 33,20 °C e a mínima de 9,20 °C. A carta bioclimática mostrou que a cidade apresenta cerca de

63,2% das horas na zona de conforto, 18,6% de desconforto por frio e 18,1% por calor. A comparação entre os resultados obtidos da aplicação da metodologia do RTQ-C foi realizada pelo método prescritivo e pelo método de simulação. Em ambos a etiquetagem obtida foi a A. Porém fatores divergentes entre os métodos, relacionados a ventilação natural, simulação por ambiente não condicionado e exclusão dos cobogós fazem com que seja necessário, segundo a autora, um avanço maior nas pesquisas para a obtenção de resultados reais.

2.6 ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

A análise de sensibilidade é um método que permite verificar como a variação das respostas obtidas em um modelo numérico pode ser atribuída a variações de seus fatores de entrada (PIANOSI *et al.*, 2016). É uma ferramenta valiosa para a realização de uma modelagem, uma vez pode auxiliar no processo de calibração do modelo, otimizando as condições experimentais mais adequadas para a determinação de um fator desconhecido (SALTELLI, 1999). Além de poder ser utilizada para a validação de um modelo, é capaz de orientar futuras pesquisas (HAMBY, 1994).

Tian (2013) afirma que a análise de sensibilidade apresenta um papel de grande importância na análise energética das construções, uma vez que é um método que identifica as principais variáveis que interferem no desempenho térmico de edifícios, tanto de modelos de simulação energética quanto de estudo observacional. Em seu trabalho Tian (2013) destaca a relevância da análise criteriosa dos dados de entrada, gerando assim maior abrangência nas possibilidades de mudanças do modelo base, visando a economia de energia quando realizadas as simulações.

Os métodos de análise de sensibilidade são divididos entre a análise de sensibilidade global e local. Na primeira todos os parâmetros são variados simultaneamente, e indica quanta variação dos dados de saída ocorre devido aos fatores de entrada. Já a segunda trata os efeitos em torno de um caso base, modificando um único parâmetro por vez, mantendo os demais constantes. Além disto, nesta não são consideradas as interações entre as variáveis, sendo portanto, considerada simples em comparação com a análise de sensibilidade global. Esse destaque da global em relação à local também é apontado por Saltelli, Tarantola e Campolongo (2000), uma vez que os autores afirmam que a análise de sensibilidade global é mais completa e complexa, justamente por variar todos os parâmetros

simultaneamente, obtendo assim, os índices globais de sensibilidade do caso analisado. Além disso, este tipo de análise é considerado de grande importância por fornecer informações completas sobre como a aleatoriedade dos parâmetros de entrada interferem na queda de precisão das respostas, identificando assim, parâmetros predominantes, nos quais esforços para reduzir suas incertezas, resultariam em avanços importantes a serem utilizados para o refinamento do modelo (SOARES, 2017).

A Tabela 2 apresenta as características resumidas de alguns métodos existentes da análise de sensibilidade apontados por Tian (2013) e Silva (2016).

Tabela 2 - Métodos de Análise de Sensibilidade

(continua)

	Método	Subtipo	Características
Local	Local		Explora um espaço reduzido do fator de entrada em torno de um caso base; baixo custo computacional; simples de implementar; fácil de interpretar; não considera interações entre as variáveis; sem auto-verificação.
Global	Regressão	SRC	SRC, valor t e PCC, adequados para modelos lineares; SRRC, adequado para modelos não lineares, mas monotônicos; custo computacional moderado para modelos de energia; rápido para calcular; fácil de implementar e entender. Aplicáveis às variáveis de entrada de espaço amostral contínuo.
		t-valor PCC	
	Triagem	Morris	Adequado para um número maior de entradas e modelos computacionalmente intensivos; abordagem sem modelo; medida qualitativa para classificar os fatores; sem auto-verificação; não é adequado para análise de incertezas. Útil para modelos lineares, não lineares e não monotônicos.

Tabela 2 - Métodos de Análise de Sensibilidade

(conclusão)

Global	Variância	FAST Sobol AFC	Decompõe a variação da saída do modelo para cada entrada; abordagem sem modelo; considera os efeitos principais e as interações; medidas quantitativas; alto custo computacional.
	Metamodelo	MARS ACOSSO SVM	Adequado para modelos complexos e computacionalmente intensivos; quantifica a variação da saída devido a diferentes entradas.

Notas: SRC, Coeficientes de Regressão Padronizados; SRRC, Coeficientes de Regressão Padronizados Ordenados; PCC, Coeficientes de Correlação Parcial; FAST, Teste de Amplitude de Sensibilidade de Fourier; PEF, Projeto de Experimento Fatorial; MARS, Spline de Regressão Adaptativa Multivariada; ACOSSO, Operador de Seleção e Suavização de Componentes Adaptativos; SVM, Máquina de Vetores de Suporte.

Fonte: Adaptado de Tian (2013) e Silva (2016)

Detalhes das descrições conceituais dos métodos existentes são apresentados na literatura. Silva (2016) aponta a aplicação de experimentos computacionais e a análise de sensibilidade em simulações, a partir da utilização de diversos métodos de análise de sensibilidade, sendo um desses, o projeto de experimentos (PEF). O PEF corresponde à utilização de fatores de entrada predefinidos para a realização de análise sistemática e obtenção do máximo possível de informações das saídas. Saltelli *et al* (2008) aponta que existem diferentes tipos de projetos experimentais, sendo o mais comum a amostra multivariada fatorial, a qual ocorre por meio da combinação de todas as variáveis entre si, dentro de cada nível de variação.

Para a verificação da influência de quais variáveis de entrada podem ser consideradas influentes ou irrelevantes em um modelo, Silva (2016) utiliza a análise de variância (ANOVA). Esta se diferencia das demais por não depender da linearidade ou monotonicidade do modelo, sendo capaz de capturar a influência da variável em sua amplitude de variação completa, além de quantificar interações entre variáveis de entrada e suas influências. Para o seu desenvolvimento são verificadas as somas dos quadrados, que representam as variabilidades dos dados conforme a Equação 1, além da média dos quadrados que é calculada com a Equação 2 e o valor-F conforme a

Equação 3. Sendo que estes valores de F são utilizados para a verificação da sensibilidade da variável, permitindo comparações quantitativas com as outras variáveis, uma vez que quanto maior o seu valor, maior é a influência da mesma na saída analisada (SILVA, 2016). Essas equações referem-se aos casos correspondentes a duas variáveis, sendo que conforme há o acréscimo de mais variáveis independentes, as equações são extendidas para mais variáveis.

$$SQ(AB) = SQ(Total) - SQ(Erro) - SQ(A) - SQ(B) \quad (1)$$

$$MQ(A) = \frac{SQ(A)}{a-1} \quad (2)$$

$$F(A) = \frac{MQ(A)}{MQ(Erro)} \quad (3)$$

Onde:

$SQ(AB)$ é a soma dos quadrados da interação entre as variáveis A e B;

$SQ(Total)$ é a soma dos quadrados total;

$SQ(Erro)$ é a soma dos efeitos não contabilizados; a é o número de níveis na variável A;

$SQ(A)$ é a soma dos quadrados da variável A;

$SQ(B)$ é a soma dos quadrados da variável A;

$MQ(A)$ é a média dos quadrados da variável A;

$F(A)$ é o valor F da variável A.

$MQ(Erro)$ é a média dos quadrados do erro da variável A;

A partir da estatística F e a soma dos quadrados, são obtidos os índices de sensibilidade. Esta medida de sensibilidade é obtida pela decomposição da variância de uma variável de entrada em relação à variância total do modelo, a partir da Equação 4 (SILVA, 2016).

$$S_X = \frac{V_X[E(Y|X)]}{V(Y)} \quad (4)$$

Onde:

Y é a variável dependente analisada no modelo;

X é uma variável de entrada;

$V(Y)$ é a variância total do modelo em Y ;

$V_X [E(Y|X)]$ é o valor esperado da variância condicional em Y a um valor fixo de X , quando X varia em todos os possíveis valores.

S_X é a medida de sensibilidade de X baseada na variância.

Existem diversos estudos que se basearam na análise de sensibilidade para atingir seus objetivos. Van der Knaap (2011) utilizou a sensibilidade global para verificar quais os parâmetros de entrada mais interferiam no consumo de energia de residências e apartamentos da cidade de Florianópolis/SC. Para isso, os índices obtidos foram analisados perante o Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (RTQ-R), tanto pelo método prescritivo quanto por simulação computacional, uma vez que o trabalho tem como finalidade comparar a diferença entre os dois métodos. A parte da simulação foi realizada através do EnergyPlus. Como resultado, verificou que o método simplificado para o aquecimento e para o resfriamento apresentou alta influência para a absorção solar da envoltória e a capacidade térmica. Já perante a simulação, para o aquecimento e para o resfriamento, foi apresentado considerável índice de sensibilidade quanto ao setpoint da temperatura para cada um dos casos estabelecidos, porém estes são dados de entrada que o método simplificado não comporta. Sugerindo assim, que o método simplificado seja ajustado de forma que leve em consideração mais parâmetros de entrada que são considerados importantes, aumentando assim a precisão dos resultados.

Silva e Ghisi (2013) tinham como objetivo utilizar a sensibilidade global para determinar a influência dos parâmetros termofísicos considerados no RTQ-R. Para isso foi realizado um estudo de caso em uma habitação em Florianópolis/SC e definidos que seriam avaliados 15 parâmetros, com o auxílio do Energyplus para a realização das simulações computacionais. Os resultados mostraram que os parâmetros mais influentes diferem para cada variável dependente, dificultando assim a proposta de soluções de desempenho que atendam às condições de verão e inverno simultaneamente. Todavia, a absorção solar e a emissividade da cobertura foram os parâmetros mais influentes em geral. Em 2014, os autores realizaram uma

comparação entre os métodos de avaliação do desempenho térmico de edificações residenciais: o RTQ-R e a NBR 15575-1. Realizando a análise de sensibilidade, neste estudo verificaram se a concepção dos métodos de simulação utilizados é semelhante. Assim, concluiram que embora a análise de sensibilidade tenha mostrado que há pouca diferença entre os parâmetros mais influentes entre os métodos, o RTQ-R demonstra ser um método de avaliação mais completo e abrangente.

Dalbem *et al.* (2017), utilizaram a análise de sensibilidade para a variação dos parâmetros com a finalidade de obter uma solução que atingisse a classificação A, perante ao RTQ-R. Este estudo trata da verificação da eficiência energética da envoltória de uma habitação de interesse social localizada na zona bioclimática 1, a qual atendesse aos requisitos mínimos de transmitância térmica, capacidade térmica e áreas de abertura exigidos no método simplificado da NBR 15.575. Para isso foi utilizado o software EnergyPlus. Os autores realizaram a análise de sensibilidade variando o tipo de vidro e a espessura do isolamento térmico. Inicialmente a edificação obteve classificação C e após a variação dos dois parâmetros, e com a análise de sensibilidade optou-se por substituir o vidro simples por um duplo e adicionar 6 cm de isolamento térmico em toda a envoltória, com isto, a classificação final obtida foi A. Além de que com essas melhorias foi possível aumentar o conforto térmico em 9% das horas do ano e reduzir o consumo de energia para aquecimento em aproximadamente 30%.

Silva (2016) cita que nos artigos revisados por ele, as abordagens que mais foram utilizadas são referentes a correlação e a regressão. Apontando, entretanto, que os métodos baseados na variância geralmente não são abordados pelo alto custo computacional. Sendo assim, o uso da análise de sensibilidade global baseada na variância, uma abordagem interessante que deveria ser mais investigada.

2.7 ANÁLISE DE CUSTO

O ciclo de vida de um empreendimento é composto por basicamente quatro estágios, sendo estes a concepção, o planejamento, a execução e a finalização. Durante o processo algumas alterações sempre ocorrem, sendo assim de grande importância que estas sejam verificadas e realizadas o quanto antes, de preferência no início do desenvolvimento, quando o custo das alterações é menor. Após as definições iniciais de implantação do projeto, na fase de concepção, ocorre a

verificação das viabilidades técnica e econômica. Sendo esta análise realizada conforme um plano preliminar de implantação, um projeto preliminar de arquitetura, estimativa de custos e cronograma preliminares e possíveis condições de financiamento (LIMMER, 2008).

Esta estimativa de custos vem a partir de um orçamento, uma vez que neste acontece a determinação e mensuração de insumos necessários à realização de uma obra ou serviço, tais como, material, mão de obra e equipamentos, bem como o custo de cada um e o tempo de duração dos mesmos. No caso de uma obra, este elemento acaba sendo uma das primeiras informações que o empreendedor deseja obter ao analisar o projeto e verificar a viabilidade do mesmo (MATTOS, 2006).

Quando o assunto é definições sobre o tipo de orçamento, alguns autores divergem sobre o tema, uma vez que existem aqueles que dividem o orçamento em estimativas de custo e outros em orçamento propriamente dito, se referindo às fases de projeto. Há os que separam entre sintético e analítico, dependendo do formato apresentado. E os que diferenciam entre orçamento convencional e operacional, referindo-se ao nível de detalhamento, dentre outras divisões (MARCHIORI, 2009).

Porém de forma geral, segundo Felisberto (2017), o desenvolvimento de orçamento tem como objetivo principal a definição do custo de cada atividade do projeto global e o preço a ser praticado, envolvendo a identificação, descrição, quantificação e análise dos itens em questão. Estabelecendo assim, custos e preços para os produtos e serviços a serem utilizados no empreendimento.

Em relação à estrutura dos orçamentos, de acordo com Mattos (2006), ele é composto de custos diretos e indiretos. Ainda segundo o autor, o primeiro envolve mão de obra, materiais e equipamentos, definição que vem de encontro com o apontado por Tisaka (2011) e Fonseca (2013), que defendem a ideia de que o custo direto é o somatório de todos os custos dos serviços que serão diretamente incorporados à obra, estando ligados aos serviços de campo, sem necessidade de rateio. Além disso, são elementos que fazem parte das composições unitárias.

Já os custos indiretos não são apresentados como um valor, mas sim em porcentagem. E dizem respeito aos serviços de campo em si, mas são necessários à sua realização. São as despesas relacionadas às equipes de apoio, despesas no canteiro e taxas, acrescidos de custo de imposto e do lucro, para só depois se obter o preço de venda (MATTOS, 2006).

Quando se trata de obras públicas, as quais são realizadas com recursos da União são utilizados limites máximos que essa porcentagem deve atingir, sendo admitidos percentuais superiores, se devidamente justificados, o que não é prática recorrente entre os orçamentistas, devido ao risco de serem responsabilizados por superfaturamento (TCU, 2013).

2.7.1 Obras Públicas

Fazer um orçamento de maneira correta, tanto em relação às quantidades e preços, é fundamental para as empresas que participam de concorrências públicas ou privadas, uma vez que concorrem com outras empresas. Desta forma, busca-se obter o menor preço final abrangendo todos os custos operacionais além de obter a margem de lucro adequada (TISAKA, 2006).

Conforme a Constituição Federal Art. 37, toda administração pública deve passar pelo processo de licitação para poder realizar obras, serviços, compras e alienações (BRASIL, 1993). Tal procedimento, regido pela Lei 8.666/1993, deve passar antes por algumas etapas e em seguida proceder com a contratação, execução, fiscalização e entrega. Uma dessas etapas é o orçamento, que assume papel fundamental por nortear o processo de contratação da obra. Com isso, é de suma importância que durante a elaboração das planilhas orçamentárias os componentes construtivos e seus insumos, sejam o mais detalhado possível, obtendo grande especificação e precisão. Esta lei ainda reforça que o orçamento deve ser detalhado em planilhas que expressem a composição de todos os seus custos unitários. (LEI 8.666/1993, BRASIL).

Em se tratando de licitação, a administração tem atualmente dois procedimentos licitatórios para contratação: os regidos pela Lei 8.666/1993 e os regidos pela Lei nº 12.462/2011 - Regime Diferenciado de Contratações Públcas (RDC). Com isso, a elaboração de planilhas orçamentárias de obras e serviços de engenharia no RDC segue os mesmos procedimentos especificados aos das obras licitadas perante a Lei 8.666/93, exceto quando for utilizada a contratação integrada, sendo nesta, a licitação fundamentada em um anteprojeto de engenharia. As modalidades de contratação da Lei 8.666/1993, de acordo com o Art. 23 são: Concorrência Pública, Tomada de Preços, Convite, Concurso, Leilão e Pregão. Sendo

que a escolha da modalidade ocorre conforme as características e valor do objeto que será contratado.

2.7.2 Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI)

As composições de custos unitários relacionam os insumos de cada serviço, contendo indicação de quantidades, unidades e custos individuais e totais. Tais composições podem ser desenvolvidas nas empresas, com base em dados históricos, ou obtidas por meio de pesquisas de mercado ou fontes bibliográficas como o TCPO ou SINAPI (MELO, 2016).

Devido a importância e a necessidade de especificação que devem ocorrer na fase de orçamentação, o Tribunal de Contas da União (TCU), por meio do Acórdão 618/2006 – Plenário, entende que os preços presentes no SINAPI são indicativos dos valores praticados no mercado e, portanto, há sobrepreço quando o preço global está injustificadamente acima do total previsto no SINAPI.

Com isso firmava a idéia de que uso de sistemas referenciais de custos traz segurança jurídica para orçamentistas e gestores públicos, uma vez que apresenta um parâmetro de avaliação para os órgãos responsáveis pelo controle. Assim sendo, com o objetivo de unificar e facilitar o desenvolvimento do orçamento, o TCU fixou, por meio do Decreto Presidencial 7.983/2013, o SINAPI como o sistema de referência de custos oficial para a orçamentação de obras com recursos federais. Portanto, o SINAPI é utilizado por diversos órgãos e entidades da administração pública federal, como fonte na obtenção de preços confiáveis para os orçamentos de obras públicas e serviços de engenharia, sento estes os orçamentos de referência para as realizações de licitações e que serão utilizados como base nos critérios de aceitação dos preços quando os licitantes apresentarem as propostas (TCU, 2014).

O SINAPI publica mensalmente custos e índices da construção civil de acordo com o estado de referência. Sua gestão é compartilhada entre Caixa Econômica Federal e IBGE, sendo a Caixa responsável pela base técnica de engenharia tais como a especificação de insumos, composições de serviços e projetos referenciais e pelo processamento de dados. Já o IBGE é responsável pela pesquisa mensal de preços, metodologia e formação dos índices (CAIXA, 2014).

Para Limmer (2008), para se obter um orçamento com maior precisão é necessário conhecer da melhor maneira possível o projeto e decompor os itens em elementos cada vez mais simples por meio da análise de seus componentes. Neste sentido, o SINAPI disponibiliza em sua base de dados composições com as particularidades de cada serviço e suas influências no orçamento.

Esta composição de custos especifica os gastos relacionados com um determinado serviço de obra, sendo esta composta por insumos que contemplam especificações, unidades e coeficientes de consumo necessários à execução de uma unidade do serviço, sejam eles materiais, mão-de obra e equipamentos (MARCHIORI, 2009).

3 MÉTODO

Esse trabalho visa desenvolver quatro modelos dos postos de saúde da rede municipal de Joinville (SC), a partir do projeto padrão comumente utilizado pela Prefeitura Municipal. Sendo cada um desses modelos referente à fachada em orientação geográfica diferente (norte, sul, leste e oeste), de maneira que, cada um tenha classificação A perante à INI-C em relação a envoltória, por meio da avaliação de alguns parâmetros de conforto ambiental e eficiência energética.

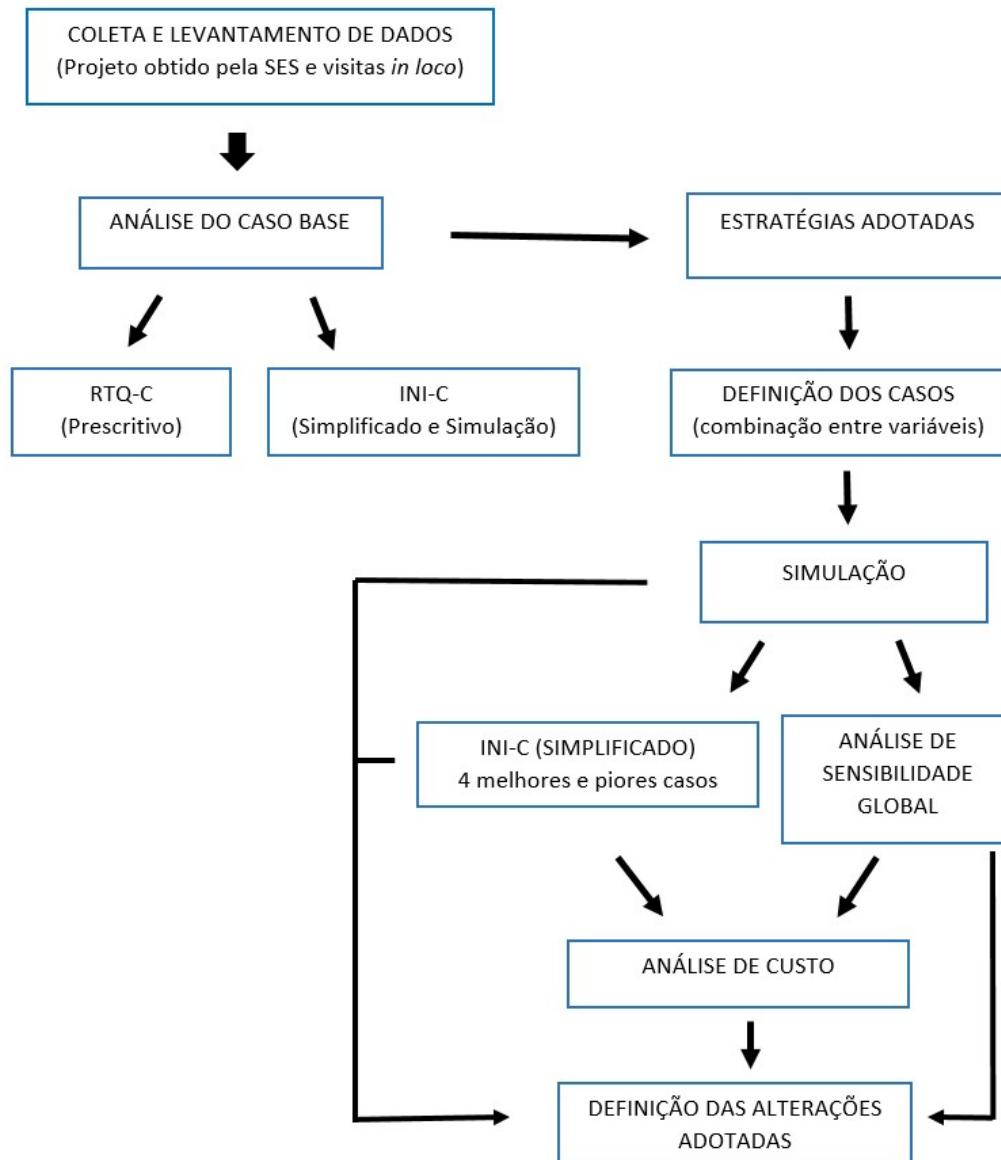
No dia 10 de julho de 2018 foi aprovado o aperfeiçoamento do RTQ-C pela portaria Inmetro n.º 248, a qual passou a ser denominada INI-C, este trabalho é baseado nessa nova versão, assim como no novo zoneamento bioclimático brasileiro realizado por Roriz (2014), uma vez que estas alterações permitem uma melhor elucidação da realidade dos detalhes do objeto de estudo.

As análises da envoltória baseadas no projeto padrão, foram primeiramente realizadas perante ao RTQ-C vigente pelo método prescritivo e em seguida, como forma de viabilizar a comparação da classificação entre os métodos, foram realizadas as classificações perante à INI-C pelo método simplificado e a simulação computacional. Sendo nessas duas últimas alternativas, analisadas também, as quatro orientações pré estabelecidas da fachada.

Posteriormente, foram apontadas estratégias para a obtenção de melhorias nas classificações, e realizadas simulações de todos os casos possíveis entre as combinações dessas alterações, permitindo assim a verificação da análise de sensibilidade global para a definição de quais parâmetros são mais influentes nos resultados. Em seguida realizada a comparação da classificação perante à INI – C, pelo método simplificado e pela simulação, dos 4 melhores e piores casos da carga térmica, como forma de verificar a diferença de classificação entre os métodos, assim como as características em comum existentes em cada um desses dois grupos.

Por fim, foi desenvolvida a análise de custo dos melhores casos obtidos nas simulações, sendo possível a partir desta, a comparação de qual valor seria necessário para a adequação da UBS, transformando-a em um melhor caso aliando a classificação da etiquetagem, a análise de sensibilidade e os custos da adequação, como mostrado na Figura 7.

Figura 7 - Esquema das etapas do trabalho



Fonte: Autora (2019)

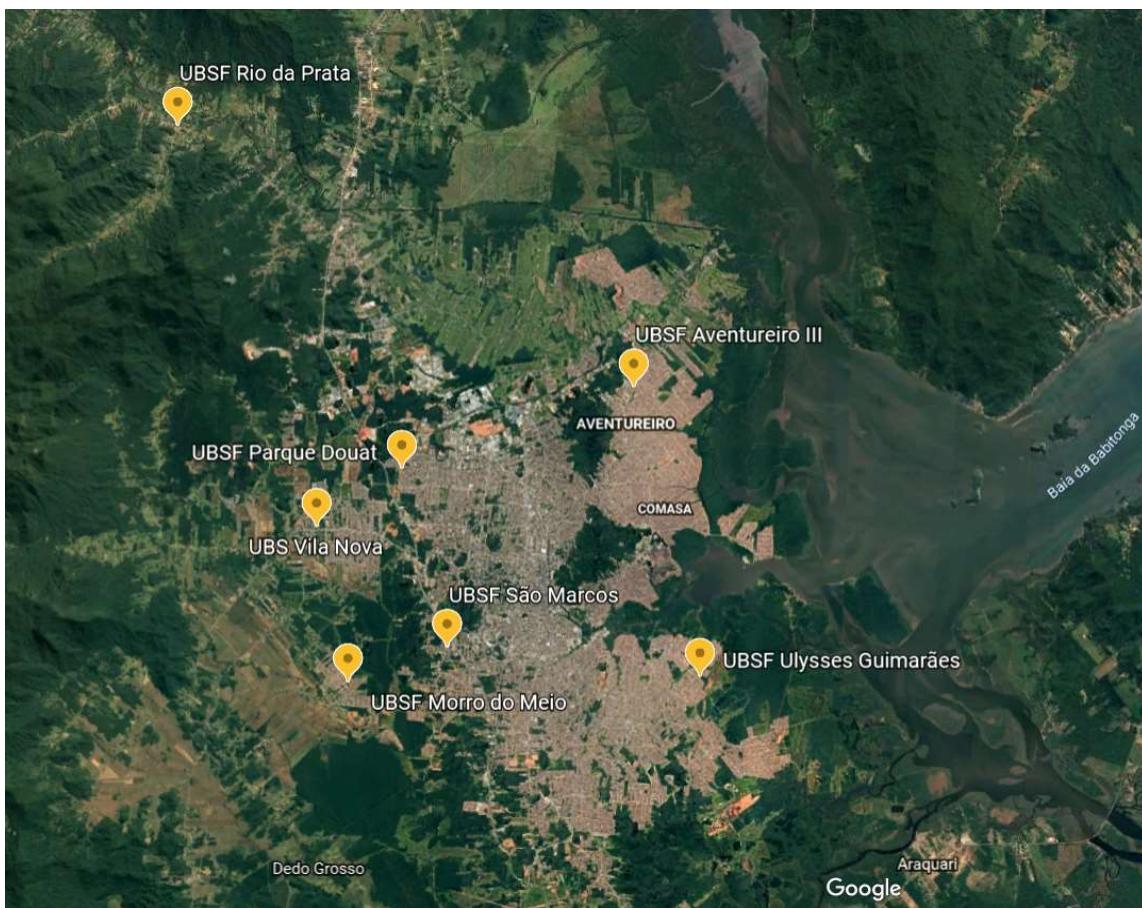
3.1 COLETA DE DADOS

A coleta de dados foi realizada a partir da obtenção do memorial descritivo, planilha orçamentária e projeto padrão, utilizado pela Prefeitura Municipal de Joinville. Para as novas construções das UBS, a maioria dessas unidades de saúde leva ao final do nome a palavra “família”, sendo portanto definidas como UBSF, porém sempre que citado de maneira generalizada o nome da instituição, foi utilizada a nomenclatura geral. Foram realizadas as análises dos projetos e visitas *in loco* para o levantamento

de dados, os quais não eram apontados em projeto. Das 57 UBS presentes no site da prefeitura de Joinville, sete foram executadas conforme projeto padão. Segue abaixo a relação dos nomes das UBS, as quais são indicadas no mapa conforme a Figura 8.

- 1- UBSF Rio da Prata
- 2- UBSF Aventureiro III
- 3- UBSF Parque Douat
- 4- UBS Vila Nova I
- 5- UBSF São Marcos
- 6- UBSF Morro do Meio
- 7- UBSF Ulysses Guimarães

Figura 8 - Mapa de localização das Unidades Básicas de Saúde de Joinville – SC



Fonte: Adaptação de Google Earth (2019)

Segundo a Secretaria de Saúde de Joinville (SES), algumas alterações podem ser realizadas no projeto conforme as necessidades da população local, sendo que quando o público a ser atendido não consta de um número grande de pessoas, o projeto tem alguns ambientes retirados.

3.1.1 Projeto Padrão

A partir dos projetos e memorial descritivo fornecidos pela SES foram verificados os materiais utilizados e suas características, assim como, a tipologia da edificação, tais como:

- planta baixa, cortes e elevações;
- detalhamento das fachadas;
- ambientes existentes, suas dimensões e utilizações;
- dimensões e características das aberturas;
- espessura e materiais utilizados em paredes, piso, cobertura e aberturas.

Informações sobre o projeto padrão foram complementadas com o auxílio do memorial descritivo e a planilha de orçamentos da obra. Esses materiais obtidos correspondem à UBSF Ulysses Guimarães e foram realizadas visitas *in loco* nesta unidade, com a finalidade de complementação de dados e levantamento fotográfico. As Figuras 9 e 10 representam respectivamente, a planta baixa e as cores da edificação, sendo a fachada (a) e a parte interna da edificação (b). Na Figura 9 foram enumerados os ambientes com a presença de ar condicionado, uma vez que foram estes os ambientes levados em consideração para o desenvolvimento deste trabalho. Sendo os ambientes correspondentes:

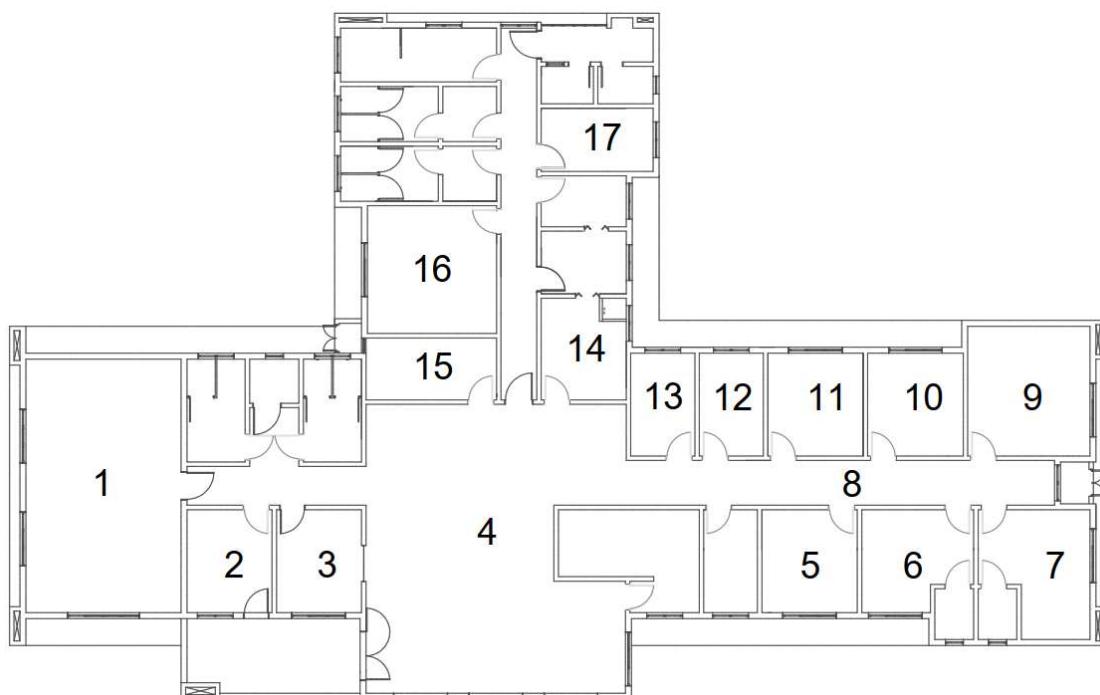
- 1- Sala de reuniões
- 2- Vacinas
- 3- Dispensário de Medicamentos
- 4- Espera
- 5- Consultório de atendimento indiferenciado 02
- 6- Consultório de enfermagem
- 7- Consultório de ginecologia
- 8- Circulação 1

- 9- Consultório de odontologia
- 10- Consultório de atendimento indiferenciado 01
- 11- Consultório de atendimento indiferenciado 03
- 12- Triagem infantil
- 13- Triagem adulto
- 14- Curativos
- 15- Nebulização
- 16- Sala ACSs
- 17- Coordenação

A Figura 11 apresenta um corte esquemático no qual são apontados os materiais utilizados. As demais representações dos projetos da edificação constam nos Anexos 1 a 6.

A análise dos dados obtidos foi realizada em conjunto com as informações das características construtivas, de funcionamento e operação do objeto de estudo, levando em consideração os equipamentos utilizados e ocupação de cada ambiente, horário de funcionamento, tipologia e materiais de janelas, portas e cobertura.

Figura 9 - Planta Baixa



Fonte: SES – Adaptado pela Autora (2019)

Figura 10 - Detalhes cores da edificação

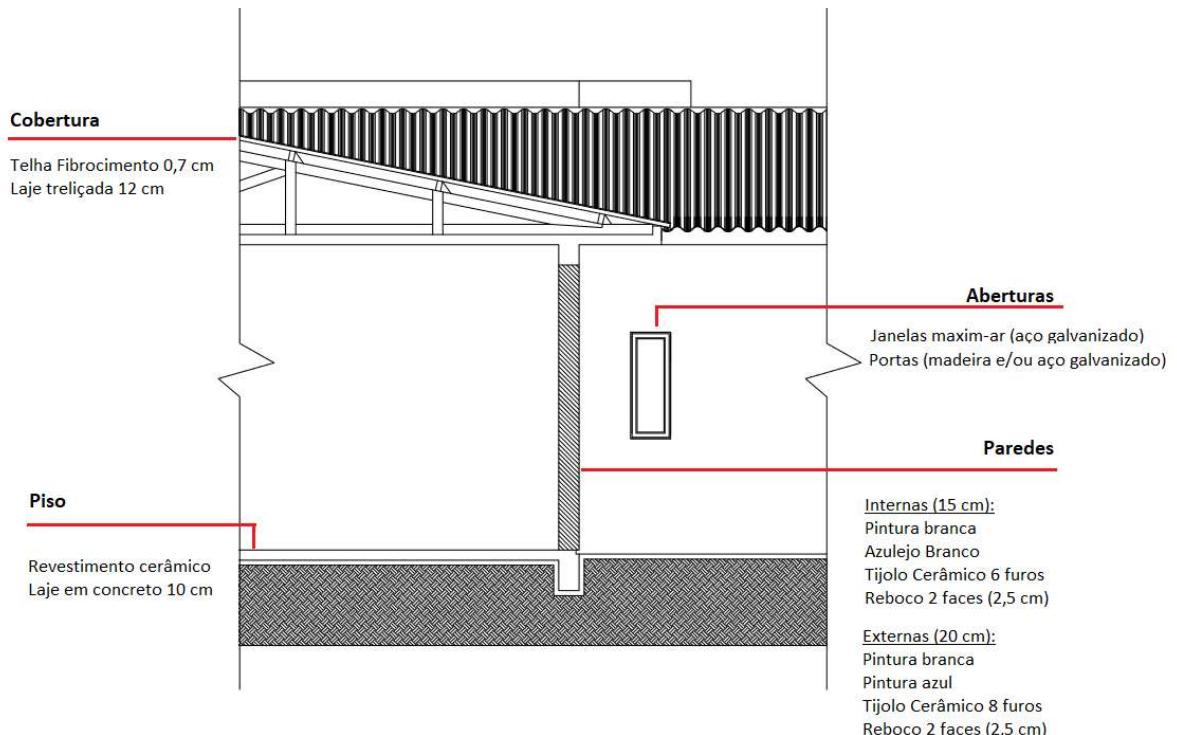


(a) fachada

(b) parte interna

Fonte: Autora (2019)

Figura 11 - Corte Esquemático



Fonte: Autora (2019)

A edificação consta de um único pavimento, tendo 496,59 m² de área construída. Os horários de funcionamento das UBS em questão variam, sendo assim, para os cálculos foi utilizado o horário das 07 horas como de abertura e 19 horas como fechamento, pois se trata do caso em que a unidade fica por maior tempo desempenhando suas as atividades diárias.

A edificação consta de aparelhos de ar condicionado em seus ambientes de permanência prolongada, sendo a utilização dos mesmos constante em grande parte dos dias durante o ano, sendo assim, não será avaliada a edificação em sua condição de ventilação natural. Além disso, durante o período em que a unidade não está desenvolvendo suas atividades, ela permanece com todas as aberturas fechadas, como medida de proteção da integridade dos equipamentos e materiais que podem ser danificados ou roubados durante este período, acarretando assim a ausência da ventilação natural noturna.

Os equipamentos utilizados na edificação como um todo, ou seja, levando em consideração desde a recepção até os consultórios e salas direcionadas a limpeza e manutenção de utensílios, se resumem a notebook, balanças, estufa, autoclave, nebulizador, impressora, conservadora, bebedouro, bomba a vácuo e cadeira de dentista, sendo a utilização de cada um deles diretamente relacionada ao uso específico do ambiente em que foi instalado. Já na cozinha há geladeira, micro-ondas e fogão, enquanto nos banheiros são usados chuveiros.

Durante o desenvolvimento deste trabalho, os beirais foram considerados como elementos de sombreamento, sendo assim, todas as suas dimensões foram classificadas como sendo brises.

3.1.1.1 Dados da Edificação

Por se tratar de um projeto padrão, os elementos construtivos utilizados comumente nas UBSs de Joinville foram verificados conforme a planilha orçamentária utilizada nas suas construções, memorial descritivo, projeto e visitas *in loco*. Os dados retirados pelo projeto constam na Tabela 3.

De forma geral, as paredes externas em projeto têm expressura de 20 cm, suas cores variam entre o branco e azul escuro, cores aderidas pela secretaria da saúde da cidade. Nas paredes em que constam áreas com as duas cores, a absorção utilizada no método simplicado corresponde à obtida por interpolação. As

paredes internas, em projeto, possuem expressuras de 15 cm e são pintadas de branco em sua totalidade assim como seu teto. As portas variam entre as de aço galvanizado e as de madeira, sendo estas pintadas na cor azul escuro. As janelas são maxim-ar em aço galvanizado e o vidro tem 3 mm de espessura. A cobertura é composta por laje mista, sem uso de gesso nem PVC e com o uso de telha de fibrocimento. O piso é cerâmico e o revestimento de áreas em contato com água é azulejado, ambos na cor branca. Os dados referentes a esses elementos constam na Tabela 3, Tabela 4 e Tabela 8.

Tabela 3 - Dados referente a envoltória da edificação

$A_{pcob} =$	537,18
$A_{tot} =$	496,59
$A_{env} =$	1096,60
$V_{tot} =$	1951,39
$AVS =$	25,00
$AHS =$	19,20
$FS =$	0,87
$FA =$	1,08
$FF =$	0,56
$PAFt =$	0,11453

Fonte: Autora (2019)

Onde:

A_{tot} : Área total construída (m^2);

A_{env} : Área da envoltória (m^2);

A_{pcob} : Área de projeção da cobertura (m^2);

AVS : Ângulo Vertical de Sombreamento;

AHS : Ângulo Horizontal de Sombreamento;

FF : Fator de Forma, (A_{env}/ V_{tot});

FA : Fator Altura, (A_{pcob}/ A_{tot});

FS : Fator Solar;

$PAFt$: Percentual de Abertura na Fachada total (adimensional, para uso na equação);

V_{tot} : Volume total da edificação (m^3).

Tabela 4 - Absortância das faces externas dos elementos construtivos

Material	cor	valor α
Parede	branca	0,20
Parede	azul	0,70
Cobertura	cinza	0,65
Cobertura	branca	0,20
Porta de madeira	azul	0,75

Fonte: Autora (2019)

Apesar de na planilha orçamentária nas paredes externas constar tijolos cerâmicos com 9x19x19 cm e nas internas de 9x14X24 cm estas quando compostas nas duas faces pelo reboco atingiriam dimensões maiores do que constam em projeto. E segundo o memorial descritivo da obra nas alvenarias de tijolos cerâmicos deverão ser rigorosamente respeitadas as posições e dimensões acabadas das alvenarias constantes em projeto. Ressalta ainda que as dimensões referem-se às alvenarias acabadas já com revestimento final. Sendo assim, a Tabela 5 e a Tabela 6 apresentam dados referentes às propriedades dos materiais.

Tabela 5 - Propriedades dos materiais

(continua)

Material	Espessura (cm)	Condutividade térmica (W/m-K)	Densidade (Kg/m ³)	Calor específico (J/kg-K)	Resistência térmica (m ² -K/W)
PISO					
Laje de Concreto	12	1,75	2200	1000	-
Piso cerâmico	1	0,9	1600	920	-
PAREDES					
Reboco	2,5	1,15	2000	1000	-
Tijolo cerâmico 6 furos	10	0,9	1232	920	-
Tijolo cerâmico 6 furos	15	0,9	840	920	-
Câmara de ar fluxo horizont. (2<e<5)	-	-	-	-	0,16
Tijolo cerâmico 6 furos	10	0,9	1232	920	-
Tijolo cerâmico 6 furos	15	0,9	840	920	-

Tabela 5 - Propriedades dos materiais

(conclusão)

Material	Espessura (cm)	Condutividade térmica (W/m-K)	Densidade (Kg/m³)	Calor específico (J/kg-K)	Resistência térmica (m²-K/W)
Reboco	2,5	1,15	2000	1000	-
PORTA					
Madeira	3	0,29	800	1340	-
JANELA					
Aluminio	3	230	2700	880	-
COBERTURA					
Fibrocimento	0,7	0,95	1900	840	-
Câmara de ar fluxo desced. (e > 5)	-	-	-	-	0,21
Laje Mista	12	1,05	1087	920	-
Reboco	2,5	1,15	2000	1000	-

Fonte: Autora (2019)

Tabela 6 - Transmitância térmica, capacidade térmica de paredes e cobertura

Material	Transmitância Térmica [W/(m².K)]	Capacidade Térmica [kJ/(m².K)]
Parede (15cm)	2,28	168
Parede (20cm)	1,92	202
Cobertura	1,93	106

Fonte: Autora (2019)

3.1.2 Dados Climáticos

Destacada a importância da utilização de características e arquivos climáticos com os dados da cidade a ser analisada, para o desenvolvimento deste estudo, foi utilizado o arquivo climático com os dados correspondente à cidade de Joinville. Este arquivo, apresenta-se no formato TMY “Ano Meteorológico Típico” e foi formado a partir de informações climáticas obtidas entre o ano de 2003 ao 2017 pela estação do Aeroporto Lauro Carneiro de Loyola, situado na cidade (CLIMATE ONE BUILDING, 2018).

3.2 CLASSIFICAÇÃO PERANTE RTQ-C

A avaliação da eficiência energética da envoltória da edificação foi obtida pelo método prescritivo, a partir de um indicador de consumo, referente a zona bioclimática e a área de projeção da mesma.

3.2.1 Método Prescritivo

Como foi analisado apenas a envoltória da edificação, para a realização do método prescritivo, foram aplicados os parâmetros definidos para este item. E em seguida, verificado o cumprimento dos pré-requisitos gerais da edificação e específicos da envoltória.

Como se trata de uma edificação com área de projeção maior que 500 m², e a cidade de Joinville pertence a zona bioclimática 5 da NBR 15220, o fator forma mínimo exigido é livre e o indicador de consumo utilizado para a classificação de eficiência da envoltória segue a Equação 3, utilizando os dados do projeto da edificação.

$$\begin{aligned} IC_{env} = & 511,12 \cdot FA + 0,92 \cdot FF - 95,71 \cdot PAFT - 99,79 \cdot FS - 0,52 \cdot AVS \\ & - 0,29 \cdot AHS - 380,83 \cdot FA \cdot FF + \frac{4,27}{FF} + 729,20 \cdot PAFT \cdot FS + 77,15 \end{aligned} \quad (3)$$

Onde:

IC_{env} : Indicador de Consumo da envoltória (adimensional);

A_{tot} : Área total construída (m²);

A_{env} : Área da envoltória (m²);

A_{pcob} : Área de projeção da cobertura (m²);

AVS : Ângulo Vertical de Sombreamento;

AHS : Ângulo Horizontal de Sombreamento;

FF : Fator de Forma, (A_{env}/V_{tot});

FA : Fator Altura, (A_{pcob}/A_{tot});

FS : Fator Solar;

$PAFT$: Percentual de Abertura na Fachada total (adimensional, para uso na equação);

V_{tot} : Volume total da edificação (m³).

Em seguida foi obtido o limite máximo e mínimo do indicador de consumo, por meio da mesma Equação 3, porém aplicando nesta os parâmetros de entrada fornecidos pela Tabela 7.

Tabela 7 - Parâmetros do ICmáxD

Limite	PAFt	FS	AVS	AHS
Máximo	0,60	0,61	0	0
Mínimo	0,05	0,87	0	0

Fonte: Adaptado do RTQ-C (Brasil, 2010)

Os limites máximo e mínimo representam o intervalo dentro do qual a edificação proposta deve se inserir. E o intervalo permite a classificação numa escala de desempenho que varia de A a E. A subdivisão i do intervalo é calculada com a Equação 4.

$$i = \frac{(IC_{máx} - IC_{min})}{4} \quad (4)$$

Sendo a partir deste procedimento, possível a obtenção da Tabela 8.

Tabela 8 - Limites dos intervalos dos níveis de eficiência

Eficiencia	A	B	C	D	E
Lim. Mín.	-	$IC_{máxD} - 3i + 0,01$	$IC_{máxD} - 2i + 0,01$	$IC_{máxD} - i + 0,01$	$IC_{máxD} + 0,01$
Lim. Máx.	$IC_{máxD} - 3i$	$IC_{máxD} - 2i$	$IC_{máxD} - i$	$IC_{máxD}$	-

Fonte: RTQ-C (Brasil, 2010)

A classificação foi determinada a partir da comparação do índice de consumo da envoltória obtido com os limites da tabela acima, identificando assim o nível de eficiência do projeto em questão.

Na sequência foram verificados os pré-requisitos mínimos exigidos em cada nível de classificação, determinando assim a classificação final obtida.

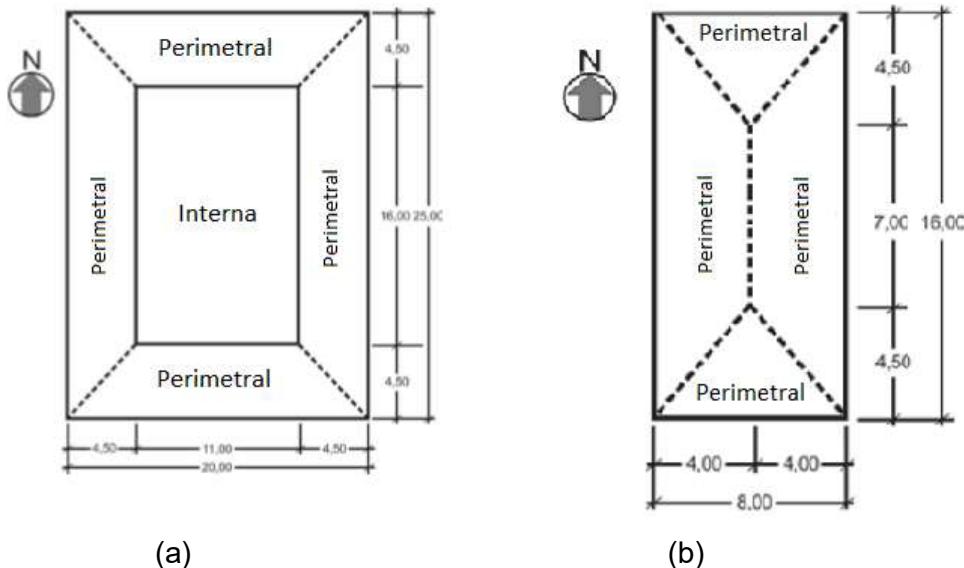
3.3 CLASSIFICAÇÃO PERANTE INI-C

Para a avaliação do desempenho da envoltória de áreas total ou parcialmente condicionadas artificialmente de edificações comerciais, públicas e de serviços a partir do método simplificado, os valores dos elementos construtivos devem estar dentro dos limites dos critérios pré estabelecidos conforme a Figura 3, anteriormente apresentada na seção 2.1.2.

O projeto padrão analisado é composto por 37 ambientes, sendo que destes, 17 contém a presença de ar condicionado, e as áreas ausentes de condicionamento artificial correspondem a banheiro, vestiário, área de serviço, copa, armazenamento de roupas e documentos. A avaliação parcial, somente da envoltória da edificação, ocorre sob duas condições: condição real, sendo nesta utilizadas as características reais da edificação, e a condição de referência (classe D), utilizando as características das condições de referência da tipologia de acordo com o Anexo 7.

As zonas térmicas foram divididas de acordo com os parâmetros que as definem, sendo as áreas não condicionadas classificadas como áreas de permanência transitória, não sendo consideradas para a avaliação. Assim, as zonas térmicas foram redefinidas de acordo com as áreas perimetrais e espaços internos sendo as perimetrais limitadas em espaços de até 5,5 m de profundidade com relação à parede externa. Caso ocorra variação da orientação solar, esta área deve ser redefinida. Já as zonas térmicas internas são localizadas em espaços acima dos 4,5 m - 5,50 m de profundidade com relação à parede externa. Quando a largura ou o comprimento do espaço a ser analisado for inferior a 9,00 m, têm-se apenas zonas perimetrais, como na Figura 12.

Figura 12 - Divisão Zonas Térmicas



Fonte: CB3E (2017)

Em seguida a densidade de carga térmica de refrigeração ($\text{kWh/m}^2.\text{ano}$) para cada zona térmica da edificação real e de referência foram obtidos e os valores transformados em um valor de carga térmica anual para refrigeração proveniente de toda a edificação (kWh/ano), conforme a Equação 5.

$$CgT = \sum DCgT \cdot \text{Área ZT} \quad (5)$$

Onde:

CgT é a carga térmica total para refrigeração (kWh/ano);

$DCgT$ é a densidade de carga térmica de cada uma das zonas de análise ($\text{kWh/m}^2.\text{ano}$);

Área ZT é a área de cada uma das zonas térmicas de análise (m^2);

Esses dados foram adquiridos com o auxílio da ferramenta *InterfaceWeb*. Porém, como a cidade de Joinville não se encontra disponível para a obtenção dos resultados, foi optado pelo uso da cidade de Niterói – Rio de Janeiro, pois a mesma pertence ao GL 9, assim como a cidade de Joinville.

Para a obtenção dos limites dos intervalos dos níveis da classe de eficiência energética da envoltória da edificação, foram consideradas a carga térmica total anual

da edificação na condição real e de referência, ambas obtidas com o auxílio da ferramenta *InterfaceWeb*, sendo que neste a edificação foi classificada como sendo clínica, dentro do requisito hospitalar. Posteriormente, foi determinado o fator forma da edificação através da Equação 6.

$$FF = \frac{A_{env}}{V_{tot}} \quad (6)$$

Onde:

FF é o fator de forma da edificação (m^2/m^3);

A_{env} é a área da envoltória (m^2);

V_{tot} é a volume total construída da edificação (m^3).

Em seguida, foi verificado o coeficiente de redução de carga térmica total anual da classe D para a classe A conforme o fator de forma da edificação e o grupo climático no qual a edificação está inserida, sendo este baseado no novo agrupamento bioclimático conforme Roriz (2014). Este coeficiente de redução difere para cada tipo de tipologia. Para edificações hospitalares do grupo climático 9, correspondente a cidade de Joinville, o índice é representado conforme a Tabela 9.

Tabela 9 - Edificações hospitalares: coeficiente de redução da carga térmica anual da classe D para a classe A (CRCgTD-A) com base no fator de forma (FF) e grupo climático correspondente

Grupo Climático	Coeficiente de redução da carga térmica total anual da classe D para a classe A (CRCT _{D-A})			
	FF ≤ 0,20	0,20 < FF ≤ 0,30	0,30 < FF ≤ 0,40	FF > 0,40
GCL 9	0,22	0,2	0,18	0,17

Fonte: Adaptado de CB3E (2017)

Com o coeficiente de redução da carga térmica anual da classe A para a classe D foi definido o intervalo dentro do qual a edificação proposta será classificada, conforme Equação 7.

$$i = \frac{(CgT_{TREF} \cdot CRCgT_{D-A})}{3} \quad (7)$$

Onde:

CgT_{TREF} é a carga térmica total da edificação em sua condição de referência (kWh/ano);

$CRCgT_{D-A}$ é o coeficiente de redução de carga térmica anual da classe D para a classe A.

Com o valor de i são obtidos os intervalos dos limites para a classificação, conforme Tabela 10 e a partir da mesma, com o valor da carga térmica total anual da edificação em sua condição real, foi identificada a classe de eficiência da edificação em questão.

Tabela 10 - Limites dos intervalos das classes de eficiência energética da Envoltória da edificação

Eficiencia	A	B	C	D	E
Lim. Mín.	-	$> CgT_{TREF} - 3i$	$> CgT_{TREF} - 2i$	$> CgT_{TREF} - i$	$> CgT_{TREF}$
Lim. Máx.	$< CgT_{TREF} - 3i$	$\leq CgT_{TREF} - 2i$	$\leq CgT_{TREF} - i$	$\leq CgT_{TREF}$	-

Fonte: Adaptado de CB3E (2017)

3.4 ESTRATÉGIAS ADOTADAS

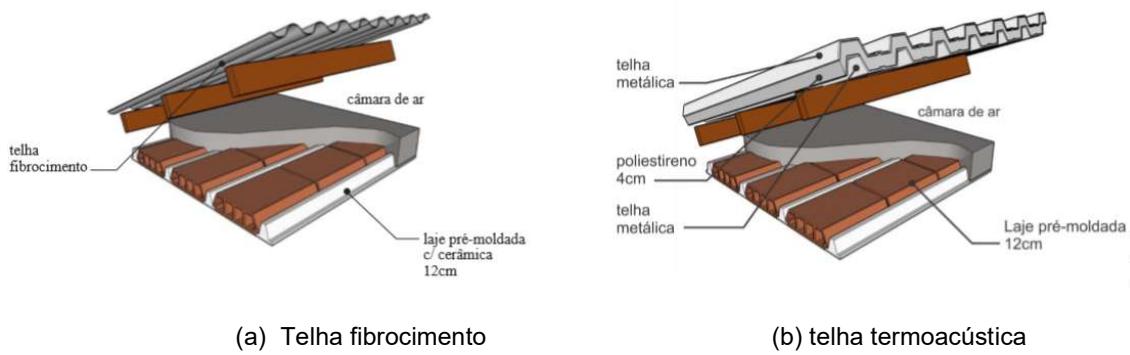
Neste item, são apresentadas as estratégias adotadas como variáveis da edificação para serem utilizadas nos casos de simulação, com a finalidade de avaliar a carga térmica em cada um deles em relação ao caso base, assim como nos conjuntos de combinações entre eles.

Um dos parâmetros alterados foi a absorção, em relação a alguns elementos da construção, sendo eles a cobertura e parede externa. Quanto à cobertura, foi utilizado a cor cinza e a opção da cor branca, que pode ser obtida a partir da pintura da cobertura, independente de qual material esta seja realizada. Já em relação a parede externa, como no caso base apresentam na cor azul escuro e

outras na cor branca, essas duas cores foram as opções adotadas, sendo que fora o caso base, realizou-se a opção da edificação inteira ser pintada de branco externamente.

Foram realizadas alterações também quanto ao material utilizado na cobertura, sendo a primeira opção a utilizada no caso base, ou seja a telha de fibrocimento de 0,7 cm e como segunda opção o uso de telha termoacústica com camada de poliestireno de 4 cm, conhecida como “telha sanduíche”. Ambas mantendo a laje mista, conforme apresentado na Figura 13.

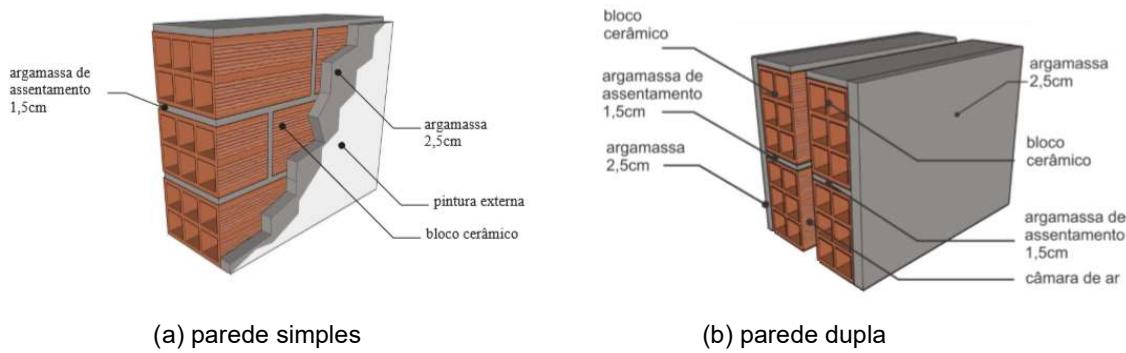
Figura 13 - Composição construtiva dos materiais da cobertura



Fonte: Adaptada de INMETRO (2019)

Outra opção de alterações de parâmetros foi quanto ao material utilizado nas paredes externas, com base nas literaturas apresentadas no item 2.3. Foram utilizadas diferentes espessuras, assim sendo materiais, para as alvenarias, sendo o caso base apresentando espessura final de 20 cm, além de casos com a alvenaria considerada leve, com espessura de 15 cm e outros com a alvenaria considerada pesada, tendo esta a espessura de 35 cm. A Figura 14 representa tais elementos, sendo que o item (a) correspondente à alvenaria do caso base e a leve, já o caso (b) a parede pesada.

Figura 14 - Composição construtiva dos materiais das paredes



Fonte: Adaptada de INMETRO (2019)

Como proposta do trabalho, outro fator que foi alterado é a orientação da fachada do projeto padrão, sendo portanto realizadas simulações referentes à orientação norte, sul, leste e oeste. A Tabela 11 apresenta os parâmetros alterados, assim como a variação de cada um deles.

Tabela 11 - Variáveis alteradas

Parâmetros	Alternativas
Absortância da Cobertura	Cinza
	Branca
Absortância da Parede externa	Azul escuro
	Branca
Material da Cobertura	Fibrocimento
	Termoacústica
Material da Parede externa	Parede caso base 20 cm
	Parede simples (15 cm)
	Parede dupla (35 cm)
Orientação	Norte
	Sul
	Leste
	Oeste

Fonte: Autora (2019)

3.5 SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL

Para a obtenção das simulações termoenergéticas, foi utilizado o programa *Energyplus*, uma vez que o mesmo atende aos requisitos estabelecidos na INI-C. Sendo nele inseridas as características dos dados climáticos e de projeto obtidos.

O arquivo climático utilizado foi da cidade de Joinville e para a modelagem, com o auxílio do projeto padrão, houve a definição das orientações dos ambientes e das condições de contorno de todas as superfícies. A mesma foi realizada com o uso da versão 8.9 do *Energyplus* e a geometria dos modelos foram realizadas com o auxílio da extensão *Euclid* 0.9.3 existente para o *SketchUp*, esta ferramenta contribui com a modelagem uma vez que, com o uso dela, não é necessária a inserção de coordenadas cartesianas correspondente a cada ponto das superfícies, sejam elas, piso, paredes, teto, aberturas e brises. Já o detalhamento dos parâmetros de entrada da simulação, tais como as propriedades térmicas dos materiais, os equipamentos utilizados, a iluminação, sistema de refrigeração e ocupação da edificação foram inseridos diretamente no *Energyplus*, seguindo o recomendado pela INI-C tanto para a edificação real como para o caso de referência, conforme Anexo 7.

As trocas de calor entre o piso e o solo foram simulados pelo objeto *Ground Domain:Slab*, seguindo as configurações indicadas conforme estudo disponibilizado pelo LabEEE: Manual de Simulação Computacional de Edifícios com o Uso do Objeto Ground Domain (MAZZAFERRO; MELO; LAMBERTS, 2015).

Os padrões de uso e funcionamento da edificação foram definidas no objeto *Schedule:compact*. Materiais e elementos construtivos (*Material*, *Material:AirGap*, *WindowMaterial:Glazing*), foram baseados na norma de desempenho térmico em edificações - NBR 15220 (ABNT, 2005) e na biblioteca de componentes construtivos brasileiros disposto em relatório (ORDENES *et al.*, 2003). Já os valores de absorção das paredes externas e cobertura foram obtidos no anexo V da portaria Inmetro nº50/2013. E a absorção da cobertura foram baseadas conforme Coelho, Gomes e Dornelles (2017). Sendo no objeto *Construction* detalhada as camadas dos elementos construtivos, servindo de parâmetro a determinação de qual material está desde a parte externa até a parte interna da construção.

Já as superfícies como paredes, teto, piso, portas, janelas e brises estão presentes nos objetos *BuildingSurface: Detailed*, *Fenestration Surface: Detailed* e *Shading:Building:Detailed*.

As cargas geradas são conforme os objetos *People* designado à ocupação, *Lights* ao uso das lâmpadas e *ElectricEquipment* ao uso de equipamentos, sendo as quantidades discriminadas nestes, conforme Anexo 7, uma vez que este apresenta valores tabelados para esses parâmetros mesmo se tratando da edificação real.

Para a determinação do controle da temperatura dos ambientes, foi utilizado o sistema de condicionamento de ar *IdealLoads*, o qual é um sistema de condicionamento do tipo ideal que informa a quantidade de carga térmica necessária para manter o ambiente dentro das temperaturas desejadas. Sendo assim, foi determinado no *Energyplus* o uso do termostato para a faixa de conforto entre 20°C a 26°C, uma vez que no trabalho de Matos (2007), é apontado que no inverno é assumido o isolamento térmico das roupas igual a 1 clo, a temperatura operativa deve situar entre 20°C e 24°C. Para as condições de verão, o isolamento térmico das roupas é igual a 0,5 clo, a temperatura operativa deve ser entre 23°C e 26°C. Sendo portanto optado os dois extremos das situações descritas. O consumo para refrigeração foi calculado em função da carga térmica, levando em consideração o coeficiente de performance (COP) igual a 3,24.

Para as simulações foram realizadas combinações entre as estratégias adotadas, totalizando assim 100 simulações, conforme Tabela 12. As especificações de cada variável utilizada em cada caso simulado estão apresentadas no Anexo 8.

Tabela 12 – Planejamento das Simulações

Parâmetro	Níveis	Cód. Simulações	N Simulações
Cor Cobertura	Cinza	1	100
	Branca	2	
Cor Parede Externa	Azul	1	100
	Branca	2	
Material Cobertura	Fibrocimento	1	100
	Terмоacústica	2	
Material Parede	Caso Base	1	100
	Leve	2	
	Pesada	3	
Orientação	Leste	1	100
	Norte	2	
	Oeste	3	
	Sul	4	
Condição	Referência	-	

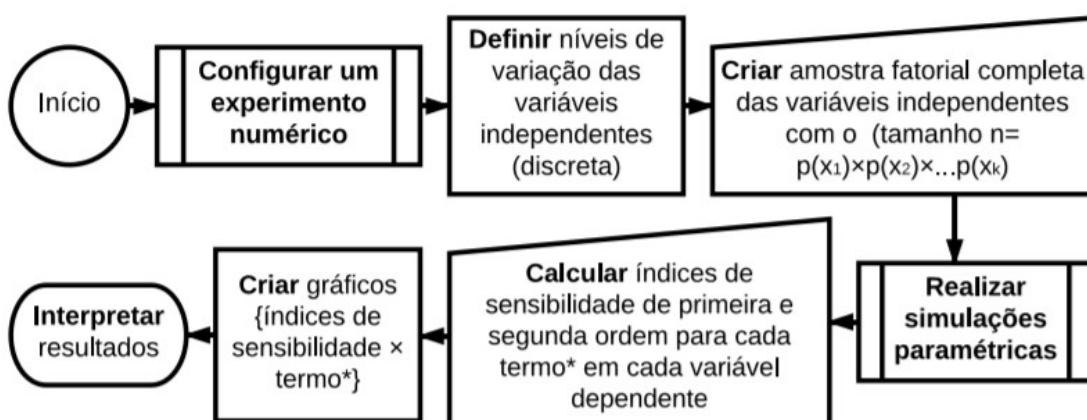
Fonte: Autora (2019)

3.6 ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

Após o entendimento do contexto da problemática e criação de um modelo de referência no *Energyplus*, sendo neste definidos todos os parâmetros, entrada e saída

dos dados, houve a definição das variáveis independentes da envoltória para a determinação da variável resposta, a carga térmica. Foram determinados os níveis de variação dessas variáveis independentes, favorecendo assim a criação de amostras, as quais ocorreram com a utilização do planejamento de experimento a partir do fatorial completo, variando todas as variáveis entre si, conforme apontado no Anexo 8. O planejamento feito é um experimento do tipo $(2^3 3^1 4^1)$, com três fatores com dois níveis (cor da cobertura, cor da parede externa e material da cobertura); um fator com três níveis (material da parede) e um fator com quatro níveis (orientação). Em seguida foram realizadas as simulações dessas combinações e obtidos os resultados das cargas térmicas de cada caso. Com o intuito de comparar os resultados obtidos com cada uma das variações dos parâmetros simulados e a partir disso determinar quais variáveis de entrada podem ser consideradas influentes ou irrelevantes em um modelo, foi utilizada a análise de sensibilidade global, a partir da ANOVA. Com os resultados obtidos com base na ANOVA houve a construção dos índices de sensibilidade de primeira e segunda ordem, com os quais foram criados gráficos facilitando a interpretação da magnitude dos mesmos e a verificação da interação entre os elementos, se são consideráveis ou não. Para a obtenção de tais resultados foi aplicado uma rotina em linguagem R (SILVA, 2016) computacional, apresentada no Anexo 9. Desta forma, foi seguido o procedimento proposto por Silva (2016), conforme Figura 15.

Figura 15 - Fluxograma da análise de sensibilidade global



Fonte: Silva (2016)

As análises estatísticas foram realizadas com o software R versão 3.5.3 e interface RStudio, sendo utilizado o nível de significância de 5%. Para o processo de simulação, o R foi utilizado como forma de sistematizar as análises e facilitar o uso, evitando erros e diminuindo o tempo de planejamento das análises. A linguagem R é uma linguagem de programação com foco em análises estatísticas e gráficas, disponível em versões comerciais e livres, que permite o gerenciamento de dados e informações, além da possibilidade de criação de funções e operações (R CORE TEAM, 2019).

3.7 DESEMPENHO TERMO-ENERGÉTICO DE CASOS

Após efetuadas as simulações, foram realizadas as classificações de todos os 96 casos perante a INI-C pelo método de simulação, exceto os casos de referência, os quais servem de base para as classificações.

Com isto foi possível a verificação da classificação do caso base, conforme projeto padrão existente, perante ao método prescritivo conforme RTQ-C, e aos métodos simplificado e de simulação conforme a INI-C.

Em seguida, a partir das simulações realizadas foram apontados os quatro melhores e piores casos obtidos a partir das cargas térmicas das edificações e com isso realizada a classificação dos mesmos perante à INI-C pelo método simplificado e simulação, com a finalidade de comparar os resultados obtidos entre os métodos aliado a análise de sensibilidade, para assim, nortear a escolha de quais e quantas medidas a serem adotadas.

3.8 ANÁLISE DE CUSTO

Para a análise do investimento necessário para converter a edificação em nível A, a partir da melhor carga térmica obtida pelas simulações em conjunto com a análise de sensibilidade global, foi verificado o quanto que as alterações recomendadas para o melhor caso aumentariam no valor final do orçamento da obra.

Foram realizados dois estudos, em ambos os itens necessários para a implementação das alterações foram apontados separadamente na planilha, delimitando assim todos os elementos orçamentários utilizados para a realização de cada alternativa. Para o estudo referente à atualização das unidades já existentes que

seguem o projeto padrão existente, foi tratado como uma reforma dessas unidades para o atendimento das medidas alteradas, sendo deste modo a planilha apresentada em forma de aditivo. Assim como os elementos necessários para a demolição e/ou retirada dos itens já executados na edificação. Já para o estudo referente a implementação das adequações ainda em fase de projeto foram levadas em consideração as quantidades necessárias para a realização de cada alteração, assim como a supressão dos elementos que estão presentes no orçamento original da obra e que por meio das alterações não seriam mais utilizados, retirando assim suas devidas quantidades e valores do montante final de gastos originais. Prática essa usualmente praticada pela SES a cada finalização de contrato, por entrega da obra.

Para esses estudos foi utilizado o SINAPI como base de preço para as alterações no valor de contrato, assim como é recomendado pela literatura, e realizado pela SES da cidade de Joinville. A versão do SINAPI utilizada foi a correspondente a setembro de 2019. O valor total do orçamento estabelecido da obra é de R\$ 1.242.966,27. Por se tratar de uma obra pública e uma obra nova, ou seja, não ser referente a uma reforma, pode ser aditado até 25% deste valor para itens necessários a realização do projeto e memorial descritivo que não estavam previstos no orçamento, seja em quantidade ou em elemento.

Como regra utilizada na SES, todo o item que já consta na planilha orçamentária, se necessário ser acrescido unidades para a realização de algum serviço deve ser obrigatoriamente com o valor do preço unitário deste item que consta em projeto, sendo este classificado como um aditivo quantitativo. Já os itens a serem acrescentados que não constam no orçamento inicial, contidos em aditivo qualitativo, os quais são baseados nos valores do SINAPI e com o BDI. O BDI da obra é de 26,73%, sendo este valor multiplicador tanto da mão de obra quanto dos materiais a serem adicionados, ou seja, cada um deles é multiplicado por 1,2673 para no final ser obtido a somatória e definição do valor final para o serviço.

Assim, na planilha de composições sintéticas foram obtidos os preços dos elementos a serem utilizados e na planilha de composição analítica verificado quais itens estavam inclusos neste valor. Os insumos, ou seja, serviços ou materiais, que eram necessários nas alterações e não estavam presentes nas composições da planilha sintética, foram obtidos a partir da planilha referente aos insumos. Sendo assim, garantida a inclusão de cada serviço e material presente nas modificações desejadas para a obtenção do nível A de eficiência energética.

4 RESULTADOS

4.1 CLASSIFICAÇÃO PERANTE RTQ-C

4.1.1 Método Prescritivo (RTQ-C)

Com os dados obtidos referente a envoltória da edificação, o resultado do indicador de consumo encontrado foi de 362,97. Já os limites máximo e mínimo do indicador de consumo apresentaram valores de 555,25 e 346,78 respectivamente.

Em seguida foi possível a obtenção do índice de intervalo, sendo este de 55,12 acarretando aos limites dos intervalos de cada nível de eficiência conforme apresentado na Tabela 13.

Tabela 13 - Limites dos intervalos das classes de eficiência energética da Envoltória

Eficiência	A	B	C	D	E
Limite Mínimo	-	398,906	451,024	503,142	555,26
Limite Máximo	398,896	451,014	503,132	555,25	-

Fonte: Autora (2019)

Pela tabela de limites, a classificação a ser obtida seria A, uma vez que o valor do indicador de consumo adquirido de 362,97 é inferior ao limite máximo para tal classificação. Porém, quando são analisados os pré-requisitos de cada nível para a classificação da envoltória essa classificação torna-se C, devido aos limites aceitáveis dos pré requisitos de tal classificação conforme Tabela 14, pois se trata de uma edificação localizada no grupo climático 5, e que obtém ambientes condicionados artificialmente.

Tabela 14 – Pré requisitos específicos da envoltória (ZB5)

	Para obter A	Para obter B	Para obter C/D	Real
Ucob (W/m ² K)	< 1,00	< 1,50	< 2,00	1,79
Upar (W/m ² K)	< 3,70	< 3,70	< 3,70	1,8
αcob	< 0,50	< 0,50	-	0,65
αpar	< 0,50	-	-	0,2 / 0,75

Fonte: Autora (2019)

Quanto a transmitância térmica e a absorção da cobertura, os valores da edificação real, são superiores aos aceitos pelas classificações A e B, sendo portanto, os reais fatores limitantes para a classificação C ou D. A parede, quanto à transmitância térmica, permitiria qualquer classificação, uma vez que o valor real é inferior ao limite da classificação A. Quanto à absorção, as paredes brancas permitiriam a classificação A, mas o valor de 0,75 utilizado para as paredes com a cor azul escuro, limitaria a classificação máxima de B. Sendo assim, a classificação pelo método prescritivo do RTQ-C para a edificação referente ao projeto padrão é C.

4.2 CLASSIFICAÇÃO PERANTEINI-C

Esta análise é viabilizada uma vez que os dados do caso base analizados estão entre os limites dos parâmetros aceitáveis para o método prescritivo conforme Tabela 15.

Tabela 15 - Valores dos parâmetros da edificação - método simplificado

(continua)

Parâmetros	Valor mínimo	Valor máximo	Valor real
Absorção solar da cobertura (α)	0,2	0,8	0,65
Absorção solar da parede (α)	0,2	0,8	0,75
Ângulo de obstrução vizinha (AOV)	0°	80°	0%
Ângulo horizontal de sombreamento (AHS)	0°	80°	45°
Ângulo vertical de sombreamento (AVS)	0°	90°	79°
Capacidade Térmica da cobertura (Ctcob)	0,22 KJ/m ² K	450 KJ/m ² K	106 KJ/m ² K
Capacidade Térmica da parede (Ctpar)	0,22 KJ/m ² K	450 KJ/m ² K	202 KJ/m ² K
Contato com o solo	Sem contato	Com contato	Com contato
Densidade de Potência de equipamentos (DPE)	4 W/m ²	40 W/m ²	32 W/m ²
Densidade de Potência de iluminação (DPI)	4 W/m ²	40 W/m ²	15 W/m ²
Fator solar do vidro (FS)	0,21	0,87	0,87
Percentual de abertura zenithal	0%	3%	0%
Pé-direito (PD)	2,6 m	6,6 m	3 m
Percentual de abertura na fachada (PAF)	0%	80%	33%
Piso com isolamento	Não (<5mm)	Sim (>5mm)	Não
Transmitância térmica da cobertura (Ucob)	0,51 W/m ² k	5,07 W/m ² k	1,93 W/m ² k
Transmitância térmica da parede externa (Upar)	0,50 W/m ² k	4,40 W/m ² k	1,92 W/m ² k
Transmitância térmica do vidro (Uvid)	1,9 W/m ²	5,7 W/m ²	5,5%

Fonte: Autora (2019)

Com a redefinição dos ambientes, conforme recomendado pela INI-C e o auxílio da ferramenta *InterfaceWeb* foram obtidas as cargas térmicas anuais de todos os ambientes e a carga térmica total anual da edificação em sua condição real e de referência. Para a fachada com orientação sul os valores correspondem a 51.197,93 kWh e 57.838,75 kWh respectivamente.

Como o fator forma da edificação é 0,36, o coeficiente de redução da carga térmica total anual para o grupo climático 9 é 0,18 conforme apresentado anteriormente pela Tabela 9. Uma vez que o fator forma da edificação corresponde a razão entre a área da envoltória e o volume total da edificação, e esses se mantêm constantes independente da orientação adotada, o coeficiente de redução da carga térmica total anual é mesmo nas quatro orientações estabelecidas. Com isso, no caso da fachada sul, a partir da Equação 7, o intervalo foi de 3.470,33, acarretando aos limites de intervalo conforme Tabela 16.

Tabela 16 - Limites dos intervalos das classes de eficiência energética da Envoltória da edificação (Fachada Sul do caso base)

Eficiência	A	B	C	D	E
Limite Mínimo	-	> 47.427,78	> 50.898,10	> 54.368,43	> 57.838,75
Limite Máximo	≤ 47.427,78	≤ 50.898,10	≤ 54.368,43	≤ 57.838,75	-

Fonte: Autora (2019)

Para a fachada norte, o valor da carga térmica total anual da edificação em sua condição real é de 51.373,66 kWh e na condição de referência é de 58.332,00 kWh. Sendo assim o valor do intervalo obtido é de 3.499,92 obtendo os limites conforme a Tabela 17.

Tabela 17 - Limites dos intervalos das classes de eficiência energética da Envoltória da edificação (Fachada Norte do caso base)

Eficiencia	A	B	C	D	E
Lim. Mín.	-	> 47.832,24	> 51.332,16	> 54.832,08	> 58.332,00
Lim. Máx.	≤ 47.832,24	≤ 51.332,16	≤ 54.832,08	≤ 58.332,00	-

Fonte: Autora (2019)

Na fachada oeste, a carga térmica anual correspondente a condição real é de 51.698,58 kWh e em sua condição de referência é de 58.531,42 kWh. Logo o valor do

intervalo obtido neste caso é de 3.511,89. A Tabela 18 apresenta os intervalos dos limites de classificação.

Tabela 18 - Limites dos intervalos das classes de eficiência energética da Envoltória da edificação (Fachada Oeste do caso base)

Eficiencia	A	B	C	D	E
Lim. Mín.	-	> 47.995,76	> 51.507,65	> 55.019,53	> 58.531,42
Lim. Máx.	≤ 47.995,76	≤ 51.507,65	≤ 55.019,53	≤ 58.531,42	-

Fonte: Autora (2019)

Já no caso da fachada com orientação leste, o valor da carga térmica anual na condição real é de 51.102,81 kWh e para o caso de referência de 57.757,88 kWh. O valor do intervalo correponde a 3.465,47, sendo assim os valores dos limites de classificação são apontados na Tabela 19.

Tabela 19 - Limites dos intervalos das classes de eficiência energética da Envoltória da edificação (Fachada Leste do caso base)

Eficiencia	A	B	C	D	E
Lim. Mín.	-	> 47.361,46	> 50.826,93	> 54.292,41	> 57.757,88
Lim. Máx.	≤ 47.361,46	≤ 50.826,93	≤ 54.292,41	≤ 57.757,88	-

Fonte: Autora (2019)

Sendo assim, pelo método simplificado conforme a INI-C o caso base, que é o caso atual do projeto padrão, nas quatro orientações de fachadas pré estabelecidas foi obtida a classificação C.

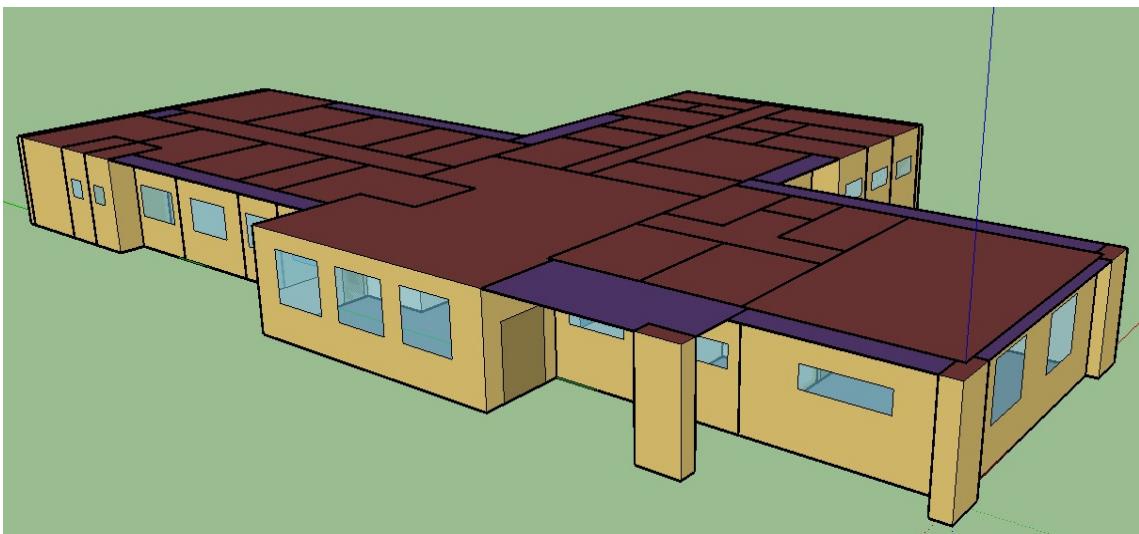
Os valores da carga térmica total das orientações diferentes ficaram semelhantes entre si, isto devido ao fato de que as áreas de aberturas dos ambientes simulados estão relativamente equilibradas, não sofrendo grandes alterações conforme a orientação da edificação for mudada. Porém, a fachada com orientação a oeste foi a que obteve maior carga térmica, devido ao fato de que os ambientes condicionados artificialmente, e com maior fluxo de pacientes e trabalhadores, consultórios e áreas administrativas, estarem com suas aberturas externas posicionadas principalmente a norte e a leste, ou seja, com grande incisão solar durante a manhã e tarde. Nesta mesma linha de raciocínio, a orientação leste, que

obteve a menor carga térmica entre as orientações, consta de tais ambientes com abertura externa voltada para o sul e oeste, não recebendo grande incidência solar.

4.3 SIMULAÇÃO

Para a modelagem da geometria, assim como dos parâmetros quanto aos materiais, equipamentos e ocupação do caso base foram utilizados os programas *Energyplus* e o *Euclid* com interface no Sketchup. O primeiro passo foi a realização da modelagem da edificação inteira, obtendo-a conforme apresentada na Figura 16.

Figura 16 - Modelagem da simulação



Fonte: Autora (2019)

Com esta modelagem, foram feitas as complementações dos dados e detalhamento dos objetos especificados anteriormente, assim como as alterações para a obtenção de cada caso de simulação proposto. O Anexo 10 apresenta os resultados de cada caso de acordo com as estratégias adotadas, a carga térmica obtida e a classificação que esta obteve perante a INI-C com estes dados. Neste as classificações dos casos estão conforme a cor de classificação presente na INI-C para facilitar a visualização dos níveis obtidos nos casos. Logo, é possível verificar que dentre todas as combinações realizadas com as estratégias apontadas ocorreu maior incidência de casos com classificação B, em seguida de casos C, A e alguns D, não havendo nenhum caso com classificação E.

Como a classificação mais alta adquirida foi a A, e esta é a classificação de interesse para a definição dos modelos, a Tabela 20 trás os dados somente desses casos, para elucidar as características em comum entre as variáveis dessas simulações. A partir desta tabela, foi notória a presença da cor branca da cobertura em todos os casos, assim como a cor branca presente em todas as paredes externas na maioria dos casos. Outro fator que chama a atenção é a existência de apenas um caso em que a parede externa pesada é utilizada, ficando os demais apenas entre a parede do caso base e a leve. Há a presença do uso de telha de fibrocimento na maioria dos casos, porém nos três melhores resultados ocorre a presença da telha termoacústica. Já quanto a orientação todos os casos apareceram de maneira considerável. Porém a significância real de cada estratégia foi verificada posteriormente conforme a análise de sensibilidade global.

Tabela 20 – Casos classificação A da simulação

N Simulação	Cor Cobertura	Cor Parede	Material Cobertura	Material Parede	Orientação	Caga Térmica (kWh)	Classificação
19	2	2	2	2	1	46.580,7	A
67	2	2	2	2	3	46.895,2	A
91	2	2	2	2	4	47.076,9	A
21	2	2	1	2	1	47.261,1	A
90	2	2	2	1	4	47.438,4	A
14	2	2	1	1	1	47.471,9	A
69	2	2	1	2	3	47.523,3	A
45	2	2	1	2	2	47.540,2	A
93	2	2	1	2	4	47.695,7	A
62	2	2	1	1	3	47.726,7	A
38	2	2	1	1	2	47.727,0	A
86	2	2	1	1	4	47.896,6	A
95	2	2	1	3	4	48.488,7	A
40	2	1	1	2	2	49.212,7	A
88	2	1	1	2	4	49.471,1	A
43	2	2	2	2	2	51.679,8	A

Fonte: Autora (2019)

4.4 RESULTADOS DA ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

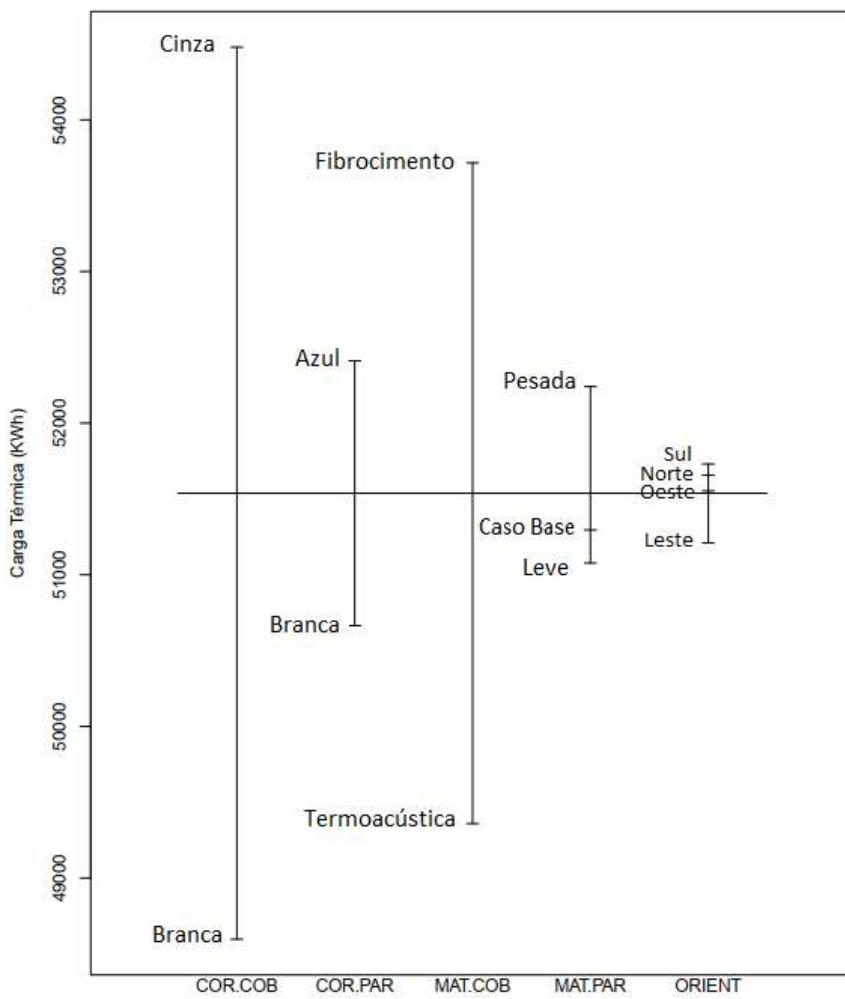
Como visto foram realizadas combinações das variáveis, resultando em 96 casos de simulações, e de cada um deles obtido o valor da carga térmica anual de energia. Esses valores correspondem ao consumo total da edificação, ou seja,

levando em consideração todos os ambientes. Após a obtenção de tais valores, foi possível a realização da análise de sensibilidade global a partir da ANOVA, verificando assim, quais os elementos que realmente interferem nestes índices, determinando qual deles tem significância de alteração ou não. Servindo essa análise de apoio para a determinação das estratégias a serem adotadas no fim.

A partir da Figura 17 é possível verificar que o parâmetro que mais se destaca, dentre os analisados, é a cor da cobertura, uma vez que a cor cinza, que correspondente a da telha de fibrocimento obteve valores de carga térmica expressivamente superiores ao da cobertura com a cor branca. Este parâmetro teve grande influência assim como nos trabalhos apresentados por Silva (2017), Androutsopoulos, Stavrakakis e Damasiotis (2017), Silva e Ghisi (2013) e Tondo (2017). Em seguida vem a mudança do material da cobertura, assim como sugerido pela NBR 15220, quando exposto que para o grupo climático correspondente, uma cobertura leve e isolada é indicada, a telha termoacústica apresentou valores inferiores quando comparada a telha de fibrocimento. Posteriormente, quando as superfícies que apresentam a cor azul escuro, foram consideradas brancas, o consumo da edificação também diminui, assim como apontado pela NBR 15220 e apresentado nos trabalhos de Tondo (2017), Ferreira, Souza e Assis (2017) e Almeida (2014) quando obtiveram melhorias nas performances de seus casos, mesmo que não tão expressivas. Já no caso do material da parede, a maior alteração dos valores em relação ao caso base corresponde quando comparada a parede externa pesada em relação à utilizada no projeto padrão. E uma menor alteração quando o caso base é modificado havendo o uso de paredes externas leves, porém neste caso ocorrendo uma diminuição da carga térmica, o que vai de encontro com a NBR 15220 que indica que a parede externa deve ser leve e refletora, porém vai em sentido oposto aos resultados obtidos por Grunberg (2014) que obteve melhora com o uso do material que apresentava maior inércia térmica. Fica evidente também, que das variáveis utilizadas, a que acaba tendo uma variação menor entre as modificações dos elementos é a orientação, sendo que a maior mudança entre elas está em relação a edificação na fachada sul com a fachada leste, sendo que a primeira obteve valores maiores de consumo. Este se justifica devido ao fato de que quando a fachada está para a orientação sul, os ambientes que possuem maiores aberturas estão orientados de forma que pega a incisão solar no período da tarde, e estes mesmos ambientes,

quando a fachada está orientada a leste, ficam voltados a sul, recebendo menor incidência solar nas aberturas.

Figura 17 – Influência dos parâmetros simulados



Fonte: Autora (2019)

Com o método ANOVA, a partir da estatística F foi possível verificar a influência das variáveis na edificação tanto isoladamente, quanto na combinação dois a dois, conforme a Tabela 21, a qual apresenta os dados obtidos por este método. Nela são apresentados os valores da estatística F de cada parâmetro e interação, sendo que quanto maior este valor, maior o efeito deste no consumo final da edificação. Ela também obtém os valores das somas dos quadrados, uma vez que este representa uma medida de variação ou desvio da média, e quanto maior for este valor, mais o fator afeta o resultado.

Dentre os parâmetros apresentados, todos individualmente exibem significância, sendo a cor da cobertura, cor da parede e material da cobertura os que mais interferem no resultado final. Já nos casos em que ocorrem interações, apenas os casos entre a cor da cobertura com a alteração da cor das paredes externas, material da cobertura e material da parede apresentaram significância, sendo portanto a baixa absorção da cobertura um fator em comum entre essas interações que apresentaram significância. Exceto quando esta é analisada aliada à alteração da orientação, não apresentando influência significativa nos resultados obtidos.

Tabela 21 – Valores da estatística F

	Soma dos Quadrados	Grau de Liberdade	Média dos Quadrados	F ₀	Pr(>F)	Código Signif.
COR.COB	830506056	1	830506056	3449.670	< 2e-16	***
COR.PAR	73153035	1	73153035	303.856	< 2e-16	***
MAT.COB	455577941	1	455577941	1892.333	< 2e-16	***
MAT.PAR	24518150	2	12259075	50.920	6.95e-14	***
ORIENT	3822731	3	1274244	5.293	0.00256	**
COR.COB:COR.PAR	891257	1	891257	3.702	0.05887	*
COR.COB:MAT.COB	450274585	1	450274585	1870.304	< 2e-16	***
COR.COB:MAT.PAR	5763056	2	2881528	11.969	3.93e-16	***
COR.COB:ORIENT	872121	3	290707	1.208	0.31435	
COR.PAR:MAT.COB	62439	1	62439	0.259	0.61234	
COR.PAR:MAT.PAR	206868	2	103434	0.430	0.65264	
COR.PAR:ORIENT	973113	3	324371	1.347	0.26709	
MAT.COB:MAT.PAR	685646	2	342823	1.424	0.24839	
MAT.COB:ORIENT	651480	3	217160	0.902	0.44529	
MAT.PAR:ORIENT	16233869	6	270645	1.124	0.35868	

Nível de Significância 0 **** 0.001 *** 0.01 ** 0.05 .' 0.1.

Fonte: Autora (2019)

Desta forma, a Tabela 22 reforça estes valores, trazendo a classificação do índice de sensibilidade, sendo que de forma geral, os parâmetros que mais interferem são a cor branca da cobertura, a cobertura de telha termoacústica, em seguida desta pintada de branco e as paredes externas pintadas na cor branca. Em seguida vêm as paredes externas pesadas, porém apesar deste item se mostrar influente no resultado, a troca do material da parede do caso base para paredes pesadas, aumenta o consumo final da edificação, sendo portanto desfavorável a classificação final. Fato que vem de encontro com o apresentado na Tabela 20, quando apenas um dos 16 casos que atingiram a classificação A perante a INI-C continha a parede externa

pesada como elemento. O mesmo acontece no caso da orientação, pois ela apresentou significância, porém o maior índice de sensibilidade em relação a esta ocorre no caso da orientação da fachada a sul, se destacando consideravelmente em relação à fachada com orientação à leste, caso base, porém esse destaque ocorre de forma negativa uma vez que os valores obtidos neste caso são maiores. Os demais fatores por mais que apresentem índice de sensibilidade, estes são com valores consideravelmente inferiores aos citados anteriormente.

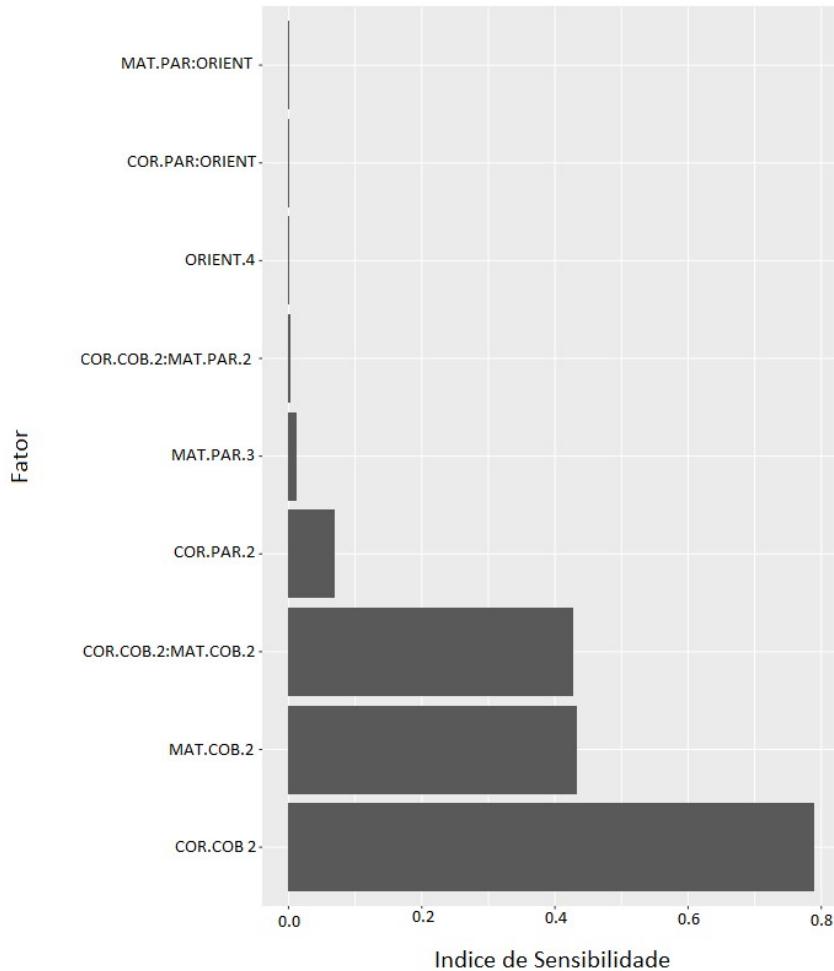
Tabela 22 - Classificação e indice de sensibilidade dos fatores

Fator	Indice de Sensibilidade	Classificação
COR.COB.2	0.7899	1
MAT.COB.2	0.4333	2
COR.COB.2:MAT.COB.2	0.4282	3
COR.PAR.2	0.0696	4
MAT.PAR.3	0.0117	5
COR.COB.2:MAT.PAR.2	0.0027	6
ORIENT.4	0.0012	7
MAT.PAR:ORIENT	0.0003	8
COR.PAR.2:ORIENT	0.0003	9
COR.COB:COR.PAR	0.0003	10
COR.COB:ORIENT	0.0003	11

Fonte: Autora (2019)

De forma a complementar esta verificação, a Figura 18, demonstra de uma forma visual, que esses parâmetros citados são os que geram maiores efeitos quando comparados com os demais, uma vez que quanto mais próximo do valor 1, maior é a sensibilidade desses índices nos resultados, de forma que a mudança em quaisquer um destes, geraria maiores mudanças no final.

Figura 18 - Índice de Sensibilidade dos fatores



Fonte: Autora (2019)

4.5 CLASSIFICAÇÃO CONFORME ESTRATÉGIAS ADOTADAS

Nesta etapa são apresentadas as comparações entre as classificações obtidas perante os métodos, ou seja, entre o RTQ-C pelo método prescritivo, e a INI-C pelo método simplificado e simulação, sendo nesta utilizados nos métodos os dados climáticos da cidade de Niterói – RJ e o arquivo climático de Joinville – SC respectivamente. Sendo que entre os três foi realizada a comparação do caso base, conforme exposto na Tabela 23. Como no caso da análise perante o RTQ-C não é levado em consideração a orientação da edificação, a classificação é apresentada de forma única. Já nos demais métodos, apesar de neste caso não apresentar diferença

da classificação conforme a orientação, são métodos que levam em consideração a mesma, sendo portanto os resultados discriminados em cada uma delas.

Tabela 23 - Classificações do caso base conforme os três métodos

Orientação	RTQ-C		INI-C			
	Prescritivo		Simplificado		Simulação	
	Indicador de consumo	Classificação	Carga Térmica (kWh)	Classificação	Carga Térmica (kWh)	
Sul	362,97	C	51.197,90	C	59.770,50	D
Norte			51.373,70	C	59.438,20	D
Oeste			51.698,60	C	59.597,20	D
Leste			51.102,80	C	59.204,50	D

Fonte: Autora (2019)

Sendo assim, é possível afirmar que quanto ao método simplificado da envoltória no caso analisado, tanto o RTQ-C quanto aINI-C obtiveram a mesma classificação, sendo esta C. Já o resultado obtido pelo método de simulação divergiu dos demais, atingindo um nível mais baixo na análise, ou seja, nível D. É notória também que a diferença obtida entre a carga térmica anual entre o método simplificado daINI-C e a obtida pela simulação computacional, são próximas, porém o segundo apresenta em todos os casos valores superiores ao primeiro. Fato este que está ligado pela riqueza de detalhes utilizada nas simulações dos casos, com maior quantidade de elementos levados em consideração e maior detalhamento de suas especificações.

A partir das cargas térmicas obtidas pelo método de simulação, foram selecionados os quatro melhores e piores casos, de forma a analisar as variáveis apresentadas em cada grupo. Estes casos são apresentados na Tabela 24, o item correspondente a cada numeração é conforme exposto anteriormente na Tabela 12.

Tabela 24 - Quatro melhores e piores casos da simulação perante carga térmica

(continua)

N Simulação	Cor Cobertura	Cor Parede	Material Cobertura	Material Parede	Orientação	Caga Térmica (kWh)	Classificação
19	2	2	2	2	1	46.580,7	A
67	2	2	2	2	3	46.895,2	A
91	2	2	2	2	4	47.076,9	A

Tabela 24 - Quatro melhores e piores casos da simulação perante carga térmica

(conclusão)

N Simulação	Cor Cobertura	Cor Parede	Material Cobertura	Material Parede	Orientação	Caga Térmica (kWh)	Classificação
21	2	2	1	2	1	47.261,1	A
5	1	1	1	3	1	60.527,8	D
29	1	1	1	3	2	60.722,5	D
53	1	1	1	3	3	60.886,7	D
77	1	1	1	3	4	61.058,4	D

Fonte: Autora (2019)

A partir da Tabela 24 é possível verificar pontos em comum entre os casos apresentados. Sendo que os que atingiram uma menor carga térmica, apresentando assim melhores resultados, três são formados exatamente pelas mesmas variáveis, diversificando apenas em relação a orientação. Sendo assim, eles apontam para o uso de cor branca na cobertura de fibrocimento, com todas as paredes externas realizadas com material leve e pintadas de branco. Há neste grupo um caso que diverge dos demais em relação aos materiais por apresentar a cobertura de telha fibrocimento, este caso se refere a um caso da edificação com orientação a leste, ou seja, com os ambientes com maiores aberturas voltados ao sul e oeste, assim como o caso com menor carga térmica.

Já nos piores casos além de que, assim como nos três casos de melhores cargas térmicas, os casos apenas divergiram quanto a orientação. Em todos são utilizadas as variáveis do caso base, porém alterando a expressura da parede externa, sendo compostos de telha de fibrocimento em sua cor natural, paredes externas variando entre as cores branca e azul conforme projeto da SEES e paredes externas formadas por parede dupla, ou seja, pesada.

O fato de que os casos entre cada grupo apresentaram praticamente as mesmas variáveis, alterando principalmente quanto a orientação reforça os resultados da análise de sensibilidade global, apontando que para este caso a orientação não é uma variável que exerce influência de maneira representativa no resultado final obtido.

Com os casos determinados a partir dos resultados da simulação, foi realizada a classificação dos mesmos perante a INI-C pelo método simplificado como forma de comparar a melhora ou não deles conforme os dois métodos. A Tabela 25 apresenta os melhores casos, a partir dela é verificado que tanto pelo método simplificado quanto pela simulação as classificações obtidas a partir das alterações são A, porém a carga

térmica obtida é diferente entre os métodos. É possível apontar também que o caso que apresenta a telha de fibrocimento obtém carga térmica superior aos demais nos dois casos.

Tabela 25 – Classificações perante INI-C pelo método simplificado e simulação dos quatro melhores casos

N Simulação	Simplificado		Simulação	
	Carga Térmica (kWh)	Classificação	Carga Térmica (kWh)	Classificação
91	43.955,02	A	47.076,90	A
19	42.634,15	A	46.580,70	A
67	44.292,42	A	46.895,20	A
21	44.808,23	A	47.261,10	A

Fonte: Autora (2019)

Já a Tabela 26 apresenta os resultados obtidos quanto as piores cargas. Pela simulação, todos haviam obtido nível D de eficiência energética, contudo quando realizado o processo de classificação com o método simplificado foi obtida a classificação B nesses casos. O nível de melhora na classificação é notório entre um método e outro, essa diferença não foi verificada de forma tão expressiva nos melhores casos devido ao fato de que neles os casos da simulação já haviam obtido a nota A.

Tabela 26 - Classificações perante INI-C pelo método simplificado e simulação dos quatro piores casos

N Simulação	Simplificado		Simulação	
	Carga Térmica (kWh)	Classificação	Carga Térmica (kWh)	Classificação
77	56.815,39	B	60.527,80	D
29	56.925,91	B	60.722,50	D
53	57.220,50	B	60.886,70	D
5	56.738,26	B	61.058,40	D

Fonte: Autora (2019)

De todas as 96 simulações realizadas, apenas 16 casos obtiveram classificação A, sendo que quando realizada a análise das variáveis existentes nesses casos, além das expostas anteriormente quando verificados os quatro melhores casos, são apontadas a presença de outros parâmetros em comum entre eles. O

material da cobertura varia entre fibrocimento e a termoacústica, bem como o material da parede entre a parede de 20 centímetros do caso base e o uso de parede leve. Já quanto a orientação, esta ocorreu com todas as propostas, não sendo assim uma variável determinante nas classificações. Logo, foi verificado que em todos os casos que atingiriam o nível mais alto de classificação, a cor da cobertura branca é a única variável que aparece em todos os casos. Porém em nenhum deles ela é a única variável a ser alterada para a obtenção de tal nível.

Ainda quanto aos resultados das classificações obtidas, chama a atenção o fato de que em todos os casos que obtiveram classificação D e em mais de 75% dos C, o material da cobertura presente é a telha de fibrocimento, e em todos os casos do nível D e C, esta apresenta-se na sua cor natural. A ordem das classificações conforme a carga térmica obtida está disposta no Anexo 11, com as cores utilizadas pela INI-C, como forma de facilitar a verificação de cada grupo da mesma. Neste é possível observar que quando exposto em ordem crescente da carga térmica, a ordem de classificação em alguns casos acaba ficando intercalada, fato que se justifica pela classificação estar relacionada diretamente com a carga térmica do caso de referência e não apenas com a carga térmica obtida.

4.6 ANÁLISE DE CUSTO

A partir dos resultados obtidos pela simulação e pelo método simplificado da INI-C, aliados às avaliações perante a análise de sensibilidade global foi possível determinar quais são as variáveis interessantes para incorporação no projeto padrão. Foi realizada a análise de custo de tais modificações no projeto perante a SINAPI levando em consideração a utilização da telha termoacústica e a modificação de sua absorção, assim como a da telha de fibrocimento uma vez que, apesar desta não estar presente no melhor caso de carga térmica, quando são analisados todos os casos que obtiveram classificação A a mesma aparece em diversos casos. Além disso foi verificada a substituição das paredes externas por parede de 15 centímetros e a pintura dessas paredes na cor branca.

Para isso foram realizados dois estudos, um para o caso de reformas e outro para alterações no projeto padrão a serem seguidas em futuras obras. Em ambos, os itens envolvidos foram apresentados separadamente com suas quantidades e preços em planilha. A Figura 19 refere-se ao primeiro caso.

Figura 19 - Custo das alterações para reforma

Item	código SINAPI	Descrição	Unidade	Qtde. contrato	Qtde. a ser executada	Diferença	Mão de Obra	Material	Total unitário	Mão de Obra	Material	Preço Total	Diferença
Pintura da cobertura fibrocimento													
		6 Revestimentos										R\$ 105.043,97	R\$ 16.305,72
6.4.1		Selador acrílico 2 demãos	m²	3112,64	3684,59	571,95	9,64	4,20	13,84	35537,87	15475,28	R\$ 51.013,15	R\$ 7.918,65
6.4.2		Pintura tinta acrílica 2 demãos	m²	3112,64	3684,59	571,95	10,26	4,40	14,66	37803,89	16226,93	R\$ 54.030,82	R\$ 8.387,07
												Total do item = R\$ 105.043,97	R\$ 16.305,72
Pintura paredes externas - branco													
		6 Revestimentos										R\$ 98.555,47	R\$ 9.817,22
6.4.1		Selador acrílico 2 demãos	m²	3112,64	3457,00	344,36	9,64	4,20	13,84	3321,30	1446,29	R\$ 47.862,09	R\$ 4.767,59
6.4.2		Pintura tinta acrílica 2 demãos	m²	3112,64	3457,00	344,36	10,26	4,40	14,66	3533,08	1516,54	R\$ 50.693,37	R\$ 5.049,62
												Total do item = R\$ 98.555,47	R\$ 9.817,22
Cobertura telha e termoacústica branca													
		6 Coberturas e Proteções										R\$ 113.240,54	R\$ 113.240,54
94216		Telha metálica termoacústica, com espuma de poliuretano, incluso içamento	m³	0,00	571,95	571,95	2,81	195,18	197,99	1609,13	111631,41	R\$ 113.240,54	R\$ 113.240,54
6 Revestimentos													
75889		Pintura para telhas, tinta esmalte automotiva	m²	0,00	571,95	571,95	13,24	11,71	24,95	7574,50	6697,45	R\$ 14.271,95	R\$ 14.271,95
13 Serviços Gerais Externos													
97647		Remoção de telhas de fibrocimento, manual sem reaproveitamento	m³	0,00	571,95	571,95	3,26	0,42	3,68	1862,82	239,19	R\$ 2.102,01	R\$ 2.102,01
72997		Carga manual de entulho em caminhão basculante 6m³	m³	0,00	111,53	111,53	17,92	8,68	26,60	1998,58	968,19	R\$ 2.966,77	R\$ 2.966,77
72900		Transporte de entulho com caminhão basculante 6m³	m³	0,00	111,53	111,53	0,77	6,78	7,55	86,22	756,18	R\$ 842,40	R\$ 842,40
												Total do item = R\$ 133.423,67	R\$ 133.423,67

Fonte: Autora (2019)

Para o caso de adaptações das unidades já existentes ou ainda em obra porém com tais serviços já finalizados, foi realizado o estudo da alteração do material da cobertura e mudança da absorção da cobertura e paredes externas. Neste caso não foram analisadas as questões referentes a substituição das paredes externas por paredes de 15 centímetros devido ao fato de se tornar inviável, não só financeiramente, mas por questão de logística do tempo e retrabalho nas reformas, pois estas deveriam acontecer aliando o período de atendimento da unidade e finais de semana, sendo que os serviços que seriam necessários para esta adaptação demandaria tempo considerável de obra, uma vez que envolve a quebra de paredes, remoção das aberturas, em seguida a execução novamente das alvenarias e todas as vergas e contravergas, recolocação das aberturas, chapisco, reboco, massa corrida e a pintura interna e externa. A Figura 19 apresenta os dados referente aos elementos a serem realizados no caso de reforma.

Em relação a adaptação dos elementos, a Figura 19 aponta que para a realização da pintura da telha de fibrocimento na cor branca e a repintura das paredes externas que eram azuis na cor branca, a tinta recomendada é a acrílica, sendo assim, foi utilizado o valor presente em contrato, sendo apenas acrescentadas na quantidade total as áreas referentes às estas pinturas. Como os itens selador e pintura, são os únicos elementos a serem utilizados que já constavam em contrato, estes são os únicos que apresentam um valor diferente entre a coluna “Preço Total” e “Diferença”, sendo o primeiro referente ao valor total a ser gasto com este item no orçamento e o segundo a diferença entre este novo valor total a ser gasto em relação ao que já havia em contrato, ou seja, o valor a ser acrescentado. Por já estarem presentes em contrato, estes elementos fazem parte do aditivo quantitativo, sendo obrigatoriamente o valor referente ao item igual ao presente em contrato. Assim, o valor final a ser aditivado para a pintura da cobertura e das paredes que eram azuis correspondem a R\$ 16.305,72 e R\$ 9.817,22 respectivamente. Os itens e valores de contrato são apresentados no Anexo 12.

Quando verificado os custos para a troca da cobertura de fibrocimento e implementação da cobertura termoacústica e em seguida a pintura da mesma na cor branca, como são elementos que não estavam presentes no contrato inicial, para estes foram encontrados os elementos correspondentes na SINAPI e acrescentado na mão de obra e no material o valor do BDI da construção. Assim como nas partes

referente a retirada e carregamento da telha existente. O valor correspondente a esta parte da substituição é de R\$ 133.423,67 e esses itens entram no aditivo qualitativo.

Os valores das alterações estão apresentados na Tabela 27, lembrando que essas alterações podem ocorrer tanto nas obras que já estão finalizadas quanto nas que ainda não foram entregues à SES mas esses elementos já foram construídos, sendo considerados assim, aditivos. Na tabela em questão, é apontado que o valor total dessas atualizações é R\$ 143.240,89, quando optada pela realização da telha termoacústica branca e a pintura das paredes externas de branco, correspondendo assim à 11,52% do valor total de contrato inicial da obra. Porém, quando ocorre apenas a pintura da telha de fibrocimento de branco e a alteração da cor das paredes para branca o gasto total é de R\$ 26.122,94, sendo assim 2,10% do valor da obra e a classificação obtida neste caso também é A. Visando que no máximo é aceito, no total, até 25% de acréscimo no valor final da obra, a opção de troca da cobertura acarretaria em um gasto elevado no final, restando apenas pouco mais da metade do valor permitido para qualquer imprevisto.

Tabela 27 - Valores para reforma

Aditivo	Valor com telha termoacústica	Valor sem telha termoacústica
Aditivo Quantitativo	R\$ 9.817,22	R\$ 26.122,94
Aditivo Qualitativo	R\$ 133.423,67	R\$ -
Total Aditivo	R\$ 143.240,89	R\$ 26.122,94
Valor Total da Obra	R\$ 1.242.966,27	R\$ 1.242.966,27
Porcentagem do Aditivo	11,52%	2,10%

Fonte: Autora (2019)

Quanto a realização das alterações ainda em fase de projeto, ou quando nenhum dos itens referente à elas foram executados, os valores obtidos são diferentes, uma vez que não são necessários os serviços referentes a retirada de material já implantado e também o fato de que nestes casos, foi considerada a troca do material da parede externa, conforme apresentado na Figura 20.

Por ela é possível verificar que em relação a pintura da telha de fibrocimento e das paredes externas para a cor branca, os serviços envolvidos são os mesmos do caso da reforma, uma vez que são itens presentes em contrato, havendo a execução do mesmo, sendo apenas acrescentada a quantidade referente a realização desses

itens, sendo o valor final da diferença existente entre o acréscimo desses serviços em relação ao contrato de R\$ 16.305,72 e R\$ 9.817,22 respectivamente.

Já quanto a alteração do material das paredes externas para uma parede mais leve, envolve a supressão do item presente em contrato e a inserção do item da alvenaria correspondente. O preço total a ser implementado, quando em formato de aditivo, não leva em consideração o valor a ser suprimido. O valor deste novo serviço é de R\$ 52.390,77 e a diferença corresponde ao mesmo valor uma vez que se trata de um item novo, que não constava nenhuma quantidade nem valor no contrato inicial. O valor a ser suprimido de R\$ 45.584,34, corresponde à alvenaria anteriormente considerada para a realização da obra.

Em relação a utilização de telha termoacústica na cor branca, houve a supressão do item referente a telha de fibrocimento do contrato e a inclusão dos itens quanto a telha termoacústica, assim como sua pintura para a cor branca. Resultando no valor final de R\$ 127.512,49 e a supressão de contrato no valor de R\$ 18.753,10.

Figura 20 - Custo das alterações antes da execução

Item	código SINAPI	Descrição	Unidade	Qtde. contrato	Qtde. a ser executada	Diferença	Mão de Obra	Material	Total unitário	Mão de Obra	Material	Preço Total	Diferença
6 Revestimentos													
6.4.1		Selador acrílico, 2 demãos	m²	3112,64	3684,59	571,95	9,64	4,20	13,84	35537,87	15475,28	R\$ 51.013,15	R\$ 7.918,65
6.4.2		Pintura tinta acrílica 2 demãos	m²	3112,64	3684,59	571,95	10,26	4,40	14,66	37803,89	16226,93	R\$ 54.030,82	R\$ 8.387,07
Pintura da cobertura fibrocimento													
6.4.1		Selador acrílico, 2 demãos	m²	3112,64	3457,00	344,36	9,64	4,20	13,84	3321,30	1446,29	R\$ 47.862,09	R\$ 4.767,59
6.4.2		Pintura tinta acrílica 2 demãos	m²	3112,64	3457,00	344,36	10,26	4,40	14,66	3533,08	1516,54	R\$ 50.693,37	R\$ 5.049,62
Total do item = R\$ 105.043,97 R\$ 16.305,72													
6 Revestimentos													
6.4.1		Selador acrílico, 2 demãos	m²	3112,64	3457,00	344,36	9,64	4,20	13,84	3321,30	1446,29	R\$ 98.555,47	R\$ 9.817,22
6.4.2		Pintura tinta acrílica 2 demãos	m²	3112,64	3457,00	344,36	10,26	4,40	14,66	3533,08	1516,54	R\$ 98.555,47	R\$ 9.817,22
Total do item = R\$ 98.555,47 R\$ 9.817,22													
Pintura paredes externas - branco													
87499		Alvenaria de vedação, 9x14x19, esp. 9 cm	m³	0,00	515,66	515,66	69,14	32,46	101,60	35654,74	16736,03	R\$ 52.390,77	R\$ 52.390,77
supressão		Alvenaria de vedação, esp. 19cm em osso, com lipão 8 furos 9x19x19cm, traço 1,2,8	m³	515,66	0,00	515,66	62,68	25,72	88,40	32321,57	13262,78	-R\$ 45.584,34	-R\$ 45.584,34
Total do item = R\$ 52.390,77 R\$ 52.390,77													
Parede externa 15 cm													
4		Painéis, Paredes e Esquadrias										R\$ 52.390,77	R\$ 6.806,42
94216		Telha metálica termoacústica, com espuma de poliuretano, incluso içamento	m²	0,00	571,95	571,95	2,81	195,18	197,99	1609,13	111631,41	R\$ 113.240,54	R\$ 94.487,44
supressão		Cobertura em telhas de fibrocimento ondulado esp. 6mm e cumseira	m²	571,95	0,00	571,95	9,62	23,16	32,79	5504,05	13249,05	-R\$ 18.753,10	-R\$ 18.753,10
6		Revestimentos										R\$ 14.271,95	R\$ 14.271,95
75889		Pintura para telhas, tinta esmalte automotiva	m²	0,00	571,95	571,95	13,24	11,71	24,95	7574,50	6697,45	R\$ 14.271,95	R\$ 14.271,95
Total do item = R\$ 127.512,49 R\$ 108.755,39													
Cobertura telha termoacústica branca													

Fonte: Autora (2019)

Sendo assim, no caso de modificação na edificação quando nenhum dos itens correspondentes a esses elementos presentes no contrato inicial foram executados, essas alterações entram como aditivos, conforme a Tabela 28. Nesta é possível verificar que o valor do aditivo quantitativo aumenta um pouco conforme a troca ou não do material da cobertura, uma vez que esse valor corresponde apenas à pintura da telha de fibrocimento, quando a mesma pertence ao caso. E a diferença entre o qualitativo dos casos é unicamente referente a utilização do novo material e a sua pintura na cor branca. Sendo portanto, caso optado pela troca do material da cobertura, o valor do aditivo é de R\$ 189.720,47, correspondendo a 15,26% do valor total inicial da obra. E desconsiderando esses itens o valor do aditivo ficaria em R\$ 78.513,71, apenas 6,32% dos 25% permitidos para este tipo de obra.

Tabela 28 - Aditivo para itens não executados

Aditivo	Valor com telha termoacústica	Valor sem telha termoacústica
Aditivo Quantitativo	R\$ 9.817,22	R\$ 26.122,94
Aditivo Qualitativo	R\$ 179.903,25	R\$ 52.390,77
Total Aditivo	R\$ 189.720,47	R\$ 78.513,71
Valor Total da Obra	R\$ 1.242.966,27	R\$ 1.242.966,27
Porcentagem do Aditivo	15,26%	6,32%

Fonte: Autora (2019)

Além disto, nestes casos existem valores a serem suprimidos do valor de contrato, uma vez que alguns itens presentes em contrato não seriam implementados devido a realização das alterações desses materiais, sendo assim, para o caso em que há a utilização da telha termoacústica suprimido o valor de R\$ 64.337,44 referente a telha de fibrocimento e a alvenaria inicialmente utilizada. E no caso de manter a telha de fibrocimento, este valor a ser suprimido seria apenas referente ao item da alvenaria existente no contrato inicial, no valor de R\$ 45.584,34.

Já para a realização dessas alterações no caso de novas obras a serem realizadas, o preço envolvendo esses itens seguindo o projeto padrão é de R\$ 241.813,94, sendo que caso seja utilizado a telha termoacústica e parede externa leve, ambas com baixa absorção, o preço do mesmo seria de R\$ 367.196,97. Já no caso de utilizar essas modificações referente a parede externa porém mantendo a telha de fibrocimento do contrato inicial e apenas alterando sua absorção, o valor final em contrato seria de R\$ 274.743,30. Logo, assim como no caso da reforma é

perceptível a mudança acarretada apenas pela troca do material da cobertura. Esses dados são apresentados na Tabela 29.

Tabela 29 - Preço final de contrato - itens modificados

Uso de telha termoacústica		
Item	Com	Sem
Preço de contrato	R\$ 241.813,94	R\$ 241.813,94
Preço a ser realizado	R\$ 367.196,97	R\$ 274.743,30
Diferença entre contratos	R\$ 125.383,03	R\$ 32.929,36

Fonte: Autora (2019)

Sendo assim, tanto no caso da reforma como no caso de alteração ainda na fase de projeto a troca do material da cobertura acrescentou um valor significativo na construção, principalmente no caso em que essas alterações aconteceriam por meio de aditivos, uma vez que existe um valor máximo que pode ser acrescentado na obra, a troca deste material consumiria grande parte dessa porcentagem, não restando uma margem segura para a realização de outras adaptações e imprevistos que possam ocorrer no decorrer de sua execução.

Por mais que diversos casos que apresentam o uso da telha de fibrocimento na cor branca apresentam classificação A, todos os casos que obtiveram D e a maioria dos que obtiveram C tem presente a telha de fibrocimento, mesmo esta estando aliada a utilização na sua cor natural, ou seja, cinza. Como a pintura da cobertura é um item que independente de qual material da cobertura será utilizado, este seria na cor branca e os itens referentes a parede externa foram definidos como parede leve e também com baixa absorção, os três melhores casos apresentados tanto pelo método prescritivo quanto pela simulação, são casos compostos por telha termoacústica. Além disso, o fato de que os casos com a presença da telha termoacústica em sua grande maioria resultaram a classificação A ou B, a utilização desta abre uma margem de segurança em relação ao controle de uma boa classificação, não dependendo tanto de manutenções a serem realizadas com a finalidade de manter baixa a absorção da mesma.

Portanto, para os casos de implementação das alterações antes da realização dos itens em obra, levando em consideração que o valor inicial do contrato é de R\$ 1.242.966,27 os resultados em si mostraram que por mais que há a diferença de

valores na implementação da troca do material da cobertura, em relação ao preço final inicial da obra, não é um valor tão expressivo que justificaria a sua não utilização. Isso devido ao fato de que neste caso, valores seriam suprimidos dos itens considerados que não seriam mais utilizados em obra. Sendo assim, aliando a análise de sensibilidade e os resultados obtidos pelas metodologias aplicadas com a análise de custo, foi optado pela edificação do projeto padrão utilizado, alterando o material da cobertura para telha termoacústica branca e o material da parede externa, sendo esta com espessura final de 15 centímetros e todas na cor branca, não sendo mais utilizado a cor azul em algumas delas.

5 CONCLUSÃO

O objetivo geral deste trabalho foi a partir das análises do projeto padrão das UBS executadas na cidade de Joinville, propor alterações que melhorem suas classificações de etiquetagem e eficiência energética. Estas análises foram realizadas quanto a envoltória da edificação pelo método prescritivo do RTQ-C e pelo método simplificado e simulação da INI-C.

A classificação da edificação do caso base, nas orientações pré-estabelecidas é C, perante ao método simplificado tanto pelo RTQ-C, quanto à INI-C. Porém vale ressaltar que na avaliação pelo RTQ-C o índice de consumo obtido apresentava nível A para a edificação, porém somente quando analisados os pré requisitos para o caso, esta foi alterada para C. Já pelo método de simulação, em todas as orientações, o caso base obteve classificação D.

Com o auxílio de diversos estudos e normas, as quais foram apontadas na revisão bibliográfica houve um discernimento de quais parâmetros físicos desempenhariam alterações que gerariam melhorias no projeto. Dentre as possibilidades foi escolhido realizar modificações quanto às propriedades termofísicas dos materiais da cobertura e parede, assim como alterações de suas absorções. Também verificou-se quanto às mudanças das orientações da fachada da edificação, uma vez que um dos objetivos do trabalho seria propor alterações visando obter a classificação A em eficiência energética nas quatro orientações pré-estabelecidas.

Foram realizadas simulações para cada caso das combinações dos parâmetros modificados e a partir destas foi verificado que os casos foram classificados entre A e D, sendo a maioria composta pela classificação B, e que dos 96 casos, 16 obtiveram o nível A. A partir desses resultados foi verificado através da análise de sensibilidade global qual significância e o quanto influente cada variável foi nas cargas térmicas obtidas. Nesta ficou demonstrado que de todas as variáveis, as referentes ao material e à absorção da cobertura são as que mais influenciam de grande forma nos resultados, por outro lado, a que menos interfere nos valores obtidos é a orientação. Ficou claro também que no caso da orientação sul e no caso das paredes com maior atraso térmico, apesar de serem significantes, essas favorecem o aumento da carga térmica final da edificação, o que não é desejado para os casos.

Quanto a cor da cobertura pela análise de sensibilidade global ficou evidente que é o parâmetro que mais variou quanto a carga térmica obtida, uma vez que quando pintada de branco há uma melhora no desempenho térmico da edificação, além de que todos os casos que obtiveram a classificação máxima de A na simulação eram compostos por cobertura branca, assim como todos que obtiveram C e D eram compostos pela cor cinza. Devido este parâmetro ser o de maior influência na melhora dos resultados e ter apresentado grande destaque em relação aos demais, é de suma importância a realização de manutenções, garantindo assim sua coloração e benefícios.

O uso de telha termoacústica foi o segundo fator mais influente no resultado final, seguido de seu uso com baixa absorção, estando esses fatores presentes nos três primeiros casos com as menores cargas térmicas adquiridas. Porém dentre todos os casos com classificação A há a presença recorrente de casos com o uso da telha de fibrocimento na cor branca, este fato pode ser justificado por a edificação apresentar alta carga térmica interna devido ao fluxo de pessoas durante a ocupação e uso de equipamentos. A telha termoacústica mesmo pintada de branco, refletindo mais calor do que a cinza, durante a noite quando a edificação poderia esfriar a cobertura acaba barrando a saída de calor por causa do isolante presente nela. Já a fibrocimento não apresenta tanta resistência. Esta dificuldade de esfriar durante a noite também é intensificada devido ao fato de que a edificação permanece com todas as suas aberturas fechadas durante toda a noite, para evitar vandalismo e roubos.

Quanto às paredes externas, a pintura de todas na cor branca demonstrou ser um fator significativo, seguido do uso de paredes mais finas externamente. Apesar do fato de que o uso de paredes duplas externamente influenciam mais no resultado, são as de 15 centímetros simples que trazem a melhora da carga térmica.

A orientação é uma variável que não interferiu de forma considerável nos resultados, portanto, embora sendo um objetivo do trabalho a proposta de alterações para a implantação de projetos conforme a orientação, foi verificado que não há essa necessidade, podendo ser mantido um único projeto padrão, otimizando assim a padronização dos projetos a serem seguidos pela prefeitura, facilitando quanto às licitações e suas etapas desenvolvidas, sem prejudicar a qualidade do conforto térmico dos ambientes.

A análise de custo apontou que, no caso de reformas em obras existentes ou nas em execução, porém quando os itens propostos de mudanças já foram realizados conforme orçamento padrão, não é interessante a mudança do material da cobertura,

uma vez que este consumiria grande parte da porcentagem permitida em aditivos. Porém quando se trata de obras em fase de projeto, a alteração de todos os itens não implicaria em um acréscimo significativo no valor final da obra, uma vez que itens do contrato inicial não estariam mais presentes. Portanto aliando a análise de custo com os resultados obtidos pela análise de sensibilidade global e os resultados apontados pelas metodologias aplicadas, foi optada pela implementação da troca do material da cobertura, assim como a alteração do material das paredes externas para mais leve, sendo em ambos os casos esses materiais com a opção de baixa absorção.

A partir do trabalho apresentado, concluiu-se que o objetivo geral deste estudo foi alcançado. O caso base foi comparado perante as três metodologias propostas. A edificação foi simulada de acordo com a combinação dos parâmetros construtivos apontados como estratégias e a análise de sensibilidade global determinou a significância das variáveis estabelecidas. Foram analisados, a partir das cargas térmicas obtidas, os melhores e piores casos, verificando assim os parâmetros em comum entre eles, com a finalidade de determinar quais parâmetros deveriam ser adotados no projeto padrão. Em seguida foi realizada a análise de custo dessas modificações, analisando o impacto que teria no orçamento final da construção, ficando as estratégias adotadas determinadas a partir desta análise aliada aos resultados obtidos pela análise de sensibilidade. Por fim, foi verificado que a orientação não interfere de forma significativa nos resultados, mantendo assim um único projeto padrão. E neste foi alcançada a classificação A de eficiência energética pela INI-C tanto pelo método simplificado, quanto pela simulação. Sendo estas melhorias satisfatórias uma vez que inicialmente as notas obtidas por eles eram C e D respectivamente.

5.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Algumas sugestões para trabalhos futuros que poderiam complementar o trabalho apresentado são:

- Elaboração de sistemas de segurança que permitam o uso da ventilação natural na edificação durante o dia e/ou durante o período noturno;
- Verificação da classificação pela etiquetagem brasileira para o caso de ventilação natural ou híbrida;

- Analisar a eficiência da edificação como um todo, levando em consideração todos os sistemas em conjunto;
- Utilização de outros métodos de análise de sensibilidade e comparar os resultados com o aplicado na presente dissertação;
- Verificação do índice de incerteza dos resultados da simulação;
- Verificação da viabilidade econômica perante VPL, TIR e Payback;
- Extender este estudo às outras edificações da área de saúde pública e privada, como hospitais, proporcionando assim maior conforto do ambiente a ser utilizado para um número maior de pacientes com necessidade de cuidados com a saúde e bem estar.

REFERÊNCIAS

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220: Desempenho Térmico de Edificações.** Rio de Janeiro, 2005.

_____. **NBR 15575: Edificações habitacionais de até 5 pavimentos: desempenho.** Rio de Janeiro, 2013.

ALMEIDA, L. S. S. **Influência de parâmetros físicos e geométricos no desempenho termoenergético de habitações unifamiliares.** 2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

ANDROUTSOPoulos, A.V.; STAVRAKAKIS, G. M.; DAMASIOtis, M. Cool Roof Impacts on a School-Building Thermal and Energy Performance in Athens, Greece. **Procedia Environmental Sciences.** Elsevier. 2017. p. 178-186.

ANNUNZIATA, Eleonora; RIZZI, Francesco; FREY, Marco. Enhancing energy efficiency in public buildings: The role of local energy audit programmes. **Energy Policy**, v. 69, p. 364-373. 2014.

BAVARESCO, Mateus Vinícius; MAZZAFERRO, Leonardo; MELO, Ana Paula; LAMBERTS, Roberto, (2017). **Classificação de climas brasileiros empregada na atualização dos Regulamentos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações.** Centro Brasileiro de Eficiencia Energética em Edificações. Florianópolis. 2017.

BRASIL. Lei 8.666, de 21 de junho de 1993. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 22 jun. 1993. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 14 out. 2019.

BRASIL Ministério do Desenvolvimento, Indústrias e Comércio Exterior – MDIC. Instituto Nacional de Metodologia, Qualidade e Tecnologia – INMETRO. Portaria n. 372, de 17 de Setembro de 2010. **Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C).** Rio de Janeiro, 2010.

BRASIL. Tribunal de Contas da União. Orientações para elaboração de planilhas orçamentárias de obras públicas. Tribunal de Contas da União, Coordenação-Geral de Controle Externo da Área de Infraestrutura e da Região Sudeste. – Brasília: TCU, 2014.

BUENO, C. **Avaliação de desempenho ambiental de edificações habitacionais: Análise comparativa dos sistemas de certificação no contexto brasileiro.** 2010. 123 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Escola de Engenharia de São Carlos, 2010.

BUTZKE, Pethros Winnenz Rudolph. **Análise da eficiência energética de um hospital em Rio do Sul através do regulamento brasileiro de etiquetagem.** Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018.

Caixa Econômica Federal (CEF). Manual de metodologias e conceitos – SINAPI; Versão 004 – Vigência 06/2014. www.caixa.gov.br

CARLO, Joyce Correna. **Desenvolvimento de metodologia de avaliação de eficiência energética do envoltório de edificações não-residenciais.** 2008. 215 pg. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

CARLO, J.; LAMBERTS, R. entlabels for commercial buildings: Effect of different variables on electricity consumption. **Energy and Buildings**, v. 40, p. 2002 – 2008, 2008.

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

CARVALHO, M. T. M.; SPOSTO, R. M.. Metodologia para avaliação da sustentabilidade de habitações de interesse social com foco no projeto. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 12, n. 1, p. 207-225, jan./mar. 2012.

CASALLAS, Jaime Dwaigth Pinzón. PIEDRAHÍTA, Francisco Santamaría. RUIZ, Alejandra Corredor. Uso racional y eficiente de la energía en edificios públicos en Colombia. **Revista Científica**. Bogotá, v. 2; n. 19; p.93-103, 2014.

CASALS, Xavier Garcia. Analysis of building energy regulation and certification in Europe: Their role, limitations and differences. **Energy and Buildings**. Madrid, v. 38, p. 381–392, 2016.

CENTRO BRASILEIRO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES. **Proposta de método para a avaliação da eficiência energética com base em energia primária de edificações comerciais, de serviços e públicas - versão 03.** Florianópolis: CB3E, 2017.

CLARKE, J. A. **Energy simulation in building design.** Oxford: Butterworth Heinemann, 2002. 362p.

CLIMATE ONE BUILDING. **Repository of free climate data for building performance simulation.** [S.I.] 2018. Disponível em: <<http://climate.onebuilding.org/>>. Acesso em: 14 fev. 2019.

COELHO, T. da C. C.; GOMES, C. E. M.; DORNELLES, K. A. Desempenho térmico e absorção solar de telhas de fibrocimento sem amianto submetidas a diferentes processos de envelhecimento natural. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 17, n. 1, p. 147-161, 2017.

CORBELLA, O.; YANNAS, S. Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos: conforto ambiental. Rio de Janeiro: Revan, 2003.

CORGNATI, S. P.; FABRIZIO, E.; FILIPPI, M.; MONETTI, V. Reference buildings for cost optimal analysis: method of definition and application. **Applied Energy**, v.102, p. 983-993, (2013).

CRAWLEY, Drury B.; HAND, Jon W.; KUMMERT, Michael; GRIFFITH, Brent T. Contrasting the capabilities of building energy performance simulation programs. **Building and Environment**, v- 43, p-661 673, 2008.

DALBEM, R.; CUNHA, E. G.; VICENTE, R.; OLIVEIRA, R.; FIGUEIREDO, A. J.; SILVA, A. C. S. B. Análise de sensibilidade para elevar o nível de eficiência energética de uma habitação de interesse social na zona bioclimática 1. In: X Encontro Latino-Americanano de Conforto no Ambiente Construído (ELACAC). **Anais ...** Balneário Camboriú: ENCAC, 2017.

DASCALAKI, Elena G.; DROUTSA, Kalliopi G.; BALARAS, Constantinos A.; KONTOYIANNIDIS, Simon, (2011). Building typologies as a tool for assessing the energy performance of residential buildings - a case study for the Hellenic building stock. **Energy and Buildings**, Penteli, v. 43, p. 3400 – 3409, 2011.

DESTRO, C. M. G. **Análise do desempenho térmico das Unidades Básicas de Saúde do município de São Bento do Sul – Aplicação da nova proposta brasileira de etiquetagem para a envoltória.** 2019. 174 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Santa Catarina, 2019.

FELISBERTO, A. D. **Contribuições para elaboração de orçamento de referência de obra pública observando a nova árvore de fatores do SINAPI com BIM 5D - LOD 300.** 2017. 231 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, 2017.

FERNANDES, L. O. **A influência do sombreamento do entorno na etiqueta de eficiência energética de edifício comercial.** 2012. 149 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Estadual de Campinas, 2012.

FERREIRA, C. C., SOUZA, H. A. de, ASSIS, E. S. de. Discussão dos limites das propriedades térmicas dos fechamentos opacos segundo as normas de desempenho térmico brasileiras. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 17, n. 1, p. 183- 200, jan./mar. 2017.

FOSSATI, M.; LAMBERTS, R. Eficiência energética da envoltória de edifícios de escritórios de Florianópolis: discussões sobre a aplicação do método prescritivo do RTQ-C. **Ambiente Construído**. Porto Alegre, v. 10, n. 2, p. 59-69.

FOSSATI, M.; SCALCO, V. A.; LINCKZUK, V. C. C.; LAMBERTS, R. Building energy efficiency: An overview of the Brazilian residential labeling scheme. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 65, p. 1216-1231. 2016.

FROTA, A. B. Manual de conforto térmico: arquitetura, urbanismo. 8 ed. São Paulo: Studio Nobel, 2003.

GAITANI, N.; LEHMANN, C.; MIHALAKAKOU, G.; PATARGIAS, P. Using principal component and cluster analysis in the heating evaluation of the school building sector. **Applied Energy**, v. 87, p. 2079-2086. 2010

GOMES, A. P. **Método de Avaliação de Desempenho Térmico de Edifícios Comerciais e Residenciais em Light Steel Framing**. 2012. 166 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) Universidade Federal de Ouro Preto. 2012.

GONÇALVES, Isabel Piúma; TREICHEL, Suzana; CUNHA, Eduardo Grala. Contribuição para o processo de retrofit de edifício de escritórios: eficiência de sistema de proteção solar. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2016.

GOULART, S. V. G. **Thermal inertia and natural ventilation – optimisation of thermal storage as a cooling technique for residential buildings in Southern Brazil**. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Energia) – Architectural Association School of Architecture, Londres, 2004.

GRIEGO, Danielle; KRARTI, Moncef; HERNÁNDEZ-GUERRERO, Abel. Optimization of energy efficiency and thermal comfort measures for residential buildings in Salamanca, Mexico. **Energy and Buildings**, v. 54, p.540-549, 2012.

GRUNBERG, Paula Regina Mendes. **Avaliação das estratégias bioclimáticas de projeto para clima quente e úmido através de simulação: Estudo de caso de edificação unifamiliar em Joinville-SC**. 2014. 184 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Construção Civil). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

INMETRO. INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL. Portaria nº 50, 2013.

KAVGIC, M.; MAVROGIANNI, A.; MUMOVIC, D.; SUMMERFIELD, A.; STEVANOVIC, Z.; DJUROVIC-PRETOVIC, M. A review of bottom-up building stock models for energy consumption in the residential sector. **Building and Environment**, London, v. 45, p. 1683 -1697, 2010.

LAMBERTS, Roberto; GHISI, Enedir; ABREU, Ana Lígia Papst; CARLO, Joyce C.; BATISTA, Juliana Oliveira; MARINOSKI, Deivis Luis. **Desempenho térmico de edificações**. Florianópolis, SC: UFSC, 2007. 183p. Apostila de aula.

LAMBERTS, Roberto. Electricity efficiency in commercial and public buildings. **Energy for Sustainable Development**, v. 2, nº 6, 1996.

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando O. R. **Eficiência energética na arquitetura**. 3. ed. São Paulo: Eletrobras/Procel. 2014. 366 pg.

LARA, Rigoberto Arambula; PERNIGOTTO, Giovanni; CAPPELLETTI, Francesca; ROMAGNONI, Piercarlo; GASPERELLA, Andrea. Energy audit of schools by means of cluster analysis. **Energy and Buildings**, v. 95, p.160–171, 2015.

Lei n.o 12.462, de 4 de agosto de 2011 (e alterações posteriores). Institui o Regime Diferenciado de Contratações Públicas.

LIMMER, C. V. **Planejamento, Orçamentação e Controle de Projetos e Obras.** Rio de Janeiro. LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora S.A. 2008.

LIU , Guopeng; LIU, Mingsheng. A rapid calibration procedure and case study for simplified simulation models of commonly used HVAC systems. **Building and Environment**, v.46, p.409-420, 2011.

MARCHIORI, F. F. **Desenvolvimento de Um Método Para Elaboração de Redes de Composições de Custo Para Orçamentação de Obras de Edificações.** 2009. 237 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

MATOS, M. **Simulação computacional do desempenho térmico de residências em Florianópolis utilizando a ventilação natural.** 2007. 106 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

MATTOS, A. D. Como preparar orçamentos de obras: dicas para orçamentistas. São Paulo: Editora Pini, 2006

MELO, A. P. **Análise da influência da transmitância térmica no consumo de energia de edificações comerciais.** 2007. 93 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

MELO, A. P. **Desenvolvimento de um método para estimar o consumo de energia de edificações comerciais através da aplicação de redes neurais.** Tese Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012. 189 pg.

MELO, M. K. C. **Discussões sobre impactos em produtividade e consumo de materiais a partir do processo de aferição do SINAPI.** 2016. 187 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental), Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

MENKES, Mônica. **Eficiência Energética, Políticas Públicas e Sustentabilidade.** Tese (Doutorado em Desenvolvimento Sustentável) Centro de Desenvolvimento Sustentável) - Universidade de Brasília, Brasília, 2004. 277 pg.

MME - Ministério de Minas e Energia. **Textos sobre o Plano de Trabalho de implementação da Lei de Eficiência Energética.** 2009.
Disponível em: < <http://mme.gov.br> >. Acesso em: 19 ago 2017.

NOGUEIRA, Luiz Augusto Horta; CAPAZ, Rafael Silva. Sustentabilidade e Engenharia. In: CAPAZ, Rafael Silva; NOGUEIRA, Luiz Augusto Horta (Org.). **Ciências Ambientais para Engenharia.** Rio de Janeiro: Elsevier. 2015. p. 1-13.

NOGUEIRA, Luiz Augusto Horta; CARDOSO, Rafael Balbino. Eficiência Energética. In: CAPAZ, Rafael Silva; NOGUEIRA, Luiz Augusto Horta (Org.). **Ciências Ambientais para Engenharia**. Rio de Janeiro: Elsevier. 2015. p. 309-328.

OLIVEIRA, Fabiano Antonio. **Estudo do aporte sedimentar em suspensão na baía da Babitonga sob a ótica da geomorfologia**. Tese Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006. 286 pg.

ORDENES, M; PEDRINI, A.; GHISI, E.; LAMBERTS, R. **Metodologia utilizada na elaboração da biblioteca de materiais e componentes construtivos brasileiros para simulações no VisualDOE-3.1**. Florianópolis: LabEEE, 2003.

PAULSE, P. C. **Análise do desempenho termoenergético de escolas públicas segundo aplicação do RTQ-C para a envoltória**. 2016. 129 f. Dissertação – Universidade Federal de Goiás, 2016.

PÉREZ-LOMBARD, L., ORTIZ, J., GONZÁLEZ, R., MAESTRE, I. R. A review of benchmarking, rating and labelling concepts within the framework of building energy certification schemes. **Energy and Buildings**, v.41, n.3, p 272-278, 2009.

PIANOSI, F.; BEVEN, K.; FREEER, J.; HALL, J. W.; ROUGIER, J.; STEPHENSON, D. B.; WAGENER, T. Sensitivity analysis of environmental models: A systematic reviewwith practical workflow. **Environmental Modelling & Software**, n 79, p.214-232, 2016.

ROCKENBACH, Suzete. **Arquitetura, automação e sustentabilidade**. 2004. 192 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

RORIZ, M. **Uma proposta de revisão do zoneamento bioclimático brasileiro**. ANTAC: São Carlos, 2012. 22 p.

RORIZ, M. **Classificação de climas do Brasil – Versão 3.0**. ANTAC – Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído – Grupo de trabalho sobre Conforto e Eficiência Energética de Edificações. São Carlos, SP: 2014.

ROSA, C. R.; BRANDALISE, M. P.; SILVA, A. C. S. B. Análise da eficiência energética de dois prédios pelo RTQ-C: comparação entre o métodoprescritivo e o método de simulação através do software design builder e da interface S3E. **ENCAC**, 2013.

SALTELLI, A. **Sensitivity analysis: Could better methods be used?** Journal of geophysical research, v. 104, n. D3, p. 3789-3793, 1999.

SALTELLI, A. et al. **Global Sensitivity Analysis: The Primer**. John Wiley and Sons, Ltd, 2008.

SALTELLI, A.; TARANTOLA, S.; CAMPOLONGO, F. **Sensitivity Analysis as an Ingredient of Modeling**. Statistical Science, v. 15, n. 4, p. 377-395, 2000.

SANTOS, Iara Gonçalves dos; SOUZA, Roberta Vieira Gonçalves de. Revisão de regulamentações em eficiência energética: uma atualização das últimas décadas.

Fórum Patrimônio – Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável, v. 1, n. 1, 2007.

SCHAEFER, A.; GHISI, E. Method for obtaining reference buildings. **Energy And Buildings**. Elsevier, v. 128, p.660-672, 2016.

SILVA, Arthur Santos. **Desenvolvimento de um método para avaliação do desempenho térmico e energético de edificações aplicando análise de incertezas e sensibilidade**. Tese (Doutorado). UFSC, Florianópolis, SC, 2016.

SILVA, A. S.; Ghisi, E. Análise comparativa dos resultados do desempenho térmico da envoltória de uma edificação residencial pelos métodos de simulação do RTQ-R e da NBR 15575-1. **Revista Ambiente Construído**, v.14, n.1, 2014.

SILVA, A. S.; Ghisi, E. Análise de sensibilidade global dos parâmetros termofísicos de uma edificação residencial de acordo com o método de simulação do RTQ-R. **Revista Ambiente Construído**, v.13, n.4, 2013.

SILVA, D. A. **Propostas de ações para melhoria do desempenho sustentável de edificações de ensino superior federal: estudo de caso na Universidade Federal Fluminense**. Dissertação. (Mestrado em Sistemas de Gestão) - Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2017. 169pg.

SILVA, Gilson Laurentino da. **Avaliação da eficiência energética em escolas públicas municipais e estaduais de Maceió – Alagoas**. Dissertação. (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2015. 127pg.

SILVA, Michel Klein Pinheiro da. **Análise econômica de medidas de eficiência energética em um prédio histórico de Florianópolis, de acordo com a nova etiquetagem comercial Procel Edifica**. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2019.

SILVA, V. G., SILVA, M. G., AGOPYAN, V. Avaliação de edifícios no Brasil: da avaliação ambiental para avaliação de sustentabilidade. **Revista Ambiente Construído**, v.3, n.3, p.7-18. 2003.

SILVA, A. S.; SORGATO, M. J.; MAZZAFERRO, L; MELO, A. P.; GHISI, E. Incerteza do método de simulação da NBR 15575-1 para a avaliação do desempenho térmico de habitações. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 14, n. 4, out./dez. 2014.

SILVA, Vanessa Gomes. **Avaliação da sustentabilidade de edifícios de escritórios brasileiros: diretrizes e base metodológica**. 2003. 210 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Construção Civil) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2003.

SOARES , Bruno Henriques. **Análise crítica de um modelo fenomenológico de vibrações induzidas por vórtices via análise de sensibilidade global**. 2017. 118 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2017.

TAVARES, Laura Resende. **Eficiência Energética em Edificações:** aplicação do RTQ-C - Requisitos Técnicos de Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos - na cidade de Uberlândia-MG. 2011. 192 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura), Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília, Brasília, 2011.

TCU. TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO. Acórdão nº 2622, de 25 de setembro de 2013. Legislativo: Plenário. Brasília, DF, 25 set. 2013. Regras sobre BDI. Brasília, DF.

TCU. TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO. Obras Públicas Recomendações Básicas para a Contratação e Fiscalização de Obras de Edificações Públicas. 4ª Ed., Brasília: TCU, 2014.

TIAN, Wei. A review of sensitivity analysis methods in building energy analysis. Renewable and Sustainable Energy Reviews 20 (2013) 411–419.

TISAKA, M. Orçamento na construção civil: consultoria, projeto e execução. São Paulo: Editora Pini, 2006.

TRIANA, Maria Andrea; LAMBERTS, Roberto; SASSI, Paola. Characterisation of representative building typologies for social housing projects in Brazil and its energy performance. **Energy Policy**, v. 87, p. 524-541, 2015.

U.S. DEPARTMENT OF ENERGY. **EnergyPlus Energy Simulation Software**, 2017. Disponível em: <<http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus/>>. Acesso em: 18 set 2017.

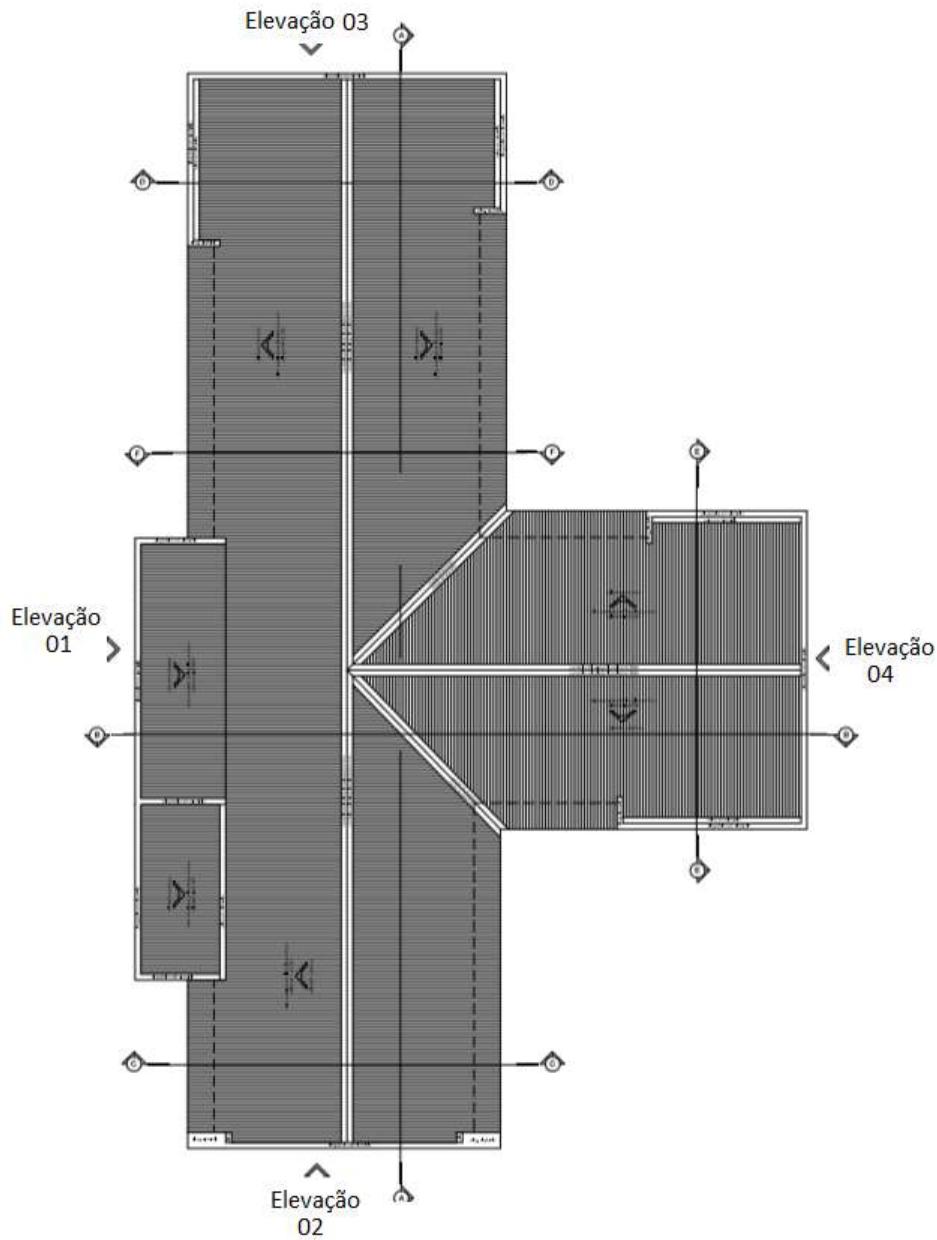
VAN DER KNAAP, A. N. **Building Performance Simulation to Support Building Energy Regulation: a case study for residential buildings in Brazil**. Dissertação (Mestrado), Department of the Built Environment, Technische Universiteit Eindhoven, Eindhoven, 2011.

VERSAGE, Rogério de Souza. **Metamodelo para estimar a carga térmica de edificações condicionadas artificialmente**. 2015. 191 pg. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

WONG, Ing Liang; KRUGER, Eduardo. Comparing energy efficiency labelling systems in the EU and Brazil: Implications, challenges, barriers and opportunities. **Energy Policy**, v. 109, p. 310-323, 2017.

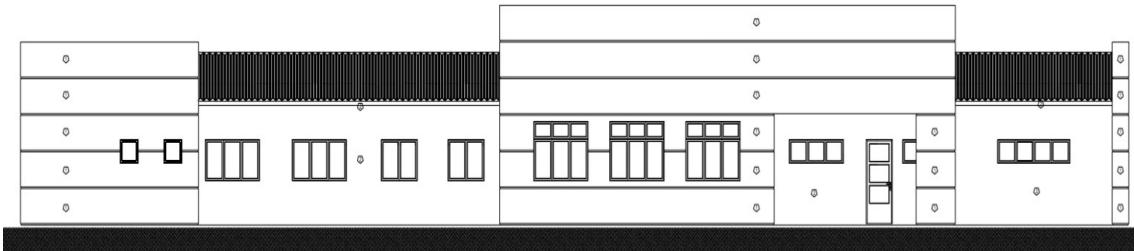
ANEXOS

Anexo 1 – Planta Cobertura



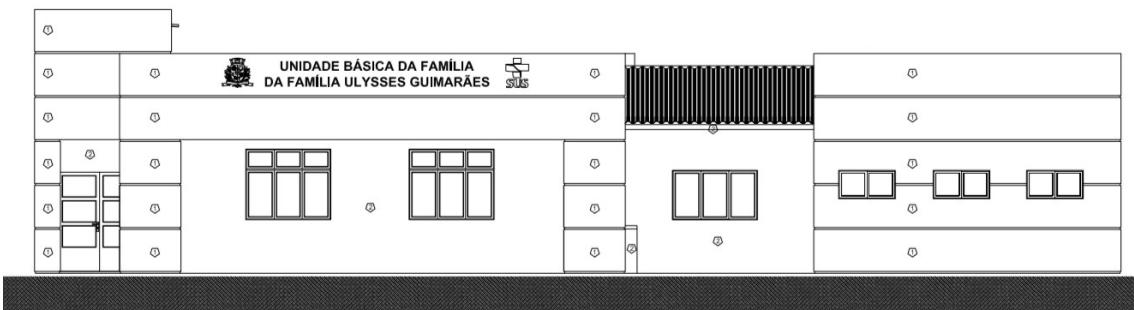
Fonte: SES – Adaptado pela Autora (2019)

Anexo 2 – Elevação 1



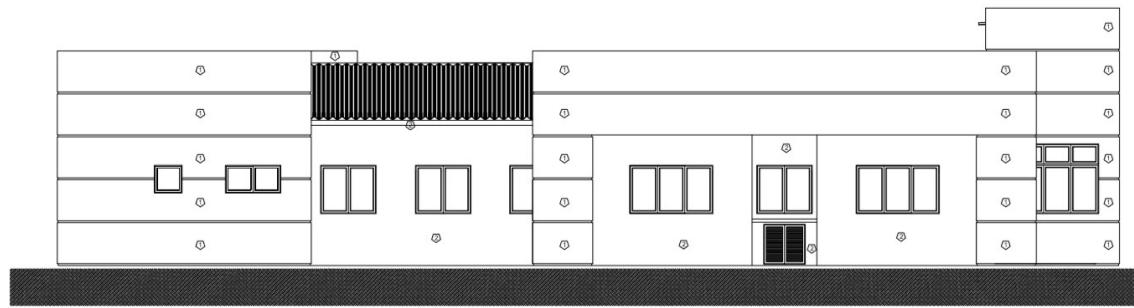
Fonte: SES – Adaptado pela Autora (2019)

Anexo 3 – Elevação 2



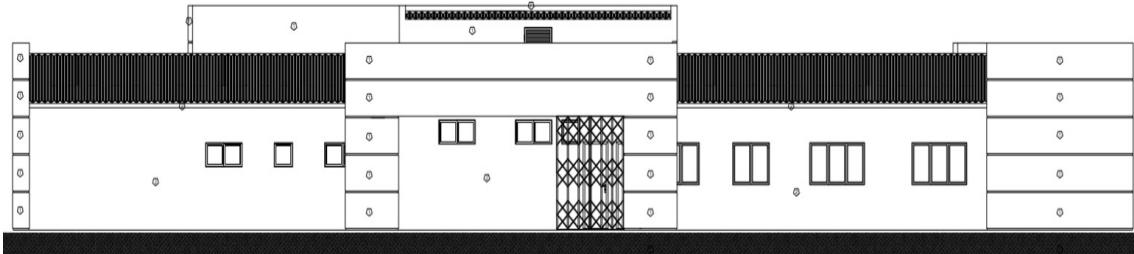
Fonte: SES – Adaptado pela Autora (2019)

Anexo 4 – Elevação 3

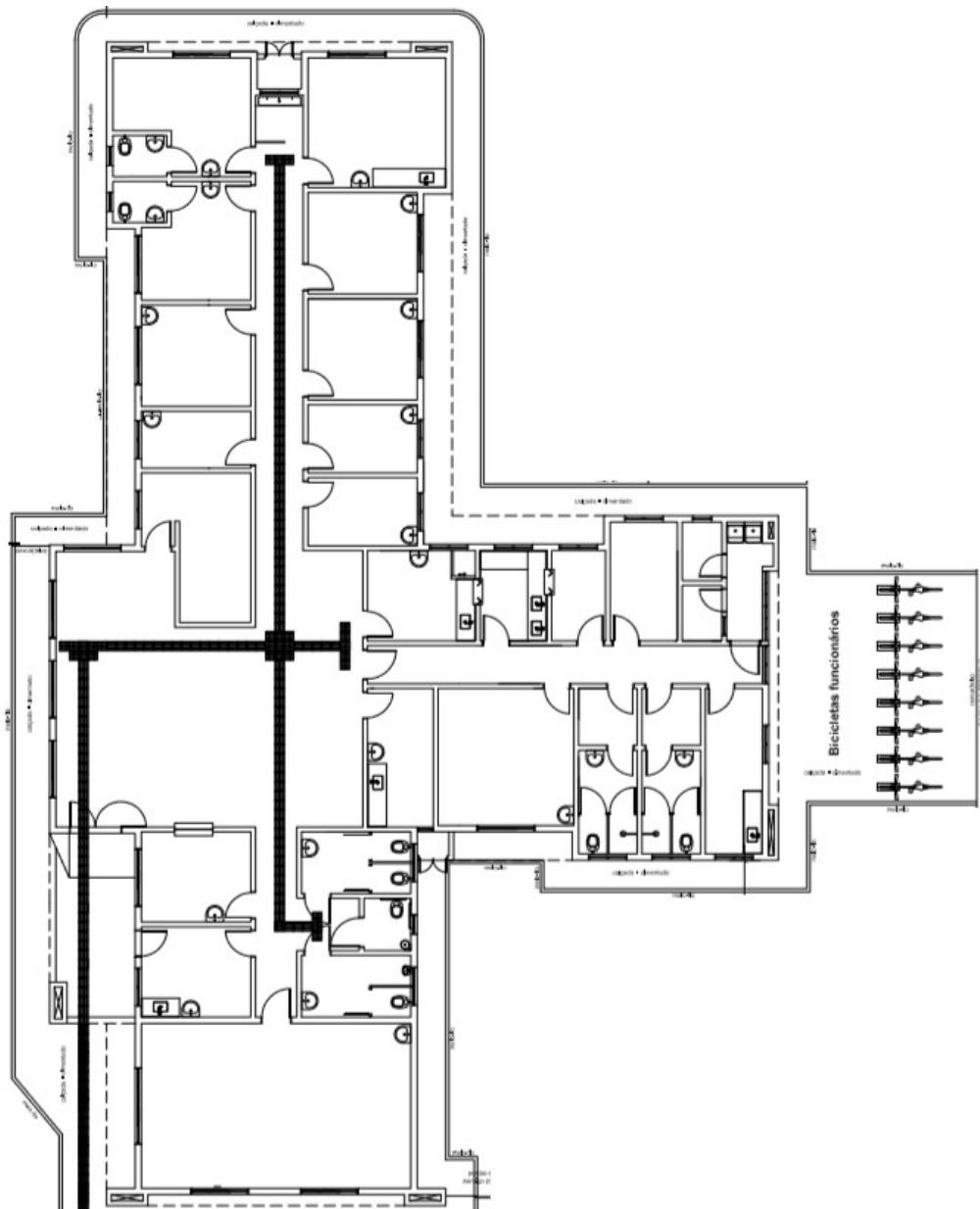


Fonte: SES – Adaptado pela Autora (2019)

Anexo 5 – Elevação 4



Fonte: SES – Adaptado pela Autora (2019)

Anexo 6 – Parte da Implantação

Fonte: SES – Adaptado pela Autora (2019)

Anexo 7 - Valores de referência para edificações hospitalares

Uso típico	Edificações hospitalares		
	Condição real	Condição de referência	
	Hospitais	Clínicas	
Geometria			
Forma	Condição real		
Orientação solar (°)	Condição real		
Pé-direito (piso a teto) (m)	Condição real		
Aberturas			
PAF - Percentual de abertura da fachada (%)	Condição real	27	
PAZ - Percentual de abertura zenital (%)	Condição real	0	
Componentes construtivos			
<i>Parede</i>	Condição real	Argamassa interna (2,5 cm), bloco cerâmico furado (9,0 cm), argamassa externa (2,5 cm)	
Upar - Transmitância da parede externa (W/m ² K)	Condição real	2,39	
α PAR - Absortânci da parede (adimensional)	Condição real	0,5	
CTpar - Capacidade térmica da parede (kJ/m ² K)	Condição real	150	
<i>Cobertura</i>	Condição real	Telha de fibrocimento, câmara de ar (>5 cm) e laje maciça de concreto (10 cm)	
Ucob - Transmitância da cobertura (W/m ² K)	Condição real	2,06	
α COB - Absortânci da cobertura (adimensional)	Condição real	0,8	
CTcob - Capacidade térmica da cobertura (kJ/m ² K)	Condição real	233	
<i>Vidro</i>	Condição real	Vidro simples incolor 6mm	
FS – Fator solar do vidro (adimensional)	Condição real	0,82	
Uvid - Transmitância do vidro (W/m ² K)	Condição real	5,7	
AHS - Ângulo horizontal de sombreamento (°)	Condição real	0	
AVS - Ângulo vertical de sombreamento (°)	Condição real	0	
AOV - Ângulo de obstrução vertical (°) *	Condição real	Condição real	
Iluminação e ganhos			
DPI - Densidade de Potência de Iluminação (W/m ²) **	Condição real	15,0***	
Ocupação (m ² /pessoa)	Condição de referência	20,00	5,0
DPE - Densidade de Potência de Equipamentos (W/m ²)	32,0	32,0	
Horas de ocupação (horas)	Condição de referência	24	12
Dias de ocupação (N _{ano}) ****	365		260
Condição do piso	Condição real		
Condição da cobertura	Condição real		
Isolamento do piso	Condição real	Sem isolamento	
Condicionamento de ar (refrigeração)			
COP - Coeficiente de performance (W/W)	Condição real	2,60	
Temperatura setpoint (°C)		24,0	
Aquecimento de água			
Eficiência do sistema de aquecimento de água sem acumulação ^a	Condição real	0,95	*****
Eficiência do sistema de aquecimento de água com acumulação ^b	Condição real	0,85	
Temperatura de armazenamento		60 °C	
Temperatura de uso de água quente		38 °C (norte e nordeste) 40 °C (demais regiões)	
Temperatura de uso de água fria (°C)	Condição real		

Fonte: RTQ-C (Brasil, 2010)

Anexo 8 – Variáveis de cada caso simulado

(continua)

Cor Cobertura	Cor Parede	Material Cobertura	Material Parede	Orientação
1	1	1	1	1
2	1	1	1	1
1	2	1	1	1
2	2	1	1	1
1	1	2	1	1
2	1	2	1	1
1	2	2	1	1
2	2	2	1	1
1	1	1	2	1
2	1	1	2	1
1	2	1	2	1
2	2	1	2	1
1	1	2	2	1
2	1	2	2	1
1	2	1	3	1
2	1	1	3	1
1	2	1	3	1
2	2	1	3	1
1	1	2	3	1
2	1	2	3	1
1	2	1	3	1
2	2	1	3	1
1	1	1	1	2
2	1	1	1	2
1	2	1	1	2
2	2	1	1	2
1	1	2	1	2
2	1	2	1	2
1	2	2	1	2
2	2	2	1	2
1	1	1	2	2
2	1	1	2	2
1	2	1	2	2
2	2	1	2	2
1	1	2	2	2
2	1	2	2	2
1	2	2	2	2
2	2	2	2	2
1	1	1	3	2

Anexo 8 – Variáveis de cada caso simulado

(continuação)

Cor Cobertura	Cor Parede	Material Cobertura	Material Parede	Orientação
2	1	1	3	2
1	2	1	3	2
2	2	1	3	2
1	1	2	3	2
2	1	2	3	2
1	2	2	3	2
2	2	2	3	2
1	1	1	1	3
2	1	1	1	3
1	2	1	1	3
2	2	1	1	3
1	1	2	1	3
2	1	2	1	3
1	2	2	1	3
2	2	2	1	3
1	1	1	2	3
2	1	1	2	3
1	2	1	2	3
2	2	1	2	3
1	1	2	2	3
2	1	2	2	3
1	2	1	3	3
2	1	1	3	3
1	2	1	3	3
2	2	1	3	3
1	1	2	3	3
2	1	2	3	3
1	2	2	3	3
2	2	2	3	3
1	1	1	1	4
2	1	1	1	4
1	2	1	1	4
2	2	1	1	4
1	1	2	1	4
2	1	2	1	4
1	2	2	1	4
2	2	2	1	4
1	1	1	2	4
2	1	1	2	4

Anexo 8 – Variáveis de cada caso simulado

(conclusão)

Cor Cobertura	Cor Parede	Material Cobertura	Material Parede	Orientação
1	2	1	2	4
2	2	1	2	4
1	1	2	2	4
2	1	2	2	4
1	2	2	2	4
2	2	2	2	4
1	1	1	3	4
2	1	1	3	4
1	2	1	3	4
2	2	1	3	4
1	1	2	3	4
2	1	2	3	4
1	2	2	3	4
2	2	2	3	4

Fonte: Autora (2019)

Anexo 9 – Script (anova) em linguagem R

(continua)

```

1 > library(DoE.base)
2 > library(readr)
3 > library(readxl)
4 >
5 > Desenho <- read_excel
6 >
7 > col_types = c("numeric", "text", "text",
8 > text, "text", "text", "numeric")
9 >
10 > Regressao<-na.omit(Desenho)
11 >
12 > des.1<-fac.design(nfactors=5,nlevels=c(2,2,2,3,4),factor.names=c("COR.COB","COR.PAR",
13 > "MAT.COB","MAT.PAR","ORIENT"),randomize=F)
14 > head(des.1)
15 > tail(des.1)
16 > des.2<-add.response(des.1,Desenho$Carga.Termica)
17 > head(des.2)
18 >
19 > plot.design(des.2,ylab="Carga Térmica (KWh)",xlab="Fator")
20 >
21 > modelo<-lm(des.2)
22 > modelo<-aov(des.2)
23 > summary(modelo)
24 >
25 > library(gplots)
26 >
27 > anova.ffd.summ<-summary(modelo)
28 > anova.ffd.F=anova.ffd.summ[[1]][4]
29 > anova.ffd.SQ=anova.ffd.summ[[1]][2]
30 > output.ffd=data.frame(row.names=row.names(anova.ffd.F))
31 > output.ffd=cbind(anova.ffd.F,anova.ffd.SQ)
32 > colnames(output.ffd)<-c("F","SQ")
33 > head(output.ffd)
34 > tail(output.ffd)
35 > output.ffd.rownumber=nrow(anova.ffd.F)
36 > noutput<-2
37 > for(j in 1:(noutput))
38 > {
39 >   coluna.sq=output.ffd[j]^2
40 >   coluna.norm=round((output.ffd[j]/sqrt(apply(coluna.sq,
41 >           FUN=sum,MARGIN=2,na.rm=TRUE))),digits=5)

```

Anexo 9 – Script (anova) em linguagem R

(conclusão)

```

42 > coluna.norm.data=data.frame(coluna.norm)
43 > if(j==1){
44 >   output.ffd.norm=data.frame(row.names=row.names(anova.ffd.F))
45 > }
46 > output.ffd.norm=cbind(output.ffd.norm,coluna.norm,deparse.level=0)
47 > }
48 > temp=output.ffd.norm
49 > temp[temp$rownumber,]=0
50 > output.ffd.order=apply(X=temp,MARGIN=2,FUN=function (x) rank(1/rank(x)))
51 > output.ffd.order #classificacao 1 - mais influente
52 >
53 > tabela<-cbind(round(output.ffd.norm[,1],4),output.ffd.order[,2])
54 > tabela<-as.data.frame(tabela[1:15,])
55 > colnames(tabela)<-c("Ind.sens","Class")
56 >
57 > tabela
58 > tabela<-subset(tabela,Ind.sens > 0)
59 > tabela<-tabela[order(tabela$Ind.sens, tabela$Class, decreasing=c(TRUE, TRUE)), ]
60 >
61 > tabela_final <- read_delim
62 >
63 > colnames(tabela_final)<-c("Fator","Ind.sens","Class")
64 >
65 > library(ggplot2)
66 > tabela_final<-tabela_final[1:9,]
67 > p<-ggplot(data=tabela_final, aes(x=reorder(Fator,-Ind.sens),y=Ind.sens))
68 > p+geom_col(na.rm=T)+coord_flip()+labs(x="Fator")

```

Fonte: Autora (2019)

Anexo 10 - Resultados das simulações dos casos

(continua)

N Simulação	Cor Cobertura	Cor Parede	Material Cobertura	Material Parede	Orientação	Caga Térmica (kWh)	Classificação
1	1	1	1	1	1	59204.5	D
2	2	1	1	1	1	48985.8	B
3	1	2	1	1	1	57389.8	C
4	2	2	1	1	1	47471.9	A
5	1	1	2	1	1	50628.9	B
6	2	1	2	1	1	48871.5	B
7	1	2	2	1	1	48626.4	B
8	2	2	2	1	1	46950.4	B
9	1	1	1	2	1	58616.1	C
10	2	1	1	2	1	48905.1	B
11	1	2	1	2	1	56639.4	C
12	2	2	1	2	1	47261.1	A
13	1	1	2	2	1	50271.5	B
14	2	1	2	2	1	48624.6	B
15	1	2	2	2	1	48142.1	B
16	2	2	2	2	1	46580.7	A
17	1	1	1	3	1	60527.8	D
18	2	1	1	3	1	49397.9	B
19	1	2	1	3	1	58952.9	D
20	2	2	1	3	1	48071.4	B
21	1	1	2	3	1	51597.6	C
22	2	1	2	3	1	49636.1	B
23	1	2	2	3	1	49799.3	B
24	2	2	2	3	1	47881.0	B
25	1	1	1	1	2	59438.2	D
26	2	1	1	1	2	49261.8	B
27	1	2	1	1	2	57606.5	C
28	2	2	1	1	2	47727.0	A
29	1	1	2	1	2	50890.0	B
30	2	1	2	1	2	49143.2	B
31	1	2	2	1	2	48869.8	B
32	2	2	2	1	2	47206.4	B
33	1	1	1	2	2	58878.1	C
34	2	1	1	2	2	49212.7	A
35	1	2	1	2	2	56874.9	C
36	2	2	1	2	2	47540.2	A
37	1	1	2	2	2	50574.3	B

Anexo 10 - Resultados das simulações dos casos

(continuação)

N Simulação	Cor Cobertura	Cor Parede	Material Cobertura	Material Parede	Orientação	Caga Térmica (kWh)	Classificação
38	2	1	2	2	2	48937.9	B
39	1	2	2	2	2	48416.0	B
40	2	2	2	2	2	51679.8	A
41	1	1	1	3	2	60722.5	D
42	2	1	1	3	2	49627.3	B
43	1	2	1	3	2	59139.3	D
44	2	2	1	3	2	48301.4	B
45	1	1	2	3	2	51790.9	C
46	2	1	2	3	2	49838.6	B
47	1	2	2	3	2	50002.4	B
48	2	2	2	3	2	48094.8	B
49	1	1	1	1	3	59597.2	D
50	2	1	1	1	3	49331.8	B
51	1	2	1	1	3	57680.8	C
52	2	2	1	1	3	47726.7	A
53	1	1	2	1	3	51044.9	B
54	2	1	2	1	3	49288.5	B
55	1	2	2	1	3	48943.7	B
56	2	2	2	1	3	47265.1	B
57	1	1	1	2	3	59031.2	C
58	2	1	1	2	3	49277.5	B
59	1	2	1	2	3	56932.4	C
60	2	2	1	2	3	47523.3	A
61	1	1	2	2	3	50718.6	B
62	2	1	2	2	3	49069.9	B
63	1	2	2	2	3	48462.0	B
64	2	2	2	2	3	46895.2	A
65	1	1	1	3	3	60886.7	D
66	2	1	1	3	3	49716.9	B
67	1	2	1	3	3	59245.7	D
68	2	2	1	3	3	48338.6	B
69	1	1	2	3	3	51972.9	C
70	2	1	2	3	3	50015.4	B
71	1	2	2	3	3	50113.9	B
72	2	2	2	3	3	48203.0	B
73	1	1	1	1	4	59770.5	D
74	2	1	1	1	4	49511.4	B
75	1	2	1	1	4	57842.8	C
76	2	2	1	1	4	47896.6	A
77	1	1	2	1	4	51234.7	B
78	2	1	2	1	4	49478.3	B

Anexo 10 - Resultados das simulações dos casos

(conclusão)							
N Simulação	Cor Cobertura	Cor Parede	Material Cobertura	Material Parede	Orientação	Caga Térmica (kWh)	Classificação
79	1	2	2	1	4	49118.4	B
80	2	2	2	1	4	47438.4	A
81	1	1	1	2	4	59217.7	C
82	2	1	1	2	4	49471.1	A
83	1	2	1	2	4	57099.3	C
84	2	2	1	2	4	47695.7	A
85	1	1	2	2	4	50918.5	B
86	2	1	2	2	4	49271.5	B
87	1	2	2	2	4	48645.4	B
88	2	2	2	2	4	47076.9	A
89	1	1	1	3	4	61058.4	D
90	2	1	1	3	4	49878.3	B
91	1	2	1	3	4	59403.5	D
92	2	2	1	3	4	48488.7	A
93	1	1	2	3	4	52167.4	C
94	2	1	2	3	4	50199.8	B
95	1	2	2	3	4	50286.7	B
96	2	2	2	3	4	48362.8	B

Fonte: Autora (2019)

Anexo 11 - Ordem de classificação dos casos perante simulação

(continua)

Cor Cobertura	Cor Parede	Material Cobertura	Material Parede	Orientação	Caga Térmica (kWh)	Classificação
2	2	2	2	1	46580.7	A
2	2	2	2	3	46895.2	A
2	2	2	1	1	46950.4	B
2	2	2	2	4	47076.9	A
2	2	2	1	2	47206.4	B
2	2	1	2	1	47261.1	A
2	2	2	1	3	47265.1	B
2	2	2	1	4	47438.4	A
2	2	1	1	1	47471.9	A
2	2	1	2	3	47523.3	A
2	2	1	2	2	47540.2	A
2	2	1	2	4	47695.7	A
2	2	1	1	3	47726.7	A
2	2	1	1	2	47727.0	A
2	2	2	3	1	47881.0	B
2	2	1	1	4	47896.6	A
2	2	1	3	1	48071.4	B
2	2	2	3	2	48094.8	B
1	2	2	2	1	48142.1	B
2	2	2	3	3	48203.0	B
2	2	1	3	2	48301.4	B
2	2	1	3	3	48338.6	B
2	2	2	3	4	48362.8	B
1	2	2	2	2	48416.0	B
1	2	2	2	3	48462.0	B
2	2	1	3	4	48488.7	A
2	1	2	2	1	48624.6	B
1	2	2	1	1	48626.4	B
1	2	2	2	4	48645.4	B
1	2	2	1	2	48869.8	B
2	1	2	1	1	48871.5	B
2	1	1	2	1	48905.1	B
2	1	2	2	2	48937.9	B
1	2	2	1	3	48943.7	B
2	1	1	1	1	48985.8	B
2	1	2	2	3	49069.9	B
1	2	2	1	4	49118.4	B
2	1	2	1	2	49143.2	B
2	1	1	2	2	49212.7	A
2	1	1	1	2	49261.8	B

Fonte: Autora (2019)

Anexo 11 - Ordem de classificação dos casos perante simulação

(continuação)

Cor Cobertura	Cor Parede	Material Cobertura	Material Parede	Orientação	Caga Térmica (kWh)	Classificação
2	1	2	2	4	49271.5	B
2	1	1	2	3	49277.5	B
2	1	2	1	3	49288.5	B
2	1	1	1	3	49331.8	B
2	1	1	3	1	49397.9	B
2	1	1	2	4	49471.1	A
2	1	2	1	4	49478.3	B
2	1	1	1	4	49511.4	B
2	1	1	3	2	49627.3	B
2	1	2	3	1	49636.1	B
2	1	1	3	3	49716.9	B
1	2	2	3	1	49799.3	B
2	1	2	3	2	49838.6	B
2	1	1	3	4	49878.3	B
1	2	2	3	2	50002.4	B
2	1	2	3	3	50015.4	B
1	2	2	3	3	50113.9	B
2	1	2	3	4	50199.8	B
1	1	2	2	1	50271.5	B
1	2	2	3	4	50286.7	B
1	1	2	2	2	50574.3	B
1	1	2	1	1	50628.9	B
1	1	2	2	3	50718.6	B
1	1	2	1	2	50890.0	B
1	1	2	2	4	50918.5	B
1	1	2	1	3	51044.9	B
1	1	2	1	4	51234.7	B
1	1	2	3	1	51597.6	C
2	2	2	2	2	51679.8	A
1	1	2	3	2	51790.9	C
1	1	2	3	3	51972.9	C
1	1	2	3	4	52167.4	C
1	2	1	2	1	56639.4	C
1	2	1	2	2	56874.9	C
1	2	1	2	3	56932.4	C
1	2	1	2	4	57099.3	C
1	2	1	1	1	57389.8	C
1	2	1	1	2	57606.5	C
1	2	1	1	3	57680.8	C
1	2	1	1	4	57842.8	C

Anexo 11 - Ordem de classificação dos casos perante simulação

(conclusão)

Cor Cobertura	Cor Parede	Material Cobertura	Material Parede	Orientação	Carga Térmica (kWh)	Classificação
1	1	1	2	1	58616.1	C
1	1	1	2	2	58878.1	C
1	2	1	3	1	58952.9	D
1	1	1	2	3	59031.2	C
1	2	1	3	2	59139.3	D
1	1	1	1	1	59204.5	D
1	1	1	2	4	59217.7	C
1	2	1	3	3	59245.7	D
1	2	1	3	4	59403.5	D
1	1	1	1	2	59438.2	D
1	1	1	1	3	59597.2	D
1	1	1	1	4	59770.5	D
1	1	1	3	1	60527.8	D
1	1	1	3	2	60722.5	D
1	1	1	3	3	60886.7	D
1	1	1	3	4	61058.4	D

Fonte: Autora (2019)

Anexo 12 – Orçamento Sintético Global

ORÇAMENTO SINTÉTICO GLOBAL

Orçamento Sintético Global						
Descrição do Orçamento					Detalhamento da Descrição	
Item		cod. Ippuj	Descrição		LS	125,58%
				unid	qtde	REV05
				unit. ippuj	unitario	BDI
						data:
Obra: Construção da UBS Padrão Ulysses Guimarães						
Endereço: Rua Cidade de Barretos, s/n - Ulysses Guimarães- Joinville/SC						
Item		cod. Ippuj	Descrição	unid	qtde	unit. ippuj
				unitario		valor total
1. Serviços Iniciais						
1.1			Barraço de obras			
1.1.1		C10.08.05.10.051	Barraco de Obras (montagem e desmontagem)	m ²	8,00	383,62
1.2			Placas de obra			
1.2.1		C10.08.05.20.001	Placa obra pintada e fixada em estrutura madeira	m ²	8,00	191,16
1.3			Serviços de locação			
1.3.1		C10.24.05.05.005	Execução de gabarito	m ²	495,87	4,22
					5,49	2.720,34
						subtotal item 1
						8.698,05
2. Infraestrutura						
2.1			Estacas em concreto			
2.1.1		C10.24.15.05.003	Estaca pré-moldada de concreto armado 20t	m	451,00	112,63
2.1.2		C10.24.15.15.010	Cravação de estaca pré moldada de concreto (exclusive mobilização e desmobilização)	m	451,00	10,52
2.1.3		C10.24.10.05.005	Broca de concreto armado, Ø:20 cm	m	18,00	23,91
2.1.4		C25.50.15.05.005	Custo de mobilização e desmobilização de bate estacas	unid	1,00	572,05
2.2			Movimentações de terra			
2.2.1		C10.04.05.10.005	Desmatamento e limpeza de terreno com remoção de entulho	m ²	2.730,00	1,10
2.2.4		C10.24.20.04.005	Escavação manual de vala profundidade até 2 m	m ³	125,79	29,96
2.2.5		C10.24.20.20.010	Reaterro manual apiloador de vala (exclusive material e transporte)	m ³	46,97	27,66
2.3			Lastros			
2.3.1		C10.24.20.24.005	Lastro de concreto incluindo preparo e lançamento (magro)	m ³	25,23	284,16
2.4			Formas em madeira			
2.4.1		C10.24.25.05.005	Forma de madeira de qualidade	m ²	492,00	27,74
2.5			Armaduras de aço			
2.5.1		C10.24.30.05.015	Armadura de aço CA-50	KG	2.615,00	5,67
2.5.2		C10.24.30.05.025	Armadura de aço CA-60	KG	148,00	5,09
2.6			Concretos			
2.6.1		C10.24.35.20.180	Concreto bombeável dosado em central fck 25,0 mpa - abatimento 8 ± 1cm - brita 1	m ³	41,00	245,00
2.6.2		C10.24.40.05.005	Transporte, lançamento, adensamento e acabamento do concreto em fundação	m ³	41,00	85,75
2.6.3		C10.24.40.05.010	Bombeamento de concreto, transporte vertical e horizontal	m ³	41,00	39,30
2.7			Impermeabilizações			
2.7.1		C10.24.50.10.010	Impermeabilização de vigas baldrame	m ²	102,41	2,92
					3,80	388,75
						subtotal item 2
						151.427,70
3. Superestrutura						
3.1			Formas em madeira			
3.1.1		C10.28.05.05.025	Forma de madeira de qualidade	m ²	704,70	3,38
3.2			Armaduras de aço			
3.2.1		C10.28.10.10.005	Armadura de aço CA-50	KG	3.264,00	5,67
3.2.2		C10.28.10.15.005	Armadura de aço CA-60	KG	293,00	5,09
3.3			Concretos			
3.3.1		C10.28.15.20.230	Concreto bombeável dosado em central fck 25,0 mpa - abatimento 8 ± 1cm - brita 1	m ³	56,70	263,00
3.3.3		C10.28.20.05.005	Transporte, lançamento, adensamento e acabamento do concreto em estrutura	m ³	56,70	48,87
3.3.4		C10.28.20.10.005	Bombeamento de concreto, transporte vertical e horizontal	m ³	56,70	41,48
3.4			Lajes treliçadas			
3.4.1		C10.28.25.10.015	Laje treliçada [altura final: 12cm / altura da laje:8cm / sobrecarga: 300 kg/m ² / vão 4,00 m]	m ²	454,68	73,66
					95,76	43.539,25
						subtotal item 3
						98.674,27
4. Painéis, Paredes e Esquadrias						
4.1			Alvenarias			
4.1.1		C10.32.05.20.010	Alvenaria de vedação, esp: 14cm, em osso, com tijolo cerâmico 6 furos 9x14X24cm, traço 1:2:8	m ²	585,98	48,10
4.1.2		C10.32.05.25.015	Alvenaria de vedação, esp: 19cm em osso, com tijolo 8 furos 9x19x19cm, traço 1:2:8	m ²	515,66	68,00
4.2			Portas			
4.2.1		C10.60.05.05.005	Porta interna de abrir em itaúba (sem vista, caixilho e ferragem)	m ²	61,57	83,02
4.2.2		C10.64.05.10.020	Porta veneziana de abrir de aço galvanizado, estrutura para fixação, fechadura e dobradiças - instalada.	m ²	8,71	259,05
4.2.3		C10.64.05.10.006	Porta externa de aço galvanizado c/ ferragens e abertura p/ vidro	m ²	6,93	259,05
4.2.4		C10.64.05.65.011	Porta pantográfica em aço galvanizado	m ²	6,18	246,24
4.2.5		C10.60.25.15.005	Caixilhos de porta em itaúba esp:15cm	ml	158,05	24,89
4.2.6		C10.60.30.05.005	Vistas de portas e janelas em itaúba	ml	316,10	4,37
4.2.7		C10.64.15.05.041	Porta veneziana de alumínio anodizado	m ²	3,00	315,38
4.3			Ferragens			
4.3.1		C10.60.45.10.005	Fechadura modelo média interna para porta de madeira	unid	23,00	64,36
4.3.2		C10.60.45.10.015	Fechadura modelo média banheiro	unid	7,00	65,03
4.3.3		C10.60.45.10.011	Fechadura banheiro tipo livre/ocupado	unid	5,00	43,24
4.3.4		C10.60.45.10.020	Fechadura para tambor, abrigo de compressores	unid	2,00	96,47
4.3.5		C10.60.45.10.010	Fechadura tipo cremona com vareta	unid	2,00	66,05
4.3.6		C10.60.45.25.005	Dobradiça de ferro galvanizado, 3 1/2" X 3" p/ porta de madeira	unid	96,00	8,42
4.3.7		C10.64.45.25.005	Dobradiça externa para porta metálica	unid	26,00	8,42
4.3.8		C10.64.20.05.005	Protetor para portas fixados no chão	unid	36,00	13,51
4.3.9		C10.60.45.32.005	Dobradiça de inox para áreas molhadas	unid	6,00	99,43
4.3.10		C10.60.45.20.025	Mola hidráulica para o fechamento de portas abertura até 135°	unid	7,00	123,97
4.3.11		C10.60.45.10.020	Fechadura modelo média externa reforçada (broca 55mm)	unid	2,00	96,47
4.4			Janelas			

Anexo 12 – Orçamento Sintético Global

ORÇAMENTO SINTÉTICO GLOBAL						
					data:	
Item	cod. ippúj	Descrição	LS	125,58%	REVO5	BDI
4.4.1	C10.64.05.55.005	Janela maxim-ar em aço galvanizado c/ ferragens	m ²	51,48	202,95	263,84 13.582,23
4.4.2	C10.64.05.50.005	Janela de veneziana em aço galvanizado c/ ferragens	m ²	1,44	494,35	642,66 925,42
4.5		Vidros				
4.5.1	C10.74.05.41.005	Vidro comum jateado 4 mm, em caixilhos com ou sem baguetes	m ²	36,18	90,73	117,95 4.267,39
4.5.2	C10.74.05.25.005	Vidro comum liso incolor 4 mm, em caixilhos com ou sem baguetes	m ²	19,08	78,95	102,64 1.958,28
4.5.3	C10.74.05.35.010	Vidro cristal incolor temperado 8 mm, em caixilhos com ou sem baguetes e gaxeta de neopreme	m ²	1,44	233,15	303,10 436,46
4.6		Divisórias Melamínica				
4.6.1	C25.15.05.01.007	Divisória naval em eucatex, com painel de miolo celular 35mm em cores variadas, perfil de alumínio	m ²	3,21	66,95	87,04 279,38
4.6.1	C10.32.20.05.015	Divisórias em granilite				
4.6.1	C10.32.20.05.015	Placa pré-fabricada em granilite esp:3 cm, embutida em alvenaria / piso.	m ²	10,97	124,57	161,94 1.776,49
						subtotal item 4 134.823,30
		5. Coberturas e Proteções				
5.1		Estruturas de madeira para cobertura em fibrocimento				
5.1.1	C10.36.05.10.020	Estrutura em madeira de itaúba para cobertura em telha de fibrocimento sobre laje para cobertura em fibrocimento	m ²	520,03	49,10	63,83 33.193,51
5.2		Coberturas em telhas fibrocimento				
5.2.1	C10.36.15.05.012	Cobertura em telhas de fibrocimento ondulada esp: 6mm	m ²	520,03	23,73	30,85 16.042,41
5.2.2	C10.36.15.10.015	Cumeira articulada em fibrocimento esp: 6mm	m	51,92	40,16	52,21 2.710,64
5.3		Rufos				
5.3.1	C10.36.15.10.025	Rufo em fibrocimento esp: 6 mm	m	6,70	40,20	52,26 350,14
5.3.2	C10.36.24.05.005	Rufo, pingadeira ou contra-rufo de alumínio, esp.: 0,7mm, desenvolvimento 70cm	m	38,40	63,02	81,93 3.145,96
5.4		Chapas em alumínio				
5.4.1	C16.40.05.05.005	Calha de chapa de alumínio (espessura: 0,7mm / desenvolvimento: 50,00cm) - colocado	m	36,25	55,29	71,88 2.605,54
5.5		Pingadeiras				
5.5.1	C10.36.24.05.005	Pingadeira de alumínio, esp: 0,7mm	m	72,50	63,02	81,93 5.939,64
						subtotal item 5 63.987,84
		6. Revestimentos				
6.1		Passeios em concreto				
6.1.1	C10.84.25.05.005	Concreto, fck = 13,5 MPa, incluindo preparo de caixa, e=7cm (rampas internas)	m ²	23,50	57,65	74,95 1.761,21
6.2		Regularização de parede				
6.2.1	C10.48.05.05.005	Chapisco para parede com cimento e areia, traço 1:3 (espessura 5mm)	m ²	2.657,96	4,03	5,24 13.925,05
6.2.2	C10.48.05.10.005	Emboço para parede c/ cimento, cal e areia traço 1:2:9 (espessura 20mm)	m ²	2.256,99	12,77	16,60 37.468,29
6.2.3	C10.48.05.10.010	Emboço frisado, com perfil de alumínio 15x41,5mm, fixado a cada 20cm, para parede com cimento, cal e areia, traço 1:2:9 (espessura 20mm)		400,97	61,17	79,52 31.885,54
6.3		Regularização de teto				
6.3.1	C10.52.05.05.005	Chapisco para forro com cimento e areia traço 1:3 (espessura 5mm)	m ²	454,68	5,03	6,54 2.973,15
6.3.2	C10.52.05.10.005	Emboço para forro com cimento, cal e areia traço 1:2:9	m ²	454,68	13,24	17,21 7.825,95
6.4		Pintura				
6.4.1	C10.80.10.05.010	Selador acrílico, 2 demões	m ²	3.112,64	10,65	13,85 43.094,50
6.4.2	C10.80.10.05.020	Pintura tinta acrílica 2 demões	m ²	3.112,64	11,28	14,66 45.643,75
6.4.3	C10.80.13.10.005	Pintura tinta fundo para metais 1 demão	m ²	68,58	8,22	10,69 732,85
6.4.4	C10.80.15.05.005	Pintura tinta esmalte sintético para metais, 2 demões	m ²	68,58	13,19	17,15 1.175,94
6.5		Revestimentos cerâmicos				
6.5.1	C10.48.10.05.004	Azulejo esmaltado liso 15 x 15 cm, assentado sobre argamassa colante pré-fabricada	m ²	243,29	30,88	40,14 9.766,63
6.5.2	C10.48.10.10.005	Rejunte de azulejos c/ argamassa pré-fabricada	m ²	243,29	4,17	5,42 1.318,88
6.5.3	C10.56.15.05.045	Piso cerâmico padrão comercial 30X30 cm, assentadosobre argamassa colante pré-fabricada	m ²	401,48	41,95	54,54 21.894,71
6.5.4	C10.56.15.15.005	Piso cerâmico anti-derrapante padrão alto 30X30 cm, assentado sobre argamassa colante pré-fabricada	m ²	22,86	74,93	97,41 2.226,77
6.5.5	C10.56.15.25.005	Rejunte de piso cerâmico c/ argamassa pré-fabricada	m ²	424,34	5,50	7,15 3.034,03
6.6		Rodapés				
6.6.1	C10.56.75.05.005	Rodapé de itaúba 6X1,5 cm, fixados em parede de alvenaria	m	437,55	18,64	24,23 10.602,71
6.6.2	C10.56.15.10.005	Rodapé cerâmico, padrão alto, assentado sobre argamassa colante pré-fabricada	m	8,89	16,30	21,19 188,38
6.6.3	C10.56.30.15.010	Soleira de granito cinza andorinha, esp: 1,2 cm, assentado sobre argamassa colante pré-fabricada	m	12,85	75,02	97,53 1.253,21
6.7		Revestimentos para isolamento acústico				
6.7.1	C10.52.30.05.010	Isolamento acústico de parede p/ compressores com espuma de poliuretano, esp: 50 mm	m ²	7,47	89,10	115,83 865,25
6.8		Revestimentos anti-derrapante				
6.8.1	C10.56.40.05.005	Revestimento anti-derrapante de borracha esp: 14 mm para piso, assentado sobre cola a base de neoprene	m ²	14,10	186,94	243,02 3.426,61
6.9		Piso tátil em borracha				
6.9.1	MERCADO	Piso tátil de alerta e direcional, em placas de borracha	m ²	4,08	180,87	235,13 959,33
						subtotal item 6 242.022,74
7.1		7. Acessórios em geral				
7.1		Bancadas em granito				
7.1.1	C16.50.05.001.021	Bancada de granito fixada sobre mão-francesa em aço galvanizado (esp.: 2cm / largura: 55 cm)	ml	16,30	224,16	291,41 4.749,95
7.2		Barras de apoio (P.N.E.)				
7.2.1	C10.82.05.20.055	Barra de apoio reta de comprimento de 80cm para parede ou porta, inox (P.N.E.)	unid.	2,00	276,70	359,71 719,42
7.3		Leteiros em chapa metálica				
7.3.1	MERCADO	Leteiro em chapa metálica galvanizada, com pintura esmalte	unid.	1,00	4.210,00	5.473,00 5.473,00
						subtotal item 7 10.942,37
8.1		8. Instalações hidrossanitárias				
8.1		Adaptadores				

Anexo 12 – Orçamento Sintético Global

ORÇAMENTO SINTÉTICO GLOBAL						
					data:	
Item	cod. ippuj	Descrição	unid	qtdc	unit ippuj	BDI
8.1.1	C16.05.05.12.015	Adapt sold. c/ flange livre p/ cx. d'água 40mm - 1 1/4"	unid.	5,00	18,36	23,87
8.1.2	C16.05.05.06.030	Adapt sold. c/ flange livre p/ cx. d'água 75 mm - 2 1/2"	unid.	1,00	115,80	150,54
8.1.3	C16.05.05.12.025	Adapt sold. longo c/ flange p/cx. d'água 60 mm - 2"	unid.	1,00	40,03	52,04
8.1.4	C16.05.05.12.030	Adapt sold. longo c/ flange p/cx. d'água 75 mm - 2 1/2"	unid.	1,00	115,80	150,54
8.1.5	C16.05.05.06.007	Adapt sold.curto c/bolsa-roscas p registro 25mm 3/4"	unid.	20,00	3,47	4,51
8.1.6	C16.05.05.06.005	Adapt sold.curto c/bolsa-roscas p registro 20mm 1/2"	unid.	4,00	2,88	3,74
8.1.7	C16.05.05.06.010	Adapt sold.curto c/bolsa-roscas p registro 32mm - 1"	unid.	7,00	3,60	4,68
8.1.8	C16.05.05.06.025	Adapt sold.curto c/bolsa-roscas p registro 40mm- 1 1/2"	unid.	2,00	11,67	15,17
8.1.9	C16.05.05.06.020	Adapt sold.curto c/bolsa-roscas p registro 50 mm - 1 1/2"	unid.	11,00	7,51	9,76
8.1.10	C16.05.05.06.035	Adapt sold.curto c/bolsa-roscas p registro 60 mm - 2"	unid.	2,00	11,88	15,44
8.1.11	C16.05.05.06.040	Adapt sold.curto c/bolsa-roscas p registro 75 mm - 2 1/2"	unid.	2,00	20,17	26,22
8.2		Bebedouros				
8.2.1	C16.50.05.005.010	Bebedouro inox elétrico de pressão capacidade 40 l colocado	unid.	1,00	1.087,00	1.413,10
8.3		Bacia de louça				
8.3.1	C16.50.05.072.005	Bacia sifonada de louça branca ou em cores, com tampa e acessórios	unid.	8,00	243,89	317,06
8.3.2	C16.05.05.26.005	Bolsa de ligação p/ vaso sanitário 1 1/2"	unid.	8,00	4,52	5,88
8.4		Buchas de redução				
8.4.1	C16.05.05.30.020	Bucha de redução sold. Curta 50mm - 40mm	unid.	1,00	6,32	8,22
8.4.1	C16.05.05.30.025	Bucha de redução sold. Curta 60mm - 50mm	unid.	1,00	8,10	10,53
8.4.2	C16.05.05.32.015	Bucha de redução sold. Longa 40mm - 25mm	unid.	1,00	5,58	7,25
8.4.3	C16.05.05.32.020	Bucha de redução sold. Longa 50mm - 20mm	unid.	1,00	5,79	7,53
8.4.4	C16.05.05.32.035	Bucha de redução sold. Longa 60 mm- 25 mm	unid.	1,00	7,83	10,18
8.4.5	C16.05.05.32.045	Bucha de redução sold. Longa 60mm -40 mm	unid.	1,00	9,06	11,78
8.5		Cap				
8.5.1	C16.05.05.38.005	Cap pvc sold p/ agua fria 20mm	unid.	7,00	2,26	2,94
8.6		Chuveiros elétricos				
8.6.1	C16.50.05.015.015	Chuveiro elétrico comum plástico tp ducha 110/220v	unid.	2,00	45,68	59,38
8.7		Colares de tomada em PVC				
8.7.1	C16.05.10.95.005	Colar de tomada em PVC 3/4"	unid.	2,00	15,70	20,41
8.8		Curvas				
8.8.1	C16.05.10.10.010	Curva 90 soldável 25mm	unid.	1,00	6,72	8,74
8.8.2	C16.05.10.10.015	Curva 90 soldável 32mm	unid.	1,00	8,90	11,57
8.8.3	C16.05.10.10.025	Curva 90 soldável 50mm	unid.	2,00	15,90	20,67
8.8.4	C16.05.10.10.005	Curva 90 soldável 20mm	unid.	4,00	5,68	7,38
8.8.5	C16.05.10.10.020	Curva 90 soldável 40mm	unid.	5,00	34,35	44,66
8.9		Duchas higiênicas				
8.9.1	C16.50.05.018.005	Ducha higiênica com mangueira plástica e registro	unid.	1,00	59,84	77,79
8.10		Engates flexíveis				
8.10.1	C16.10.05.31.005	Engate flexivel em metal cromado 1/2" x 30cm	unid.	22,00	21,31	27,70
8.10.2	C16.05.05.43.005	Engate flexivel plástico 1/2" x 30cm	unid.	7,00	3,87	5,03
8.11		Joelhos				
8.11.1	C16.05.10.24.015	Joelho 90 soldável com bucha de latão 25mm - 3/4"	unid.	12,00	8,33	10,83
8.11.2	C16.05.10.20.010	Joelho 90 soldável com bucha de latão 20mm - 1/2"	unid.	11,00	7,42	9,65
8.11.3	C16.05.10.24.010	Joelho de redução 90º soldável com bucha de latão 25mm - 1/2"	unid.	12,00	8,73	11,35
8.12		Luvas de redução				
8.12.1	C16.05.10.62.010	Luva de redução soldável 32mm - 25mm	unid.	5,00	4,62	6,01
8.13		Luvas				
8.13.1	C16.05.10.58.010	Luva soldável 25mm	unid.	1,00	3,48	4,52
8.13.2	C16.05.10.58.025	Luva soldável 50mm	unid.	1,00	6,92	9,00
8.13.3	C16.05.10.68.010	Luva soldável c/ rosca 25mm - 3/4"	unid.	2,00	4,95	6,44
8.14		Mictórios				
8.14.1	C16.50.05.016.005	Mictório de descarga contínua	unid.	1,00	288,17	374,62
8.14.2	C16.05.05.74.030	Pressmatic mictório cromado 1/2"	unid.	1,00	237,52	308,78
8.15		Registros				
8.15.1	C16.10.05.68.035	Registro bruto de gaveta industrial 2 1/2"	unid.	1,00	264,37	343,68
8.15.2	C16.05.05.68.007	Registro de esfera 3/4"	unid.	6,00	21,84	28,39
8.15.3	C16.10.05.68.015	Registro de gaveta bruto ABNT 1"	unid.	3,00	84,70	110,11
8.15.4	C16.10.05.68.025	Registro de gaveta bruto ABNT 1 1/2"	unid.	1,00	81,31	105,70
8.15.5	C16.10.05.68.025	Registro de gaveta bruto ABNT 1/2"	unid.	1,00	38,32	49,82
8.15.6	C16.10.05.68.030	Registro de gaveta bruto ABNT 2"	unid.	1,00	111,77	145,30
8.15.7	C16.10.05.66.025	Registro de gaveta c/ canopla cromada 1 1/2"	unid.	2,00	81,51	105,96
8.15.8	C16.10.05.68.010	Registro de gaveta c/ canopla cromada 3/4"	unid.	6,00	38,30	49,79
8.15.9	C16.10.05.66.005	Registro de gaveta c/ canopla cromada 1/2"	unid.	1,00	38,32	49,82
8.15.10	C16.10.05.68.015	Registro de gaveta c/ canopla cromada 1"	unid.	1,00	48,65	63,25
8.15.11	C16.05.05.66.010	Registro de pressão c/ canopla cromada 3/4"	unid.	5,00	29,86	38,82
8.16		Tês soldáveis				
8.16.1	C16.05.10.82.010	Tê 90 soldável 25mm	unid.	2,00	6,83	8,88
8.16.2	C16.05.10.82.005	Tê 90 soldável 20mm	unid.	1,00	5,51	7,16
8.16.3	C16.05.10.82.025	Tê 90 soldável 50mm	unid.	1,00	15,27	19,85
8.16.4	C16.05.10.82.030	Tê 90 soldável 60mm	unid.	3,00	30,65	39,85
8.17		Tês de redução				
8.17.1	C16.05.10.84.005	Tê de redução 90 soldável 25mm - 20mm	unid.	1,00	6,87	8,93
8.17.2	C16.05.10.84.005	Tê de redução 90 soldável 50mm - 20mm	unid.	2,00	13,78	17,91
8.17.3	C16.05.10.84.035	Tê de redução 90 soldável 50mm - 40mm	unid.	1,00	17,29	22,48
8.17.4	C16.05.10.84.025	Tê de redução 90 soldável 50mm - 25mm	unid.	1,00	14,98	19,47
8.18		Torneiras				
8.18.1	C16.50.05.065.005	Torneira acionamento hidropneumático de mesa de 1/2"	unid.	24,00	187,21	243,37
8.18.2	C16.50.05.065.015	Torneira de acionamento hidropneumático de parede	unid.	3,00	248,25	322,73
8.18.3	C16.50.05.054.010	Torneira de Pia de Cozinha	unid.	7,00	128,23	166,70
8.18.4	C16.50.05.051.020	Torneira de Tanque de Lavar	unid.	2,00	40,80	53,04

Anexo 12 – Orçamento Sintético Global

ORÇAMENTO SINTÉTICO GLOBAL						
				data:		
Item	cod. Ippuj	Descrição		LS	125,58%	REV05
8.19		Lavatórios		unid.		
8.19.1	C16.50.05.014.010	Lavatório de louça branco ou em cores sem coluna, colocado c/ acessórios	unid.	1,00	126,36	164,27
8.19.2	C16.50.05.014.005	Lavatório de louça branco ou em cores com coluna, colocado c/ acessórios	unid.	20,00	193,11	251,04
8.20		Cubas				
8.20.1	C16.50.05.105.005	Cuba em aço inoxidável para escavação, completa, comprimento 1,50m.	ML	7,00	520,41	676,53
8.20.2	C16.50.05.100.010	Cuba em aço inoxidável 40x35x11,5 cm, com sifão em metal cromado 1.1/2"/1.1/2"	unid.	6,00	486,38	632,29
8.21		Dispenser				
8.21.1	C16.50.05.022.005	Dispenser para sabonete líquido mais reservatório	unid.	24,00	174,34	226,64
8.21.2	C16.50.05.020.005	Dispenser em ABS para papel toalha, colocado	unid.	24,00	29,82	38,77
8.22		Terminal de Ventilação				
8.22.1	C16.50.05.160.005	Terminal de ventilação 50mm	unid.	6,00	5,78	7,51
8.23		Tubos				
8.23.1	C16.05.15.30.010	Tubo de descarga VDE. 38mm	unid.	8,00	10,65	13,85
8.23.2	C16.01.05.05.005	Tubo de ligação em latão cromado com canopla para vaso sanitário	unid.	8,00	27,05	35,17
8.23.3	C16.05.15.25.010	Tubo soldável 25mm	m	90,48	5,86	7,62
8.23.4	C16.05.15.25.005	Tubo soldável 20mm	m	38,97	3,87	5,03
8.23.5	C16.05.15.25.020	Tubo soldável 40mm	m	40,08	13,03	16,94
8.23.6	C16.05.15.25.025	Tubo soldável 50mm	m	43,50	15,46	20,10
8.23.7	C16.05.15.25.030	Tubo soldável 60mm	m	9,47	24,35	31,66
8.24	C16.05.25	Reservatório				
8.24.1	C16.05.25.05.025	Reservatório cilíndrico ou retangular de fibra de vidro (capacidade: 3000 l)	UN	2,00	1.218,32	1.583,82
8.25		Válvulas				
8.25.1	C16.10.05.84.005	Válvula de descarga alta pressão 1 1/2" c/ registro - acabamento em metal cromado	unid.	8,00	255,11	331,64
8.26		Calhas				
8.26.1	C16.40.05.05.005	Calha de alumínio (espessura:0,7 mm / desenvolvimento:30 cm) - colocada	m	38,50	53,95	70,14
8.27		Condutores de PVC				
8.27.1	C16.40.05.05.040	Condutor de PVC 100mm	m	55,00	15,06	19,58
8.27.2	C16.40.05.05.045	Tubo PVC 150mm	m	93,00	28,06	36,48
8.28		Acessórios em Louça				
8.28.1	C16.50.05.008.005	Cabide de louça com dois ganchos	unid.	2,00	16,01	20,81
8.28.2	C16.50.05.011.010	Saboneteira de louça branca ou em cores	unid.	2,00	44,50	57,85
8.28.3	C16.50.05.10.010	Porta papel de louça branca ou em cores	unid.	8,00	39,79	51,73
						subtotal item 8
						54.330,07
9.	Instalações de gases medicinais					
9.1		Tubulação em cobre				
9.1.1	C16.20.05.05.005	Cotovelo cobre s/anel solda 22mm	unid.	6,00	23,06	29,98
9.1.2	C16.20.05.20.012	Te cobre s/anel de solda 22mm	unid.	3,00	15,80	20,54
9.1.3	C16.20.05.25.002	Tubo de cobre 22mm	m	18,00	23,27	30,25
9.2		Pontos especiais				
9.2.1	C25.35.05.05.005	Ponto de ar comprimido para nebulização e cadeira odontológica	PTO	4,00	648,14	842,58
9.2.2	C25.35.05.10.005	Ponto de vácuo	PTO	1,00	634,80	825,24
9.3		Equipamentos				
9.3.1	MERCADO	Bomba de vácuo Amadeus jet4	unid.	1,00	2.925,00	3.802,50
9.3.2	MERCADO	Compressor Monofásico AC220 60HZ	unid.	2,00	2.899,00	3.768,70
						subtotal item 9
						16.321,48
10.	Instalações de esgoto					
10.1		Adaptador				
10.1.1	C16.25.05.12.005	Adaptador pvc p/ sifão 40mm x 1 1/4	unid.	2,00	5,61	7,29
10.2		Buchas de redução				
10.2.1	C16.25.05.36.005	Bucha de redução longa 50mm - 40mm	unid.	1,00	6,12	7,96
10.3		Caixas em concreto				
10.3.1	C16.50.05.091.020	Caixa de gordura em concreto (dimensões: 60 X 60 X 100 cm) com placa de concreto pré moldado, tampa em concreto pré-moldado e alça em aço	unid.	1,00	390,66	507,86
10.3.2	C16.50.05.091.040	Caixa de inspeção sifonada em concreto (dimensões: 60 X 60 X 80 cm) com tampa em concreto pré-moldado e alça em aço	unid.	4,00	344,09	447,32
10.3.3	C16.50.05.091.035	Caixa de inspeção sifonada em concreto (dimensões: 80 X 80 X 100 cm) com tampa em concreto pré-moldado e alça em aço	unid.	1,00	333,84	433,99
10.3.4	C16.50.05.091.037	Caixa de passagem para drenagem (dimensões: 60 X 60 X 70 cm) com tampa em concreto pré-moldado e alça em aço e/ou grelha	unid.	12,00	410,57	533,74
10.4		Caixas sifonadas				
10.4.1	C16.25.05.48.020	Caixa sifonada 150 x 150 x 50	unid.	10,00	41,92	54,50
10.4.2	C16.25.05.48.015	Caixa sifonada 150 x 150 x 50R	unid.	1,00	39,01	50,71
10.5		Curvas				
10.5.1	C16.25.10.02.015	Curva 45 longa 100mm	unid.	3,00	33,41	43,43
10.5.2	C16.25.10.02.005	Curva 45 longa 50mm	unid.	2,00	15,07	19,59
10.5.3	C16.25.10.08.020	Curva 90 curta 100mm	unid.	2,00	22,38	29,09
10.5.4	C16.25.10.08.003	Curva 90 curta 40mm	unid.	24,00	7,44	9,67
10.5.5	C16.25.10.08.005	Curva 90 curta 50mm	unid.	6,00	11,31	14,70
10.5.6	C16.25.10.04.015	Curva 90 longa 100mm	unid.	2,00	31,75	41,28
10.5.7	C16.25.10.04.005	Curva 90 longa 50mm	unid.	2,00	9,18	11,93
10.6		Joelhos				
10.6.1	C16.25.10.34.025	Joelho 45 100mm	unid.	2,00	16,01	20,81
10.6.2	C16.25.10.34.005	Joelho 45 40mm	unid.	19,00	8,52	11,08
10.6.3	C16.25.10.34.010	Joelho 45 50mm	unid.	2,00	9,17	11,92
10.6.4	C16.25.10.28.005	Joelho 90 40mm	unid.	2,00	9,98	12,97
10.6.5	C16.25.10.28.010	Joelho 90 50mm	unid.	13,00	11,76	15,29
10.6.6	C16.25.10.28.020	Joelho 90 100mm	unid.	4,00	16,33	21,23
10.6.7	C16.25.10.40.005	Joelho 90 c/ visita 100-50mm	unid.	2,00	33,26	43,24
						86,48

Anexo 12 – Orçamento Sintético Global

ORÇAMENTO SINTÉTICO GLOBAL						
					data:	
item	cod. ippuj	Descrição	unid	qtdé	unit ippuj	BDI
10.6.8	C16.25.10.24.005	Joelho 90 c/anel p/ esgoto secundário 40mm - 1.1/2"	unid.	24,00	8,53	11,09
10.7		Junção simples				266,14
10.7.1	C16.25.10.48.030	Junção simples 100mm - 100mm	unid.	3,00	29,75	38,68
10.7.2	C16.25.10.48.010	Junção simples 100mm - 50mm	unid.	1,00	24,15	31,40
10.7.3	C16.25.10.50.020	Junção simples 100mm - 75mm	unid.		48,23	62,70
10.7.4	C16.25.10.48.025	Junção simples 50mm - 50mm	unid.	2,00	13,69	17,80
10.8		Ralos				35,59
10.8.1	C16.25.05.84.005	Ralo sifônado pvc conico 100x40mm c/ grelha redonda branca	unid.	3,00	16,15	21,00
10.9		Reduções excentricas				62,99
10.9.1	C16.25.05.87.015	Redução excentrica 100mm - 75mm	unid.	3,00	14,45	18,79
10.10		Sifões				56,36
10.10.1	C16.25.05.99.022	Sifão de copo p/ pia e lavatório 1" - 2" PVC	unid.	5,00	44,20	57,46
10.10.2	C16.10.05.80.010	Sifão cromado p/ pia e lavatório tipo copo 1 x 1 1/2"	unid.	20,00	40,11	52,14
10.10.3	C16.25.05.99.011	Sifão flexivel p/ Mictório 1 1/4" - 2" PVC	unid.	1,00	27,47	35,71
10.10.4	C16.25.05.99.025	Sifão flexivel p/ coluna 1 1/2"	unid.	2,00	21,73	28,25
10.11		Tês sanitários				56,50
10.11.1	C16.25.10.76.005	Tê sanitário 100mm - 100mm	unid.	3,00	28,03	36,44
10.11.2	C16.25.10.76.020	Tê sanitário 100mm - 50mm	unid.	4,00	27,33	35,53
10.11.3	C16.25.10.76.010	Tê sanitário 50mm - 50mm	unid.	5,00	13,71	17,82
10.12		Tubos				89,12
10.12.1	C16.25.15.25.020	Tubo PVC ponta-bolsa c/ virola 100mm - 4"	m	79,01	23,79	30,93
10.12.2	C16.25.15.25.010	Tubo PVC ponta-bolsa c/ virola 50mm - 2"	m	28,64	13,63	17,72
10.12.3	C16.25.15.30.005	Tubo rígido c/ ponta e bolsa soldável 40mm	m	42,92	10,81	14,05
10.12.4	C16.25.15.15.011	Tubo rígido c/ ponta lisa 40mm	m	21,17	8,28	10,76
10.12.5	C16.25.15.15.010	Tubo rígido c/ ponta lisa 50mm - 2"	m	46,35	13,63	17,72
10.12.6	C16.25.15.15.020	Tubo rígido c/ ponta lisa 100mm - 4"	m	15,00	20,91	27,18
10.12.7	C16.25.15.15.025	Tubo rígido c/ ponta lisa 150mm - 6"	m	5,00	32,02	41,63
10.13		Válvulas				208,13
10.13.1	1393	Válvula p/ pia 1" tipo americana	unid.	7,00	34,16	44,41
10.13.2	1374	Válvula p/ tanque	unid.	2,00	44,77	58,20
10.13.3	1395	Válvula em plástico branco 1" p/ pia e tanque	unid.	20,00	1,63	2,12
10.13.4	C16.10.05.82.030	Válvula de esfera em bronze ref 1552-b 1 1/2"bruta	unid.	2,00	110,11	143,14
10.14		Fossas sépticas				286,29
10.14.1	C16.50.05.080.035	Fossa séptica instalada p/ 250 contribuintes ($\varnothing 3,0$ h=2,5m)	unid.	1,00	3.112,57	4.046,34
10.15		Filtros anaeróbios				4.046,34
10.15.1	C16.50.05.085.035	Filtro anaeróbio instalado	unid.	1,00	2.739,51	3.561,36
					subtotal item 10	26.994,93
		11. Instalações preventivas de incêndio				
11.1		Extintores				
11.1.1	C10.82.05.24.005	Suporte para fixação de extintor na parede	unid.	5,00	5,49	7,14
11.1.2	C16.35.05.35.015	Extintor de incêndio c/ carga de po químico seco pqs 6kg	unid.	3,00	124,82	162,27
11.1.2	C16.35.05.30.010	Extintor de incêndio c/ carga gas carbônico co2 6Kg	unid.	2,00	380,66	494,86
11.2		Placas				989,72
11.2.1	C16.35.05.70.005	Placa sinalizadora de extintores auto colante, dentro da norma do corpo de bombeiro.	unid.	5,00	9,23	12,00
11.2.2	C16.35.05.70.010	Placa sinalizadora (redonda) proibido depositar materiais auto colante, dentro da norma do corpo de bombeiro.	unid.	5,00	7,54	9,80
11.3		Luminária				49,01
11.3.1	C10.44.05.17.005	Bloco autônomo de balizamento com a inscrição "saída"	unid.	6,00	63,25	82,23
					subtotal item 11	493,35
		12. Instalação elétrica				
12.1		Entrada de energia				
12.1.1	C21.15.64.05.005	Isolador roldana	unid.	2,00	5,53	7,19
12.1.2	C21.15.02.07.005	Armação secundária em aço laminado 1 estribo, haste 16x150 mm, com Isolador de porcelana e abraçadeira de 2".	unid.	2,00	34,89	45,36
12.1.3	C21.20.10.20.006	Poste de concreto 8m / 300 daN	unid.	1,00	572,38	744,09
12.1.4	C21.15.02.25.027	Cabecote 2"	unid.	2,00	11,26	14,64
12.1.5	C21.15.02.41.005	Cinta de alumínio para poste (L=18mm e C= 1000mm)	unid.	3,00	5,64	7,33
12.1.6	C21.15.10.15.020	Cabo de cobre nú #25mm ²	m	3,00	13,94	18,12
12.1.7	C21.15.10.11.025	Cabo aéreo multiplexado # 35mm ² com 04 vias	m	7,00	23,83	30,98
12.1.8	C21.15.26.10.005	Caixa de inspeção de aterramento tipo embutir c/ tampa e alça	unid.	1,00	52,35	68,06
12.1.9	C21.10.12.05.018	Caixa para medidor eletrônico de energia	unid.	1,00	901,92	1.172,50
12.1.10	21.15.58.15.020	Haste de aterramento 5/8" 2400mm com grampo	unid.	1,00	52,28	67,96
12.2		Caixa de inspeção				67,96
12.2.1	C16.50.05.091.035	Caixa de inspeção em alvenaria revestida internamente com argamassa de cimento e areia sem peneirar traço 1:2:8, lastro de concreto e= 10cm, tampa em concreto armado e= 5cm - para instalação elétrica, conforme projeto.	unid.	1,00	333,84	433,99
12.2.2	C16.50.05.091.035	Caixa de inspeção em alvenaria revestida internamente com argamassa de cimento e areia sem peneirar traço 1:2:8, lastro de concreto e= 10cm, tampa em concreto armado e= 5cm - para instalação telefônica, conforme projeto.	unid.	1,00	333,84	433,99
12.3		Cabos				433,99
12.3.1	C21.15.10.68.007	Cabo de sinal cobre tipo PP, 4 fios 1,5mm ²	m	64,00	5,75	7,48
12.3.2	C21.15.10.55.015	Cabo de cobre isolamento anti-chama 450/750v 2,5mm ² , flexivel, tp foresplast alcoa ou equivalente	m	3.250,00	4,47	5,81
12.3.3	C21.15.10.55.020	Cabo de cobre isolamento anti-chama 450/750v 4mm ² , flexivel, tp foresplast alcoa ou equivalente	m	450,00	5,11	6,64
12.3.4	C21.15.10.55.025	Cabo de cobre isolamento anti-chama 450/750v 6mm ² , flexivel, tp foresplast alcoa ou equivalente	m	580,00	6,42	8,35
12.3.5	C21.15.10.60.020	Cabo de cobre isolamento anti-chama 0,6/1Kv 6,0mm ² , flexivel, tp sintenax ou equivalente	m	320,00	5,11	6,64
						2.125,76

Anexo 12 – Orçamento Sintético Global

ORÇAMENTO SINTÉTICO GLOBAL						
					data:	
item	cod. ippuj	Descrição	LS	125,58%	REV05	BDI
12.3.5	C21.15.10.60.040	Cabo de cobre isolamento anti-chama 0,6/1Kv 35mm ² , flexivel, tp sintenax ou equivalente	m	240,00	20,69	26,90 6.455,28
12.3.6	C21.15.10.55.030	Cabo de cobre isolamento anti-chama 450/750v 10mm ² , flexivel, tp forespast alcoa ou equivalente	m	200,00	9,09	11,82 2.363,40
12.3.7	C21.15.10.55.025	Cabo de cobre isolamento anti-chama 0,6/1Kv 2,5mm ² , flexivel, tp sintenax ou equivalente	m	16,00	6,42	8,35 133,54
12.3.8	C21.15.10.55.040	Cabo de cobre isolamento anti-chama 450/750v 35mm ² , flexivel, tp piastic ou equivalente	m	50,00	20,69	26,90 1.344,85
12.4		Disjuntores				
12.4.1	C21.15.40.50.004	Disjuntor termomagnético monopolar 10a padrão DIN	unid.	1,00	13,70	17,81 17,81
12.4.2	C21.15.40.50.107	Disjuntor termomagnético monopolar 16a padrão DIN	unid.	42,00	11,92	15,50 650,83
12.4.3	C21.15.40.50.110	Disjuntor termomagnético monopolar 25a padrão DIN	unid.	12,00	11,92	15,50 185,95
12.4.5	C21.15.40.50.111	Disjuntor termomagnético monopolar 32a padrão DIN	unid.	10,00	11,92	15,50 154,96
12.4.6	C21.15.40.40.167	Disjuntor termomagnético tripolar 50a padrão DIN	unid.	4,00	46,38	60,29 241,18
12.4.7	C21.15.40.40.065	Disjuntor termomagnético tripolar 100a padrão AMERICANO	unid.	1,00	95,58	124,25 124,25
12.4.8	C21.15.40.40.065	Disjuntor termomagnético tripolar 100a padrão DIN	unid.	1,00	95,58	124,25 124,25
12.5		Interruptores				
12.5.1	C21.15.62.10.020	Interruptor simples embutir 10a/250v c/placa	unid.	35,00	6,93	9,01 315,32
12.5.2	C21.15.62.15.005	Interruptor e teclas simples embutir 10a/250v	unid.	11,00	11,09	14,42 158,59
12.6		Eletrodutos				
12.6.1	C21.10.30.15.010	Eletroduto pvc flexivel corrugado 20mm tipo tigreflex ou equivalente	m	1.450,00	4,66	6,06 8.784,10
12.6.2	C21.10.30.15.015	Eletroduto pvc flexivel corrugado 25mm tipo tigreflex ou equivalente	m	80,00	4,94	6,42 513,76
12.6.3	C21.10.30.25.021	Eletroduto PEAD 2"	m	50,00	15,46	20,10 1.004,90
12.6.4	C21.10.30.25.022	Eletroduto PEAD 3"	m	50,00	17,47	22,71 1.135,55
12.6.5	C21.10.30.25.015	Eletroduto PEAD 1 1/4"	m	120,00	8,55	11,12 1.333,80
12.6.6	C21.10.30.05.030	Eletroduto de PVC rígido Ø2"	m	24,00	13,28	17,26 414,34
12.7		Dispositivos DR				
12.7.1	C21.15.62.01.001	Interruptor diferencial residual bipolar 25A	unid.	3,00	115,07	149,59 448,77
12.7.2	C21.15.62.01.004	Interruptor diferencial residual tetrapolar 25A	unid.	3,00	88,11	114,54 343,63
12.7.3	C21.15.62.01.005N	Interruptor diferencial residual tetrapolar 60A	unid.	2,00	118,85	154,51 309,01
12.8		Luminárias				
12.8.1	C21.15.66.33.015	Luminária de sobrepor em chapa de aço, refletor em alumínio anodizado, para duas lampadas fluorescentes de 32W (ILS 955/232), completo com reator eletrônico e duas lâmpadas fluorescentes super 84 de 32W.	unid.	67,00	141,28	183,66 12.305,49
12.8.2	C21.15.66.30.005	Luminária calha em chapa aço sobrepor c/ 1 lampada fluorescente 32w (completa, incl. Reator afp partida rápida e lampada)	unid.	29,00	51,22	66,59 1.930,99
12.8.3	C21.15.66.23.007	Luminária PL 26W tipo arandela em chapa de aço, completo com reator integrado e uma lampada.	unid.	12,00	77,37	100,58 1.206,97
12.9		Tomadas				
12.9.1	C21.15.88.10.005	Tomada Padrão ABNT 20A	unid.	175,00	27,42	35,65 6.238,05
12.9.2	c21.35.05.15.005	Tomada parede para rede de dados/voz 2xRJ45 fêmea	unid.	26,00	35,28	45,86 1.192,46
12.10		Dispositivos de Rele				
12.10.1	C21.15.82.05.005	Fotocélula (Rele-Fotoelétrico)	unid.	1,00	30,46	39,60 39,60
12.11		Aquecedores elétricos				
12.11.1	MERCADO	Aquecedor elétrico versatil 25 A, para pia	unid.	6,00	186,20	242,06 1.452,36
12.12		Exaustores				
12.12.1	MERCADO	Exaustor de fixação teto ou parede para banheiro	unid.	2,00	228,81	297,45 594,91
12.13		Quadros				
12.13.1	C21.05.05.0380	Quadro de distribuição de embutir p/ 60 disjuntores padrão DIN c/ acessórios e montagem	unid.	3,00	738,51	960,06 2.880,19
12.13.2	C21.05.05.0325	Quadro de distribuição de embutir p/ 12 disjuntores padrão DIN c/ acessórios e montagem	unid.	1,00	220,01	286,01 286,01
12.14		Caixas de passagem				
12.14.1	C21.10.10.10.005	Caixa de Pvc 4x4" Embutida na Parede c/ Espelho c/Furo p/ Saída de Cabos	unid.	303,00	5,99	7,79 2.359,46
12.14.2	C21.10.10.10.010	Caixa de Passagem Octogonal PVC 4X4" Instalada no teto c/ espelho cego	unid.	102,00	6,76	8,79 896,38
12.15		Poste externo				
12.15.1	C10.44.05.65.017	Poste cônico contínuo galvanizado à fogo engastado h=6,0m com 2 luminárias decorativas, lâmpada vapor metálico de 150W	unid.	8,00	1.015,38	1.319,99 10.559,95
12.16		Comunicação e dados				
12.16.1	C21.40.10.10.010	Cabo de rede tipo par trançado UTP categoria 5e	m	630,00	9,85	12,81 8.067,15
12.16.2	c21.25.05.15.005	Cabo telefônico tp ct-apl para 10 pares	m	70,00	5,42	7,05 493,22
12.16.3	C21.25.05.005	Cabo telefônico s/ blindagem int cci 1 par	m	630,00	0,87	1,13 712,53
						subtotal item 12 110.441,91
13		Serviços Gerais Externos				
13.1		Compressor e Expurgo				
13.1.1	C10.84.40.05.007	Abrigo expurgo e lixo. (conforme projeto)	UN	1,00	9.139,54	11.881,40 11.881,40
13.1.2	C10.84.40.05.009	Abrigo ar comprimido vácuo. (conforme projeto)	UN	1,00	4.799,13	6.238,87 6.238,87
13.2		Limpeza				
13.2.1	C10.93.05.05.005	Limpeza geral da edificação	M2	495,87	6,00	7,80 3.867,79
13.3		Drenagem do Pátio				
13.3.1	C10.20.05.05.010	Assentamento de tubulação de concreto poroso, diâm. 0,20m envolvido por manta geotêxtil	m	153,04	31,14	40,48 6.195,37
13.3.2	C10.20.10.15.025	Vala para drenagem de terreno com tubo corrugado Ø200mm envolto em material drenante, brita3 e por manta geotêxtil (largura 50, profundidade 70cm)	m	153,04	114,81	149,25 22.841,68
13.3.3	C10.20.05.10.010	Caixa de passagem - ligação/inspeção para tubulação de Ø 0,20m	unid	24,00	412,77	536,60 12.878,42
13.3.4	362	Fornecimento de calha de concreto Ø 20cm	m	151,50	12,25	15,93 2.412,64
13.3.5	C10.20.10.05.002	Assentamento de calha de concreto Ø 0,20m	m	151,50	26,72	34,74 5.262,50
13.4		Delimitações				
13.4.2	C10.84.10.01.005N	Gradil enrijecido em tela eletrosoldada, malha 5x25cm, altura de 203cm, fixada em montante metálico com altura de 260cm e viga baldrame 15x25cm	m ²	339,13	201,55	262,02 88.857,15
13.4.3	C10.64.05.60.020	Portão de correr em tela malha15x15cm, com montante em aço galvanizado	m ²	23,14	260,98	339,27 7.850,80
13.4.4	C10.84.15.20.005	Guia pré fabricada de concreto reta ou curva, assentada com concreto fck 15MPa	m	259,01	37,03	48,14 12.468,48
13.4.5	C10.84.15.25.015	Gelo baiano	m	371,80	15,34	19,94 7.414,44
13.4.6	C35.45.20.10.011	Rebaixão de calçada, largura 4,0m	unid	1,00	341,29	443,68 443,68

Anexo 12 – Orçamento Sintético Global

ORÇAMENTO SINTÉTICO GLOBAL							
				data:			
item	cod. ippj	Descrição		LS	125,58%	REV05	BDI
		Obra: Construção da UBS Padrão Ulysses Guimarães					
		Endereço: Rua Cidade de Barretos, s/n - Ulysses Guimarães- Joinville/SC					
13.4.7	C35.12.03.05.010	Fornecimento, transporte e espalhamento de argila nos passeios	unid	m	76,10	13,55	17,62 1.340,50
13.4.8	C10.84.45.05.013	Bicicleário em concreto - módulo para 1 bicicleta	unid		22,00	19,88	25,84 568,57
13.4.9	326	Brita 2 (frete incluso) - estacionamento	m³		866,27	50,31	65,40 56.656,66
13.4.10	C10.88.15.22.005N	Aplicação de brita para estacionamento	m²		866,27	10,71	13,92 12.061,08
13.4.11	C10.56.10.05.015N	Piso cimentado, desempenado traço 1:7 esp:7cm(calçada externa)	m²		235,48	48,17	62,62 14.745,99
13.4.12	C35.12.10.10.007	Passeio padrão tipo PMJ liso c/ guia em podotátil sobre argamassa de cimento e areia traço 1:3	m²		37,35	58,12	75,56 2.822,02
13.5		Muro de contenção em concreto armado					
13.5.1	C10.24.10.05.005	Broca de concreto armado, Ø:20 cm	m		108,00	23,08	30,00 R\$ 3.240,43
		Concreto bombabeável dosado em central fck 25,0 mpa - abatimento 8 ± 1cm - brita 1	m³		30,00	270,00	351,00 R\$ 10.530,00
13.5.2	C10.24.35.20.180		m³		30,00	83,37	108,38 R\$ 3.251,43
13.5.3	C10.24.40.05.005	Transporte, lançamento, adensamento e acabamento do concreto em fundação	m³		30,00	38,81	50,45 R\$ 1.513,59
13.5.4	C10.24.40.05.010	Bombeamento de concreto, transporte vertical e horizontal	m³		215,00	27,11	35,24 R\$ 7.577,25
13.5.5	C10.28.05.05.025	Forma de madeira de qualidade	KG		1.868,00	5,76	7,49 R\$ 13.987,58
13.5.6	C10.28.10.10.005	Armadura de aço CA-50	m²		220,00	5,01	6,51 R\$ 1.432,86
13.5.7	C35.05.25.25.005	Colocação de geotextil não-tecido (espessura: 2,30mm / largura: 2,15m / densidade: mínimo 180g/m² / resistência bidirecional: 20 kn/m)	m²		30,60	58,89	76,56 R\$ 2.342,64
13.5.8	C10.24.20.30.005	Espalhamento de brita nº 4 (exclusive compactação)	m		36,00	32,12	41,76 R\$ 1.503,22
13.5.9	C16.05.15.10.020	Tubo pvc pbv série r/p/ esg ou águas pluviais predial dn 100 mm					
				subtotal item 13		322.187,04	
				TOTAL GERAL		R\$ 1.242.966,27	

Fonte: SES (2018)