

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VÁRZEA GRANDE  
FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO  
TRABALHO FINAL DE GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA, URBANISMO E PAISAGISMO

**CASA EFICIENTE EM CUIABÁ- PARÂMETROS DE IMPLANTAÇÃO DA CERTIFICAÇÃO  
DO PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA - PROCEL.**

**JOSÉ ALEXANDRE DE OLIVEIRA NETO**

**PROF. MSC. CARMELINA SUQUERÊ DE MORAES**  
Várzea Grande - MT, maio de 2018.

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VÁRZEA GRANDE  
FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO

TRABALHO FINAL DE GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA, URBANISMO E PAISAGISMO

**CASA EFICIENTE EM CUIABÁ- PARÂMETROS DE IMPLANTAÇÃO DA CERTIFICAÇÃO  
DO PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA – PROCEL.**

**JOSÉ ALEXANDRE DE OLIVEIRA NETO**

*Monografia apresentada junto ao curso de Arquitetura e Urbanismo do Centro  
Universitário de Várzea Grande - MT, como requisito para obtenção do título de Graduado.*

**PROF. MSC. CARMELINA SUQUERÊ DE MORAES**

Várzea Grande - MT, maio de 2018.

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VÁRZEA GRANDE

FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO

TRABALHO FINAL DE GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA, URBANISMO E PAISAGISMO

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VÁRZEA GRANDE  
FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO  
TRABALHO FINAL DE GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA, URBANISMO E PAISAGISMO


**FOLHA DE APROVAÇÃO**

**Título:** CASA EFICIENTE EM CUIABÁ – PROPOSTA DE IMPLANTAÇÃO DA CERTIFICAÇÃO DO PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA - PROCEL

**Aluno:** JOSÉ ALEXANDRE DE OLIVEIRA NETO

**ORIENTADORA:** PROF. MSC. CARMELINA SUQUERÊ DE MORAES

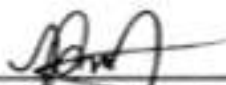
Aprovado em 5 de Julho de 2018.

  
Prof. Msc. Carmelina Suquerê de Moraes  
Coordenadora do curso de Arquitetura e Urbanismo

Comissão Examinadora:



**Prof. Msc. Carmelina Suquerê de Moraes**  
Centro Universitário de Várzea Grande - UNIVAG  
Orientadora



**Prof. Esp. Fernando Márcio Paiva Machado**  
Centro Universitário de Várzea Grande - UNIVAG  
Examinador Interno UNIVAG



**Prof. Msc. Carlos Eduardo Vilela Galvão**  
Arquiteto e Urbanista  
Examinador Externo

## **DEDICATÓRIA**

Primeiramente gostaria de dedicar o sucesso obtido até o presente momento a Deus, por ter me concedido alcançá-lo e por colocar pessoas que tiveram grande impacto dentre os esforços para execução da monografia. Não podendo deixar de lembrar dos meus pais por permitir concessões para tornar a trajetória mais confortável.

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer novamente a Deus, por tudo que tem feito em minha vida e permitir a realização de um sonho. Quero agradecer aos meus pais por me auxiliar desde o início da faculdade. Quero agradecer a Prof. Msc. Carmelina Suquerê de Moraes por ter me auxiliado na trajetória, principalmente no período final, como orientadora. Quero agradecer a Adriely Francisco Ferreira, pelo apoio por ela concedido desde o início da graduação, pela troca de conhecimento até o final. Quero agradecer a Jocilene Ibanez, Kessia Anielle, Patricia Catanho, e Yngrid do Pardo pelo carinho e auxílio durante a graduação. Quero agradecer a Diandra Cremasco Leite, por ser minha dupla desde o 4º semestre e por me lembrar duplas brigam muito. Quero agradecer a Patricia Catanho pelo apoio emocional e por me dar caronas quando necessário. Quero agradecer a Diandra Cremasco, Fernanda Sena e Karine Louise por me mostrar que desistir não seria o caminho mais fácil, serei eternamente grato. Por fim quero agradecer a todos que contribuíram de alguma forma para que fosse possível realizar um dos meus desejos mais importantes, a 1º graduação.

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	2
LISTA DE TABELAS .....	3
LISTA DE QUADROS ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.	
LISTA DE GRÁFICOS..... ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.	
LISTA DE MAPAS.....ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.	
RESUMO .....	4
ABSTRACT.....	5
<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>6</b>
1.1 PROBLEMÁTICA.....	6
1.2 JUSTIFICATIVA.....	8
1.3 OBJETIVOS .....	10
1.4 ESTRUTURA DA MONOGRAFIA .....	10
<b>2. EFICIENCIA ENERGÉTICA NAS EDIFICAÇÕES.....</b>	<b>12</b>
2.1 EFICIENCIA ENERGÉTICA NO BRASIL.....	12
2.2 POLITICAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA NO BRASIL.....	13
<b>3. CERTIFICAÇÕES .....</b>	<b>14</b>
3.1 BREEAM.....	16
3.2 AQUA.....	17
3.3 LEED.....	19
3.4 GBC BRASIL.....	20
3.5 PROCEL .....	21
<b>4. ASPECTOS NORMATIVOS .....</b>	<b>23</b>
4.1 O Programa Brasileiro de Etiquetagem de Edificações – PBE Edifica .....	23
4.2 RTQ-R.....	24
4.3 METODOLOGIA PARA OBTENÇÃO DA ETIQUETAGEM .....	26
4.4 PROCEDIMENTOS PARA DETERMINAÇÃO DA EFICIENCIA ENERGÉTICA – METODO PRESCRITIVO .....	32
<b>5. ASPECTOS TÉCNICOS .....</b>	<b>33</b>
5.1 PROJETOS DE REFERENCIA .....	33
5.1.1 CASA EFICIENTE .....	33
5.1.2 CASA ÁTRIO .....	35
5.1.3 PROJETO RESIDENCIAL EM CAMPINAS, LPC – ENGENHARIA DE CONSTRUÇÕES.....	37
<b>6 METODOLGIA .....</b>	<b>40</b>
6.1. ÁREA DE ESTUDO .....	40
6.1.1 CARACTERISTICAS DA ÁREA DE INTERVENÇÃO E SEU ENTORNO.....	40
6.1.2 CURVAS DE NÍVEL NO TERRENO E SEU ENTORNO .....	41
6.1.3 HIERARQUIA DE VIAS E ACESSOS PRINCIPAIS.....	41
6.1.4 INSOLAÇÃO E PREDOMINANCIA DOS VENTOS.....	41
6.3. ZONEAMENTO URBANO E ÍNDICES URBANISTICOS .....	42
6.4. PARTIDO ARQUITETÔNICO.....	43
6.5. CONCEITO ADOTADO .....	43

<b>6.6. PLANO DE NECESSIDADES .....</b>	<b>44</b>
<b>6.7. ESTUDOS INICIAIS .....</b>	<b>45</b>
6.7.1 DIRETRIZES BÁSICAS PARA A SELEÇÃO DOS MATERIAS DE ACORDO COM AS CARACTERISTICAS DA ZONA BIOCLIMATICA 7. ....	45
6.2.3 SISTEMA DE AQUECIMENTO SOLAR TÉRMICO .....	46
6.7.1 PRÉ-DIMENSIONAMENTO.....	49
6.7.2 ORGANOGRAMA.....	47
6.7.3 FLUXOGRAMAS.....	48
6.7.4 ENSAIOS GRAFICOS.....	49
<b>7. O PROJETO .....</b>	<b>50</b>
<b>7.1. IMPLANTAÇÃO.....</b>	<b>50</b>
7.1.1 paisagismo .....	50
<b>7.2. PLANTA BAIXA .....</b>	<b>51</b>
<b>7.3. VOLUMETRIA .....</b>	<b>52</b>
<b>7.4. LAYOUT.....</b>	<b>53</b>
<b>7.4. SETORIZAÇÃO .....</b>	<b>54</b>
<b>8. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>55</b>
<b>9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>56</b>
9.1 REFERÊNCIAS CITADAS.....	56
9.2 REFERÊNCIAS CONSULTADAS.....	63
<b>APÊNDICES .....</b>	<b>65</b>
<b>APÊNDICE A.....</b>	<b>65</b>
<b>APÊNDICE B.....</b>	<b>65</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – Ilha de Calor .....	08
Figura 02 - Panorama geral de atuação selo BREEAM .....	17
Figura 03 - As dimensões da certificação BREEAM .....	17
Figura 04 – Pontuação do BREEAM .....	18
Figura 05 – Processo de certificação – Auditoria .....	19
Figura 06 – Variação dos selos LEED .....	20
Figura 07 – Dimensões da certificação LEED .....	20
Figura 08 – As dimensões da certificação GBC – Casa .....	21
Figura 09 – Níveis de eficiência - Selo PROCEL .....	23
Figura 10 - Linha do tempo – PBE Edifica .....	24
Figura 11 – Linha do tempo das publicações – PBE Edifica .....	25
Figura 12 – Casa Eficiente – Florianópolis SC .....	34
Figura 13 - Estratégia de ventilação .....	35
Figura 14 – Fachada principal - Casa átrio .....	36
Figura 15 – Fachada frontal – Residencial .....	38
Figura 16 – Composição do painel – ECOGRID .....	39
Figura 17 – Características térmicas da cobertura .....	44
Figura 18 - Características térmicas da cobertura jardinada .....	44
Figura 19 - Características térmicas da alvenaria .....	45
Figura 20 – Desenho esquemático - Aquecimento de água .....	46
Figura 21 – Organograma .....	48

Figura 22 – Fluxograma - Térreo .....	48
Figura 23 – Fluxograma – Pavimento superior .....	48
Figura 24 – Ensaio Gráfico 01 .....	49
Figura 25 – Ensaio Gráfico 02 .....	49
Figura 26 – Ensaio Gráfico 03.....	49
Figura 27 – Ensaio Gráfico 04.....	49
Figura 28 – Implantação .....	50
Figura 29 – Paisagismo .....	50
Figura 30 – Planta Baixa - Térreo .....	51
Figura 31 – Planta Baixa – Pavimento Superior .....	51
Figura 32 – Volumetria 01 .....	52
Figura 33 – Volumetria 02 .....	52
Figura 34 – Volumetria 03 .....	52
Figura 35 – Volumetria 04 .....	52
Figura 36 – Planta de Layout - Térreo .....	53
Figura 37 – Planta de Layout – Pavimento Superior .....	53
Figura 38 – Setorização - Térreo .....	54
Figura 39 – Setorização – Pavimento Superior .....	54

## LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Ranking das tarifas mais altas em R\$/Kwh das cidades brasileiras.	08
Tabela 02 – Indicadores de resultados das ações do PROCEL 2016 .....	10
Tabela 03 – Pontuação mínima exigida por nível da ENCE .....	26
Tabela 04 – Coeficientes para a equação .....	28
Tabela 05 - Pré-requisitos para envoltória Zona Bioclimática 7 .....	30
Tabela 06 - Áreas mínimas para ventilação – Zona Bioclimática 7 .....	31
Tabela 07 – Classificação RTQ-R – Casa Átrio .....	37
Tabela 08 - Hierarquia Viária .....	40
Tabela 09 – Índices Urbanísticos do Município de Cuiabá – MT .....	41
Tabela 10 – Pré-dimensionamento do Setor Social .....	47
Tabela 11 – Pré-dimensionamento do Setor Íntimo .....	47
Tabela 12 – Pré-dimensionamento do Setor de Serviço .....	47

## LISTA DE QUADROS

Quadro 01 – Quadro resumo – Diretrizes .....	29
Quadro 02 – Quadro resumo – Envoltória .....	30
Quadro 03 – Pré-requisitos de ventilação cruzada – Casa Átrio .....	37
Quadro 04 – Quadro resumo da Planilha de Cálculo do Desempenho da UH .....	55

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01 – Perfil mínimo de desempenho .....	19
Gráfico 02 – Fator para carga térmica em função da área das janelas .....	56
Gráfico 03 – Estimativa de carga térmica de verão .....	57

## LISTA DE MAPAS

Mapa 01 – Localização do bairro .....	45
Mapa 02 – Localização do terreno .....	45

## RESUMO

NETO, J. A. O. **Casa Eficiente em Cuiabá- Parâmetros para implantação da certificação do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL).** 2018. Monografia (Bacharelado em Arquitetura e Urbanismo), Faculdade de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia, Centro Universitário de Várzea Grande, Cuiabá, 2018.

O objetivo principal desta pesquisa propõe uma análise para certificação de uma residência unifamiliar adotando os parâmetros para atender as diretrizes do RTQ-R, visando o uso racional de energia, a qualidade de vida, bem como a sustentabilidade por meio da eficiência energética e redução do impacto ao meio ambiente causado pela construção civil. Apresenta-se inicialmente o contexto da eficiência energética no Brasil e as políticas de incentivo, considerando a necessidade de aumentar a abrangência do tema devido ao elevado consumo energético, a redução do consumo de recursos naturais e a redução da emissão de CO<sup>2</sup>. O procedimento para aquisição do Selo Procel Edificações é proposto por normativas, regulamentos e manuais

estabelecidos pelos órgãos regulamentadores, para atender as diretrizes contidas no processo de certificação, bem como benefícios da qualidade de vida do usuário final e as políticas de incentivo. Os dados para confirmação da eficiência energética da proposta serão realizados por meio do método prescritivo, cujo será realizado em fase projeual, para obtenção do nível “A” (máximo) da Etiqueta ENCE.

**Palavras-Chave:** Certificação, Eficiência energética, RTQ-R, Selo Procel Edificações.

#### ABSTRACT

NETO, J. A. O. **Efficient House in Cuiabá- Parameters for implementation of the certification of the National Program for the Conservation of Electric Energy (PROCEL)**. 2018. Monography (Bachelor of Architecture and Urbanism), Faculty of Architecture, Engineering and Technology, University Center of Várzea Grande, Cuiabá, 2018.

The main objective of this research is to certify a single-family residence adopting the parameters to meet the guidelines of the RTQ-R, aiming at the rational use of energy, quality of life, as well as sustainability through energy efficiency and reduction of impact to the environment caused by construction. Initially, the context of energy efficiency in Brazil and the incentive policies are presented, considering the need to increase the scope of the theme due to the high energy consumption, the reduction of the consumption of natural resources and the reduction of CO<sup>2</sup> emission. The procedure for acquiring the Procel Buildings Seal is proposed by normative, regulations and manuals established by regulatory agencies to meet the guidelines contained in the certification process, as well as end user quality of life benefits and incentive policies. The data to confirm the energy efficiency of the proposal will be carried out by means of the prescriptive method, which will be carried out on a projective basis, to obtain the level "A" (maximum) of the Tag ENCE.

**Key words:** Certification, Energy Efficiency, RTQ-R, Seal Procel Buildings.

## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 PROBLEMÁTICA

A necessidade de introduzir tecnologia para gerar energia renovável, tem ganhado força nos debates na atualidade por se caracterizar como solução para os problemas do consumo desenfreado de bens naturais finitos. Os estudos sobre fonte de energia renováveis têm um ponto de partida a crise de 70, quando os países se veem forçados a investir em fontes de energia secundárias, devido à desvalorização do dólar e o aumento abusivo do valor do petróleo pela OPEP (Melo, 2008).

No Brasil a matriz energética tem por predominância a geração por hidrelétricas, que se relacionam diretamente com as termoelétricas devido aos problemas de geração de energia associados as oscilações do regime de chuva, porém tem impacto negativo na economia e ao meio ambiente. Os impactos ao meio ambiente são relacionados a ambos os meios de geração de energia, a hidrelétrica por utilizar a água como matérias prima e os danos

por sua implantação e a termoelétrica tem sido responsável por uma enorme emissão de gases danosos ao meio ambiente (ASM, 2018).

Além da necessidade de nova tecnologia para a melhoria da qualidade de vida de recuperação dos recursos naturais, nota-se uma preocupação com a qualidade da energia elétrica fornecida de pela concessionária. Em conformidade com Associação Brasileira de Distribuidores de Energia Elétrica (ABRADEE), o serviço de fornecimento teve boa avaliação dos consumidores no relatório do ano de 2015, mesmo se mantendo em posição mediana em comparação aos outros países e apesar da alta carga tributária. Embora o Brasil tenha políticas de que visam favorecer o consumidor como a política de tarifa social que tem mais eficácia em regiões carentes, porém a carga tributária alta advinda de uma sequência de reajustes abusiva e a cidade de Cuiabá é a 8ª colocada num Ranking de 54 cidades brasileiras, como evidenciado na tabela 01.

**Tabela 01:** Ranking das 10 tarifas mais altas em R\$/Kwh, das cidades brasileiras.

Aracaju	0.643 R\$/KWh
Florianópolis	0.626 R\$/KWh
Rio de Janeiro	0.623 R\$/KWh
Florianópolis	0.606 R\$/KWh
Manaus	0.604 R\$/KWh
Belém	0.599 R\$/KWh
Belo Horizonte	0.587 R\$/KWh
Rio de Janeiro	0.575 R\$/KWh
Cuiabá	0.568 R\$/KWh
Goiânia	0.566 R\$/KWh

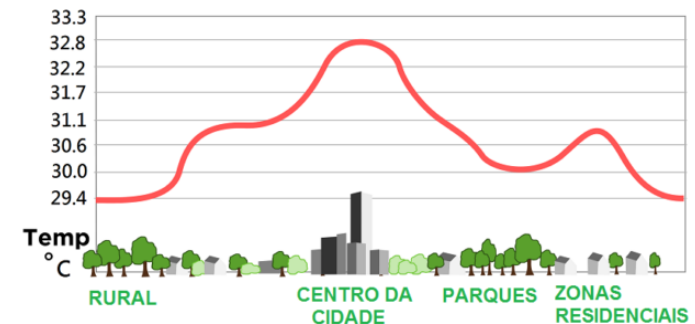
**Fonte:** ANEEL, 2015. Editado pelo autor.

Diante do cenário atual é preciso associar a eficiência energética e o desenvolvimento urbano de modo que as fontes de energia renováveis tendem a contribuir para a resiliência do meio ambiente, auxiliando na redução das ilhas de calor, pelo fato de reduzir a emissão de dióxido de carbono e reduzir a emissão de gases de outras fontes de energia quando relacionado a redução da demanda (CBIC, 2017).

O crescimento urbano das cidades é responsável pela formação das ilhas de calor urbanas, que geram desconforto. Quando formada se espalha de forma homogênea, porém seus

impactos podem ser relativamente maiores em regiões mais desfavorecidas. Tem por meio causador o modo em que o espaço urbano é produzido e reproduzido, situação como a aglomeração de edificações em determinados pontos da cidade (Figura 01), sem a preocupação com os impactos causados ou a eficácia dos meios mitigadores de grandes empreendimentos ou até mesmo uma sequência de pequenos projetos, podem ser responsáveis pela formação do fenômeno ilhas de calor urbana. (NETO; AMORIN, 2017).

**Figura 01:** Ilha de Calor.



**Fonte:** SusntentArqui, 2017.

Muito se compara as árvores com os grandes empreendimentos, mas a diferença pode ser vista quando analisamos seu desempenho durante o dia e a noite. A arborização

reduz diretamente à incidência solar e alguns tipos de árvores trabalham como filtro de ar natural, tendo resultados consideráveis na redução da temperatura e da poluição do ar. Os edifícios auxiliam no sombreamento de ruas e calçadas, reduzindo a incidência solar direta, fazendo com que a temperatura fique mais amena. Porém quando a noite chega os prédios atuam de forma contrária, liberando o calor absorvido durante todo o período de incidência solar, aumentando a temperatura ao redor. (UFMT CIÊNCIA, 2016)

Pode até parecer que não faz diferença, mas enquanto o bairro dos prédios dorme perto dos 30°C, os bairros com bosques chegam abaixo dos 25. Além disso, a transpiração das plantas aumenta a umidade relativa do ar. Na época de seca intensa, isso faz muita diferença na qualidade de vida. (UFMT CIÊNCIA, 2016).

Essa característica dos edifícios está diretamente ligada o processo de criação das ilhas de calor, que tem gerado desconforto tendo como condicionantes as altas temperaturas durante o dia e a dificuldade de baixar a noite, fato também associado a ausência de arborização na cidade de Cuiabá, que um dia já fora conhecida como “cidade verde”. (UFMT CIÊNCIA, 2016).

## 1.2 JUSTIFICATIVA

A certificação funcionando como ferramenta que fornece novas metas e leva a busca de novas tecnologias e fornecem indicadores de qualidade que promove o desempenho para melhoria do conforto, eficiência e retorno econômico da edificação, que devem ser previstos de acordo com os indicadores do local onde será implantada, tendo resultados superiores aos previstos em normas brasileiras (MELHADO, 2018). A certificação Procel em edifícios tem resultado em redução do consumo de 50% em novas edificações e de até 30 % em edificações reformadas, tendo efeito positivo na economia da conta de energia elétrica. Outros benefícios como o conforto e lumínico do ambiente, são garantidos pelo regulamento que exige níveis mínimos de ventilação e iluminação natural (ELETROBRÁS ELETROSUL, 2015).

Isto remete aos conceitos primordiais da arquitetura, tirando proveito positivo da própria natureza, conceitos que foram preteridos por influência das novas tecnologias da segunda metade do século XX. (ELETROBRÁS ELETROSUL, 2015).

A maioria das edificações apresentam grande desperdício de energia, por não considerar aspectos relativos às áreas de arquitetura bioclimática, materiais, equipamentos e tecnologias construtivas que permitam um melhor uso da energia sem abrir mão do conforto dos usuários. Para tanto, as soluções devem ser providas desde a fase do projeto arquitetônico, passando pela construção, até a utilização final (ELETROBRÁS ELETROSUL, 2015).

A Certificação Procel tem forte impacto quando relacionado a promoção o uso eficiente de energia elétrica e vem combatendo o seu desperdício, posição que tem gerado benefícios econômicos e a redução os impactos ambientais. Estima-se que em 2016 o Procel alcançou a nível nacional uma economia de 15,15 bilhões de kwh., evitando que 1,238 milhões de tCO<sup>2</sup> equivalentes fossem liberadas na atmosfera, podendo ser comparado a emissão de CO<sup>2</sup> de 425mil veículos durante um ano. O resultado também está associado a energia fornecida durante o ano de 2016, por uma usina hidrelétrica com capacidade de 3.634 MW, que com ações do Procel conseguiram uma redução na demanda e ponta de 8.375 MW. Os três mais importantes indicadores resultados da economia

alcançados pelo Procel no ano de 2016 são apresentados na tabela 02. (SIQUEIRA, et. al. p. 12, 2017).

**Tabela 02:** Indicadores de resultados das ações do Procel em 2016.

Indicador	Total
Economia em relação ao consumo total de energia elétrica no Brasil (%) <sup>4</sup>	3,29
Economia em relação ao consumo residencial de energia elétrica no Brasil (%)	11,40
Número de residências que poderiam ser atendidas com a energia economizada, durante um ano (milhões) <sup>5</sup>	7,8

**Fonte:** Relatório Procel, 2017.

A economia no consumo anual de 7,8 milhões de residências é associada diretamente ao Selo Procel, como afirma Siqueira (2017) “os resultados energéticos globais alcançados pelo programa se devem principalmente ao Selo Procel”. Tal afirmação se dá pelo destaque dado ao consumidor final, se destacando as orientações e plano de ações que estimulam o uso de equipamentos mais eficientes, tendo forte a contribuição da ENCE (Etiqueta Nacional de Conservação de Energia), concedida pelo INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (SIQUEIRA, et. al. p. 12, 2017).

Ao longo dos anos, o Selo Procel vem contribuindo para um aumento dos índices de eficiência energética de diversos equipamentos e, conseqüentemente, para uma redução significativa do consumo de energia elétrica no país (SIQUEIRA, et. al. p. 12, 2017).

### 1.3 OBJETIVOS

Esta pesquisa tem como objetivo geral realizar um projeto de arquitetura de uma residência unifamiliar que atenda o nível de eficiência energética a luz do Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Residências – RTQ-R.

Os objetivos específicos são:

- Avaliar os pré-requisitos do Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Residências RTQ-R para concepção do projeto;
- Propor a implantação de um uma nova edificação seguindo os critérios estabelecidos no RTQ-R;
- Determinar o desempenho da edificação através do método prescritivo estabelecido no RTQ-R;

- Avaliar as condições para etiquetagem da edificação de acordo com as normas.

### 1.4 ESTRUTURA DA MONOGRAFIA

Este trabalho está estruturado nos seguintes capítulos:

O capítulo 1 apresenta a introdução, objetivo geral e específicos, problemática e justificativa do presente trabalho.

O capítulo 2 aborda a introdução a eficiência energética num contexto no brasil e as políticas de incentivo, bem como o emprego de tecnologias aliadas ao consumo consciente de energia, relatos históricos, e as iniciativas voltadas a potencialização do tema considerando sua atuação no Brasil.

O capítulo 3 apresenta um breve contexto histórico sobre o surgimento das certificações no mundo. Descreve sobre os campos de atuação das certificações desde o início até atualidade, enfatizando a evolução das áreas de abrangência e a necessidade da implementação das certificações no emprego da

sustentabilidade e a melhoria da qualidade de vida. Partindo disto foram dispostos breves esclarecimentos sobre as certificações, BREEAM, AQUA, LEED, GBC Brasil e PROCEL, evidenciando a área de atuação de cada certificação e as adaptações as condições de certificações de nível internacional as normas e condições geográficas brasileiras.

O capítulo 4 dedica a revisão bibliográfica sobre os aspectos normativos, seus tipos e funcionamentos, bem como sobre o Regulamento Técnico da Qualidade para Eficiência e Energética de Edificações Residências (RTQ-R) que servira de fonte de dados para explanação dos parâmetros de aquisição do nível máximo do Selo Procel Edificações. Descrevem a estrutura do sistema de certificação, bem como a estrutura da composição de técnica, processos burocráticos, regulamentos (pré-requisitos), encontrados na literatura técnica e o método prescritivo.

No capítulo 5 descreve as questões sociológicas empregadas, identificando o público alvo e os benefícios ativos e passivos propostos pela implantação, bem como a descrição dos projetos de referência que foram de grande valia na etapa de concepção da

proposta e favorecer a compreensão dos objetivos e aproximação do leitor ao tema.

O capítulo 6 apresenta a metodologia de pesquisa, identificando a área de estudo, estudos de insolação e ventos predominantes, materiais adotados, zoneamento urbano, partido arquitetônico, conceito, plano de necessidade de estudos iniciais, considerando o atendimento do nível “A” da Etiqueta ENCE, segundo as diretrizes contidas no Regulamento Técnico da Qualidade para Eficiência e Energética de Edificações Residências (RTQ-R). Tem como objetivo apresentar as ideias iniciais do projeto proposto neste trabalho, evidenciando a metodologia adotada para alcançar os objetivos gerais e específicos em conformidade com o capítulo 1.

O capítulo 7 apresenta uma continuação do capítulo anterior, onde irá apresentar os primeiros estudos sobre a implantação, planta baixa, volumetria e layout.

O capítulo 8 foi descrito as considerações finais do presente trabalho, visando o fechamento da pesquisa enfatizando o êxito na busca do atendimento dos pré-requisitos propostos no

regulamento, bem como propor o uso racional de energia elétrica num contexto geral em uma visão crítica a situação atual do Brasil.

O capítulo 9 apresenta as referências bibliográficas citadas e consultadas em ordem alfabética.

Nos apêndices encontram-se a proposta arquitetônica e os detalhes do projeto elétrico, que servirão de base para a avaliação da eficiência energética.

## 2. EFICIENCIA ENERGÉTICA NAS EDIFICAÇÕES

### 2.1 EFICIENCIA ENERGÉTICA NO BRASIL

Segundo Rese (2015), a busca por novas opções de fontes de energia tem se difundido recentemente no Brasil, considerando que em 1990 o país produzia um volume energia elétrica acima do seu consumo, logo em 2001 o país entra numa crise de abastecimento de eletricidade, fortemente influenciado pela falta de chuvas, situação que direcionou olhos para políticas de

eficiência energética e as possibilidades de investimento em energias renováveis. Porém, o avanço no setor ainda não é satisfatório tendo como meio propulsor os acidentes de percurso como o baixo nível dos reservatórios que eleva o custo de eletricidade.

No entanto, o desperdício de eletricidade ainda é muito grande na economia brasileira. Apenas 67% da energia elétrica gerada chega ao consumo, já que os restantes 37% são perdidos durante a longa transmissão. Os setores que mais consomem energia são: as indústrias (48%); residências (22%); comércio (14%); setor público (8%); agropecuária (4%) e outros (4%). Segundo a EPE (Empresa de Pesquisa Energética do Ministério das Minas e Energia), os setores com maior potencial de redução são o industrial, o comércio e o setor público (RESE, 2015).

Em conformidade com Manoel (2017), o Conselho Americano para Economia Eficiente de Energia (ACEEE), analisou os 23 países considerados as maiores potenciais do mundo e o Brasil de classificou pelo segundo ano consecutivo em penúltimo lugar do ranking internacional de deficiência energética. Foram analisados os esforços nacionais, edificações, industrial e transporte, de acordo com Associação Brasileira das Empresas de

Serviços de Conservação de Energia, o ranking ressalta a falta de investimentos e o potencial do setor elétrico brasileiro. Em contrapartida a Alemanha, atual líder do ranking, tem o setor como prioridade de investimento e tem se destacado dentre as políticas de eficiência energética e preservação do meio ambiente.

## 2.2 POLITICAS DE EFICIENCIA ENERGÉTICA NO BRASIL

Há um déficit em políticas públicas que estimulam a eficiência energética, tendo como prioridade o investimento em expansão de redes e fontes de energias, sem considerar o grande desperdício de energia. Outrora a perda de energia não é a única vilã no cenário atual, dando espaço aos investimentos errados que causam problemas futuros, boa parte destinados a redes hidrelétricas, que além de ter grande impacto ambiental depende de condicionantes climáticas e ambientais, como a falta ou excesso de chuva que podem gerar problemas como a redução do volume de energia gerada nos reservatórios. A eficiência energética vem

sendo considerada a única alternativa para progredir na produção da energia limpa com baixo impacto ambiental e a solução para as perdas de energia somente serão resolvidas com investimento em novas tecnologias (DINO, 2017).

Segundo Hora (2014), ações que promovem a eficiência energética podem reduzir o gasto com consumo de energia em R\$ 20 bilhões. Trabalho desenvolvido pela ABESCO (Associação Brasileira de Empresas e Serviços de Conservação de Energia), que em parcerias de financiamento de programa do BNDES e da Caixa, que será investido na atualização de produtos já considerados obsoletos e na conscientização do consumidor sobre as possibilidades de redução do seu consumo de energia, com objetivo de reduzir o desperdício e o aumento da eficiência gerando economia. As ações propostas giram em torno de novas tecnologias que consomem menos energia, como trocar as lâmpadas tradicionais por outras com maior eficiência, tomar medidas com maior escala, como utilizar de alternativas de energia sustentável como o uso de sistemas geradores de energia solar.

Em conformidade com Altoé et. al. (2017), quando se trata de políticas públicas internas e eficiência energética o Brasil ainda muito longe de adequar a ponto dos países desenvolvidos, como EUA e membros da União Europeia, servindo como modelo para adaptação de legislações nacionais.

Entre as iniciativas nacionais de incentivo ao uso de medidas de eficiência energética, o Programa Brasileiro de Etiquetagem tem se destacado, avaliando atualmente centenas de produtos, incluindo eletrodomésticos, equipamentos hidrossanitários, edifícios e automóveis (ALTOÉ, et. al. 2017).

O Plano Nacional estabeleceu uma meta de potencial autônomo de eficiência para 2030, que varia entre 4,4% e 8,7% comparado a 2010. O potencial técnico pode ser aproveitado por meio de políticas de incentivo mais eficazes voltadas a conservação de energia.

A modernização da indústria, diversificação da malha de transporte, políticas de combate ao desperdício de energia e de normas mais exigentes, precisam ser revistos e atualizada o quanto antes, para que se obtenha um foco e possa garantir mais

investimentos no setor. O planejamento de médio e logo prazo, a diversificação da matriz energética nacional junto a políticas de incentivo ao uso racional são de extrema importância para evitar problemas futuramente, principalmente as questões relacionada a possibilidade de não ter energia suficiente, gerando outra crise energética (ALTOÉ, et. al. (2017).

### 3. CERTIFICAÇÕES

Em 1940 nos países desenvolvidos começa a surgir rótulos obrigatórios para produtos, como meio de melhoria na saúde do consumidor. Mas somente no final dos anos 70 que o movimento ambientalista impulsiona os primeiros selos verdes, o governo alemão em 1978 propõe o selo “Anjo Azul” (Blau Engel), que está associando a reciclagem, que assegura baixos níveis de toxicidade e sem clorofluorcarbonetos (CFC) (SUSTENTARQUI, 2014).

Os Estados Unidos têm desde 1989 o Green Seal. E a União Europeia tem desde 1992 o Ecolabel. Todos esses selos são independentes e não sofrem com a desconfiança que existem nos selos auto

reguladores. Como consequência de sua própria regulamentação, muitos países começaram a exigir a mesma contrapartida para os produtos importados. É nesse contexto e embalado pelo encontro da Eco-92, que a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) criou a certificação de Gestão Ambiental em 1993. (Sustentarqui, 2014).

O selo de Gestão Ambiental foi considerado reafirmação nacional da ISO 14001, que norteava questões como o tratamento de resíduos, controle de insumos e matérias primas. Somente nos anos 2000 que houve um crescimento considerável dos selos verdes, sendo mais de 20 voltado para a agricultura orgânica já inseridos no mercado brasileiro. (SUSTENTARQUI, 2014).

O selo verde é o nome genérico para qualquer programa que verifica a proteção do meio ambiente ou a adoção de mecanismos limpos de produção (VIDIGAL, 2011).

O Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL), coordenado pelo INMETRO, conseguiu avanços como a faixa de consumo de energia de eletrodomésticos, que informam se o aparelho é econômico e conseqüentemente se é um agente passivo ou ativo no âmbito de impactos ambientais. Existem

certificadores como a Forest Stewardship Council, que são referência em escala internacional em certificação de manejo florestal que se instalaram no Brasil e devido a carência de políticas de preservação ambiental mais eficientes e seu reconhecimento começaram a representar o Conselho Brasileiro de Manejo Florestal (SUSTENTARQUI, 2014).

Para aprofundamento dos benefícios e condições do emprego das certificações, foram escolhidas 5 para serem citadas conforme listadas abaixo, visando esclarecer o emprego da certificação e suas áreas de atuação.

- I. BREEAM
- II. AQUA
- III. LEED
- IV. GBC BRASIL
- V. PROCEL

### 3.1 BREEAM

Desenvolvido em 1992, pela instituição inglesa Building Research Establishment (BRE), com atuação em 77 países, 2.272,736 edifícios cadastrados e 564,516 edifícios certificados, chegou no Brasil em 2011 como BESKOPE, um sistema de certificação internacional que foi reformulado considerando as normas e regulamentos nacionais com abrangência em programas residenciais, comerciais, escritórios, indústrias entre outros (INOVATECH, 2018).

**Figura 02:** Panorama geral de atuação pelo BREEAM



**Fonte:** BRE, 2018.

A certificação BREEAM avalia o desempenho de sustentabilidade ambiental, social e econômica de acordo com os padrões desenvolvidos pelo BRE, de modo que empreendimentos

certificados pelo BREEAM promovem a sustentabilidade e o bem-estar de seus usuários, protegem os recursos naturais e propõem facilidades no setor de investimentos imobiliários (BRE, 2018).

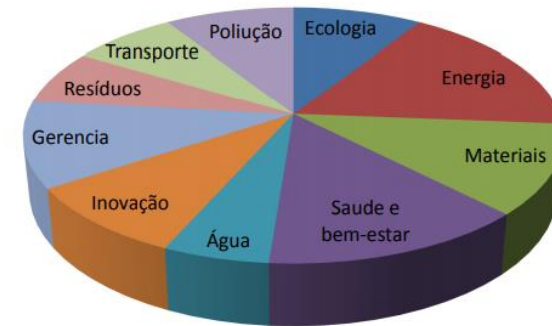
A BREEAM impulsiona a qualidade e reflete o valor no ambiente construído, estabelecendo padrões e benchmarks baseados e conduzidos pelos princípios da ciência sólida, avaliação e certificação independentes, comparabilidade internacional com adaptação local e superação de mínimos regulatórios para refletir soluções, tecnologia e práticas de ponta (BRE, 2018).

Em conformidade com a BRE (2018), as categorias de medição de valores do BREEAM variam de energia a ecologia, cada uma das dimensões aborda critérios influentes, como design de baixo impacto, redução de emissão de carbono, durabilidade e resiliência do design, adaptação às mudanças climáticas, o valor ecológico e proteção a biodiversidade.

**Figura 03:** As dimensões da certificação BREEAM

Fonte: BRE, 2018.

Os créditos do BREEAM são concedidos de acordo com as avaliações de cada categoria de acordo com seu objetivo, meta e benchmarks, de modo que quando o avaliador imparcial definir que uma meta ou referencial foi atingida é considerado como ganho de pontos de desenvolvimento ou ativo, que são convertidos em créditos. (BRE, 2018).

**Figura 04:** Pontuação do BREEAM

Fonte: Edward Borgstein, 2012.

A classificação da categoria está associada a quantidade de créditos obtidos e as ponderações de categoria alcançados por metas e referenciais, que serão somados no final da avaliação para averiguação da classificação da categoria.

### 3.2 AQUA

Fundamentada no Brasil pela Fundação Vanzolini, a Certificação AQUA – construções sustentáveis, uma certificação francesa a Démarche HQE (Haute Qualité Environnementale), que aborda os requisitos do Sistema de Gestão do Empreendimento (SGE) e os critérios de desempenho das categorias da Qualidade

Ambiental do Edifício (QAE). Como a França e o Brasil possuem diversas características diferentes quando falamos de condições para concepção e execução de projetos tanto tradicionais quanto construções sustentáveis a Certificação AQUA, precisou passar por adaptações para as características brasileiras, para a adoção de parâmetros técnicos, regulamentações e normas técnicas nacionais e metodologias. (VOITILLE, 2012).

O processo de certificação traz exigências de um Sistema de Gestão do Empreendimento (SGE) que permitem o planejamento, a operacionalização e o controle de todas as etapas de seu desenvolvimento, partindo do comprometimento com um padrão de desempenho definido e traduzido na forma de um perfil de Qualidade Ambiental do Edifício (QAE) (FCAV, 2015)

Em conformidade a FCAV (2015), a certificação AQUA estabelece um sistema de gestão específico e deve ser feita a avaliação da qualidade ambiental do edifício no mínimo em 3 fases. Aplicado em novas edificações ou renovações, podendo ser avaliadas em fases, como Pré-projeto, Projeto e Execução, pré-projeto da operação, uso e fases de operação e uso periódicos. A

avaliação ambiental será realizada nas 14 categorias e classificará o edifício de acordo com os níveis atingidos (Base, Boas Práticas ou Melhores Práticas), para que o empreendimento consigo o selo AQUA-HQE, é preciso alcançar no mínimo 3 categorias com nível Melhores Práticas, 4 categorias Boas Práticas e 7 categorias Base, conforme o gráfico 01:

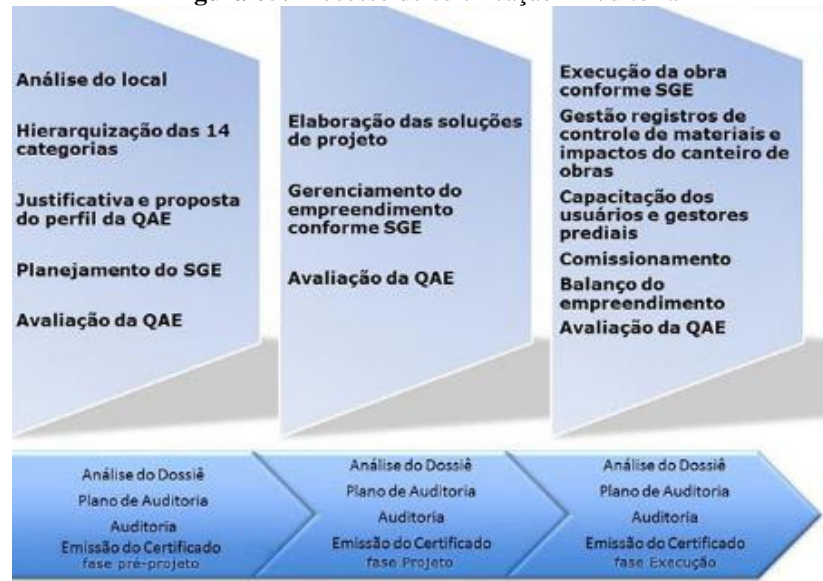
**Gráfico 01:** Perfil Mínimo de desempenho



**Fonte:** Fundação Vanzolini, 2015.

As avaliações são submetidas a auditoria da Fundação Vanzolini ao fim de cada uma das fases mostradas na figura 04. As auditorias são presenciais e independentes e funcionam como meio de evidenciar o devido cumprimento das exigências definidas no referencial teórico voltadas a gestão e desempenho.

**Figura 05:** Processo de certificação - Auditoria



**Fonte:** Fundação Vanzolini, 2015.

A auditoria só irá liberar o selo se o empreendimento passar nas vistorias de planejamento e controle de obra, sendo analisado as fases de Pré-projeto, Projeto e Execução. O certificado será emitido após a constatação do cumprimento das condições ditas nos Referenciais Técnicos de Certificação e o alcance mínimo exigido dentre as 14 categorias, de modo que serão concedidos 2 certificados, um pela Fundação Vanzolini AQUA-TM e outro do Cerway HQE-TM.

### 3.3 LEED

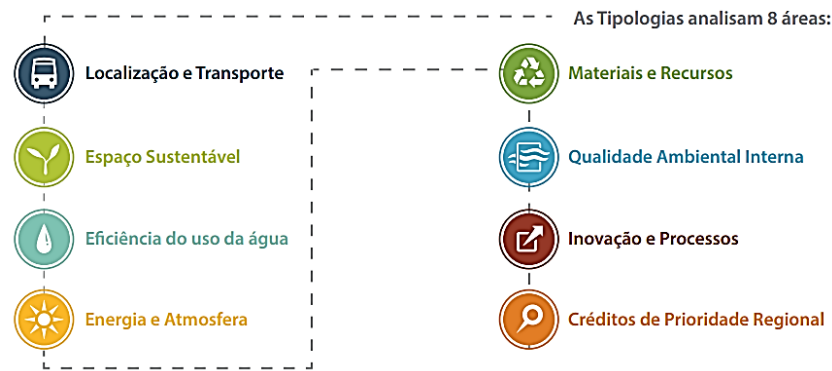
**Figura 06:** Variação de selos LEED



**Fonte:** Green Building Council, 2014

Segundo a GREEN BUILDING COUNCIL (2014), o LEED está mudando a forma de planejar, construir e operar, como não possui restrição pode ser aplicada a qualquer fase do empreendimento, sendo uma das principais referências para edifícios verdes, com mais de 170 mil m<sup>2</sup> certificados diariamente.

As dimensões certificação LEED englobam 8 dimensões que juntas totalizam 110 pontos, sendo determinadas como obrigatórias e recomendáveis, agregando pontos de acordo o cumprimento dos pré-requisitos. Os pontos obrigatórios garantem a certificação e os pontos recomendados podem elevar a categoria.

**Figura 07:** Dimensões da certificação LEED

Fonte: Green Building Council, 2014.

A somatória dos pontos para a classificação definirá sua categoria, os pontos obrigatórios garantem a certificação e os pontos recomendados podem elevar a categoria. São 4 selos, com pontuação mínima que varia entre 40 a 80+ pontos, podendo ser classificada como Certified, Silver, Gold e Platinum.

A procura por certificação no Brasil ter crescido consideravelmente, a busca motivada pela falta de alternativas nacionais, podendo tomar como exemplo a certificação LEED que é um sistema norte-americano de certificações sustentáveis, que recebeu em 2013 cerca de 829 pedidos de registro ao selo (SUSTENTARQUI, 2014).

### 3.4 GBC BRASIL

Surge como diferencial dentre as condições de um mercado competitivo, com objetivos que visam o desenvolvimento sustentável. A Certificação GBC Brasil Casa, se aplica em residências que são inovadoras, com gestão ambiental, responsabilidade social, que possam oferecer ambientes saudáveis, custos mais acessíveis, valorização do imóvel, com eficiência nos requisitos voltados a redução dos impactos ambientais como o consumo consciente de energia e água, tratamento de resíduos sólidos, qualidade de vida, saúde e bem-estar. Além de promover a sustentabilidade, a certificação proporciona benefícios como descontos fiscais, subsídios em zoneamento e outros incentivos fiscais que serão repassados pelo poder público. (GREEN BUILDING COUCIL, 2014).

A certificação GBC - CASA engloba 8 categorias que juntas totalizam 110 pontos, sendo determinadas como obrigatórias e recomendáveis, agregando pontos de acordo o cumprimento dos pré-requisitos, conforme a figura abaixo. Como na certificação LEED, o cumprimento dos itens obrigatórios, pré-

requisitos e uma quantidade parcial de itens recomendados, garantem os pontos mínimos necessários para a certificação e os pontos recomendados podem elevar a categoria. São 4 selos, com pontuação mínima que varia entre 40 a 80+ pontos, podendo ser classificada como Certified, Silver, Gold e Platinum.

**Figura 08:** As dimensões da certificação GBC - Casa



**Fonte:** Green Building Council, 2014.

### 3.5 PROCEL

Criado em 1985 pelo Ministério de Minas e Energia e da Indústria e do Comércio, o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica – PROCEL, gerido pela Eletrobrás, passou a ser um programa governamental em 1991, ampliando sua abordagem. Com o princípio de promover a eficiência energética, para melhorar qualidade de vida e reduzir impactos ambientais. Para

gerir o programa os recursos são oriundos da Eletrobrás, fundos setoriais, de entidades nacionais e internacionais, que tenham objetivos semelhantes. Situação que permitiu que a abordagem do programa se estenda a vários segmentos de consumo de energia, criando programas secundários para cada nicho, para promover a eficiência energética. (PROCEL INFO, 2006).

Atuando desde 2014 o Selo Procel Edificações, como instrumento para identificar as edificações com os bom desempenho voltado a eficiência energética, tendo como base que o setor é responsável pelo consumo de 50% de energia elétrica no país, o selo provoca no mercado uma tendência para o uso de imóveis mais eficientes (PROCEL INFO, 2006).

Para que se obtenha o selo é recomendado que a edificação seja projetada para o mesmo, de modo que todas as etapas busquem melhorias térmicas que podem contribuir para reduzir consideravelmente o consumo de energia elétrica da edificação, chegando aproximadamente a 50% de economia. (PROCEL INFO, 2006).

Segundo a Procel info a avaliação será realizada de acordo com as regras do Programa Brasileiro de Edificações – PBE

Edifica estabelecidas pelos seguintes regulamentos: Regulamento para Concessão do Selo Procel de Economia de Energia para Edificações e no Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética em Edifícios Comerciais (RTQ-C) e no Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residências (RTQ-R). (PROCEL INFO, 2006).

Em conformidade com o Procel Info (2006), as edificações possuem o reconhecimento com a “Etiqueta PBE Edifica”, quando for aprovada pelo INMETRO, comprovando que seguiu os procedimentos pré-estabelecidos em normas e regulamentos, sujeito a etiquetagem de classificação A, B, C, D e E, de acordo com o seu nível de desempenho. Podendo ser medido na etapa de projeto ou com a edificação construída. A etiqueta tem pode ser tornar um condicionante na hora da compra, pois o INMETRO assegura que desempenho da edificação de acordo com a categoria almejada ou alcançada, situação que permite fazer comparativos sobre a eficiência entre as edificações pretendidas.

O Procel Edifica é um subprograma do Procel, cuja missão é promover a eficiência energética nas

edificações através de projetos de pesquisa e estímulo à aplicação de conceitos de eficiência energética em todos os tipos de edifícios, incluindo dispositivos legais complementares à Lei de Eficiência Energética para classificação do nível destas edificações. (PROCEL INFO, 2006).

**Figura 09:** Níveis de eficiência – Selo PROCEL



**Fonte:** Green Manual RTQ-R, versão 1 de 2012.

O Selo Procel Edificações, é avaliado pela Eletrobrás, que busca o reconhecimento das edificações com os melhores índices de desempenho em eficiência energética dentro da sua classificação, cujo são fornecidas pela etiquetagem, pode ser concedido na etapa de projeto e com a edificação construída (PROCEL INFO, 2006).

O processo de etiquetagem é uma avaliação do projeto e do edifício construído, sendo emitidas 2 etiquetas. Como são duas etapas o INMETRO avalia a fase do projeto e emitirá a primeira etiqueta de acordo com o seu desempenho energético, ela terá validade até o fim da obra com prazo máximo de 5 anos após a sua

emissão. A segunda medição será realizada com a obra finalizada para confirmar a eficiência energética proposta em fase de projeto e emitir a segunda etiqueta, as 2 etiquetas ficam disponíveis no INMETRO para consulta eletrônica (PROCEL INFO, 2006).

Em edificações existentes, o solicitante obterá somente a etiqueta da edificação construída, desde que apresente toda a documentação estabelecida no item 7.1, que consta no RAC, referente ao projeto como construído (PROCEL INFO, 2006).

#### 4. ASPECTOS NORMATIVOS

- Legislação incidente no plano internacional;
- Legislação incidente no plano nacional;
- Legislação incidentes no plano local.

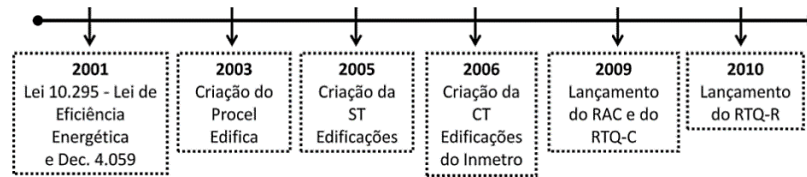
##### 4.1 O PROGRAMA BRASILEIRO DE ETIQUETAGEM DE EDIFICAÇÕES – PBE EDIFICA

O Decreto nº 4059/2001, que regulamentou a Lei nº 10.295/2001, criou o Comitê Gestor de Indicadores de Níveis de Eficiências Energética (CGIEE) e para regulamentar e elabora

procedimentos para avaliação do uso racional de energia de edificações construídas o Grupo Técnico para Eficientização de Energia nas Edificações do País (GT-Edificações).

Em 2005 foi criada Secretaria Técnica de Edificações (ST-Edificações) para debater as questões técnicas voltada aos indicadores de eficiência energética e a CT Edificações (Comissão Técnica) que tem competência para definir o processo para o obter o ENCE (Etiqueta Nacional de Conservação de Energia).

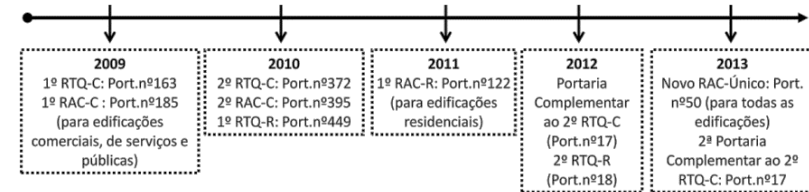
Partindo disto, o programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) propõe os Requisitos Técnicos do Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C) e o Regulamento Técnico da Qualidade de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (RTQ-R), e seus documentos complementares, como os Requisitos de Avaliação da Conformidade do Nível de Eficiência de Edificações (RAC) e os Manuais de aplicação do RTQ-C e do RTQ-R.

**Figura 10:** Linha do Tempo - PBE Edifica

Fonte: Cartilha PBE Edifica, 2013.

Os requisitos RTQ-C e RTQ-R trazem consigo as instruções necessárias para alcançar o nível de eficiência energética das edificações, o RAC complementa fornecendo os procedimentos para avaliação junto aos direitos e deveres, como o modelo da ENCE, lista de documentos e os formulários para obtenção da certificação. Os manuais são explicativos fornecem o detalhamento e interpretações dos regulamentos técnicos, de forma ilustrativa e exemplos da teoria e do cálculo.

O RTQ-C foi lançado em 2009, atualmente regido pela Portaria INMETRO nº372, de 17 de setembro de 2010, complementada pelas Portarias INMETRO n.º 17, de 16 de janeiro de 2012 e INMETRO nº 299 de 19 de junho de 2013. O RTQ-R foi publicado somente em 2010, regido pela Portaria INMETRO nº18, de 16 de janeiro de 2012.

**Figura 11:** Linha do Tempo das publicações - PBE Edifica

Fonte: Cartilha PBE Edifica, 2013.

## 4.2 RTQ-R

O RTQ-R foi publicado 2010 no Brasil, é regido pela Portaria INMETRO nº 18, de janeiro de 2012, faz parte do Programa Brasileiro de Etiquetagem do Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO), com o objetivo de regulamentar as condições para obter a classificação do nível de eficiência de edificações residenciais unifamiliares e multifamiliares, para obter a Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) emitida pelo INMETRO. (CARTILHA PBE EDIFICA, 2013).

As avaliações ocorrem de acordo com o tipo de unidade residencial que será analisada de acordo com o cumprimento das exigências de acordo com sua categoria, onde cada requisito corresponde a uma pontuação para obter a soma ponderada que

definirá o nível de eficiência e a etiqueta alcançada variando de E como menor desempenho até A, que corresponde ao máximo, para verificar as exigências deve-se verificar em qual categoria a seguir a edificação se enquadra: (RTQ-R, 2012).

- Unidades Habitacionais Autônomas: Serão avaliados requisitos de desempenho da envoltória, eficiência do sistema de aquecimento de água e a eventuais bonificações.
- Edificações Unifamiliares: Será aplicado o método prescritivo conforme a unidade habitacional autônoma.
- Edificações Multifamiliares: O resultado será analisado sobre a soma ponderada avaliação dos requisitos de todas a unidade habitacionais autônomas da edificação.
- Áreas de Uso Comum de edificações multifamiliares ou de condomínios de edificações residenciais: serão avaliados requisitos relativos a eficiência do sistema de iluminação artificial, dos sistemas de aquecimento de água, dos elevadores, das bombas centrífugas, dos equipamentos e de eventuais bonificações.

Os requisitos são contabilizados em forma de cálculos que juntos serão submetidos a uma soma ponderada, resultando de 0 a 6 pontos. A sua classificação varia de acordo com a pontuação obtida, observe a pontuação mínima e máxima para cada nível da etiqueta ENCE na Tabela 01.

**Tabela 03:** Pontuação mínima exigida por nível da ENCE

Pontuação (PT)	Nível de Eficiência
$PT \geq 4,5$	A
$3,5 \leq PT < 4,5$	B
$2,5 \leq PT < 3,5$	C
$1,5 \leq PT < 2,5$	D
$PT < 1,5$	E

Fonte: RTQ-R, 2013.

O regulamento define o nível de eficiência de uma edificação através de dois métodos: o prescritivo e a simulação. O método prescritivo define pré-requisitos gerais e específicos para cada um dos itens sob análise. A simulação é realizada através de

dois modelos computacionais, um para edificação com ventilação natural e outro para quando for condicionada artificialmente (RTQ-R, 2012).

### 4.3 METODOLOGIA PARA OBTENÇÃO DA ETIQUETAGEM

As diretrizes abordadas neste capítulo, visa apresentar os pré-requisitos técnicos para obter a classificação nível A, com base nas características da Zona Bioclimática 7. Com o objetivo de facilitar o entendimento dos pré-requisitos contidos no Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética em Edificações Residências (RTQ-R), com foco em edificações unifamiliares

Segundo o Manual de aplicação do RTQ-R, a etiquetagem de eficiência energética de uma Edificação Unifamiliar, será concedida mediante análise do cumprimento dos pré-requisitos relativos ao desempenho térmico da envoltória, à eficiência dos sistemas de aquecimento de água e eventuais bonificações.

O cumprimento das exigências dentre cada pré-requisito resultará numa somatória de pontos que classificará a edificação de acordo com seu desempenho (verificar a tabela 03).

A classificação do nível de eficiência de uma residência unifamiliar na cidade de Cuiabá, deve-se atentar as diretrizes contidas no Manual A – Zona Bioclimática 7 baseado na Portaria nº 18/2012. A classificação entre as categorias “E” (menor desempenho) e “A” (maior desempenho) estão condicionadas ao cumprimento dos itens obrigatórios gerando uma pontuação de acordo com sua eficiente e acrescido de bonificações.

No presente método, o desempenho térmico da envoltória é determinado pelo seu equivalente numérico, estabelecido através de equações de regressão múltipla, de acordo com a Zona Bioclimática em que a edificação está localizada (RTQ-R, 2012).

A pontuação da envoltória será determinada com base no valor do equivalente numérico do desempenho térmico referente a eficiência quando naturalmente ventilada e após a confirmação do cumprimento dos pré-requisitos da envoltória. O nível da envoltória quando condicionado artificialmente é de caráter

informativo. Porém ao atingir o nível “A” neste item poderá obter uma bonificação de condicionamento artificial que será somada ao restante da pontuação, podendo suprir a carência de pontos em outro critério avaliativo (RTQ-R, 2012).

A equação servirá para calcular a pontuação total do nível de eficiência, ou seja, o resultando da soma do equivalente numérico do desempenho térmico da envoltória com o equivalente numérico do sistema de aquecimento de água e com as bonificações, que determinarão a pontuação referente ao desempenho total da edificação que deverá atingir no mínimo 4,5 para obter a classificação A.

No primeiro momento se faz necessário conhecer o método que a residência será submetida. A pontuação será conferida de acordo com o resultado as equações abaixo, com base nos dados contidos na tabela 02.

$$PTUH = (a \times EqNumEnv) + [(1 - a) \times EqNumAA] + Bonificações$$

Onde:

**PTUH:** pontuação total do nível de eficiência da unidade habitacional autônoma;

**EqNumEnv:** equivalente numérico do desempenho térmico da envoltória quando ventilada naturalmente.

**EqNumAA:** equivalente numérico do sistema de aquecimento de água;  
**Bonificações:** pontuação atribuída a iniciativas que aumentem a eficiência da edificação.

**Tabela 04:** Coeficientes para a equação.

Coeficiente	Região Geográfica			
	Norte	Nordeste	Centro-Oeste	Sudeste
a	0,95	0,90	0,65	0,65

**Fonte:** Manual A, v. 4.7, 2012.

Obs. Deve-se considerar o valor de 0,65, nas regiões Norte e Nordeste, sempre que houver um sistema de aquecimento de água projetado ou instalado.

#### 4.3.1 ENVOLTÓRIA

Os critérios de avaliação da envoltória estão descritos no RTQ-R, contendo os pré-requisitos para cada ambiente. De acordo com o Anexo 4 – Manual de Entendimento da ENCE de Edificações Residenciais, que define:

a) Pré-requisitos Gerais: Indicação do atendimento à medição individualizada de energia e água.

b) Bonificações valor acrescentado na pontuação total no caso de edificações que utilizam outras estratégias para reduzir o consumo energético da edificação.

c) Sistemas individuais:

Envoltória: reflete o desempenho térmico da cobertura, paredes e janelas em uma determinada zona bioclimática, no presente trabalho será considerada a cidade de Cuiabá que está localizada na zona 7.

Deve-se analisar os seguintes itens relacionados a envoltória e o sistema de aquecimento de água considerando a classificação de desempenho, mediante a etiquetagem de E até A, para avaliação ponderada.

- Classificação do nível de eficiência energética da envoltória de Verão;
- Classificação do nível de eficiência energética da envoltória de Inverno;

- Classificação do nível de eficiência energética para aquecimento de água.

Obs. Envoltória no caso condicionada artificialmente: reflete seu desempenho caso seja utilizado condicionamento artificial: “C”.

Para avaliar a envoltória é preciso identificar a Zona Bioclimática que a edificação está inserida e avaliar seu desempenho considerando os seguintes requisitos: transmitância térmica, capacidade térmica e absorvância solar das superfícies, Ventilação natural e Iluminação natural. Os itens citados acima devem seguir as diretrizes informadas no quadro abaixo:

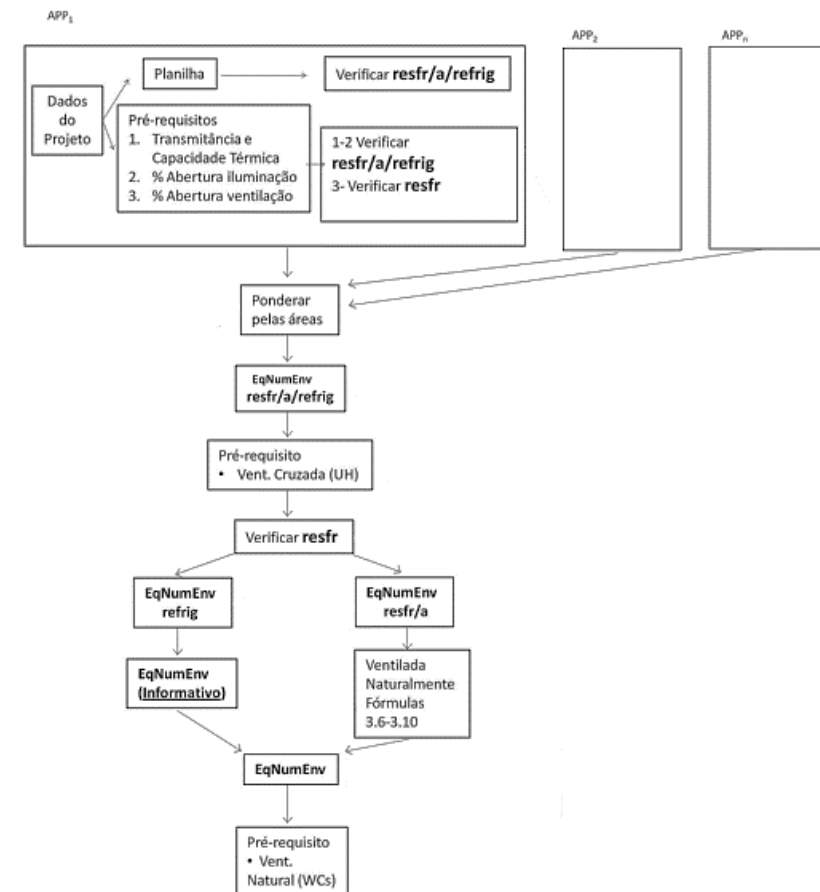
Quadro 01: Quadro Resumo – Diretrizes.

<b>Envoltória (EqNumEnv)</b>					
<i>Pré-requisitos da envoltória (analisar para cada ambiente)</i>					
01		Parede		Cobertura	
	<b>Absortância solar (adimensional)</b>	$\alpha \leq 0,6$	$\alpha > 0,6$	$\alpha \leq 0,4$	$\alpha > 0,4$
	<b>Transmitância térmica [W/(m<sup>2</sup>K)]</b>	$U \leq 3,70$	$U \leq 2,50$	$U \leq 2,30$	$U \leq 1,50$
	<b>Capacidade térmica [kJ/(m<sup>2</sup>K)]</b>	$CT \geq 130$	$CT \geq 130$	Sem exigência	Sem exigência
02	<b>Ventilação natural</b> Percentual de abertura para ventilação em relação à área de piso (A)	Ambientes de permanência prolongada $A \geq 5\%$			
	Aberturas passíveis de fechamento	As aberturas para ventilação devem ser passíveis de fechamento			
	Ventilação dos banheiros	Pelo menos 50% dos banheiros, com exceção dos lavabos, devem possuir ventilação natural			
	Ventilação cruzada	A UH deve possuir ventilação cruzada proporcionada por sistema de aberturas compreendido pelas aberturas externas e internas			
03	<b>Iluminação natural</b> Percentual de abertura para ventilação em relação à área de piso (A)	Ambientes de permanência prolongada $A \geq 12,5\%$			

Fonte: Manual A, v. 4.7, 2012, editado pelo autor.

A classificação da envoltória é realizada através de um indicador de graus hora de resfriamento e de um indicador de consumo relativo para aquecimento e refrigeração e para obtenção da classificação final a envoltória será avaliada individualmente considerando cada um dos ambientes de permanência prolongada da residência e seus pré-requisitos. O pré-requisitos da envoltória englobam as características térmicas de absorvância, transmitância e capacidade térmica das superfícies, características físicas a iluminação e ventilação natural.

Quadro 02: Quadro Resumo – Diretrizes – Parte 1.



Fonte: Manual A, v. 4.7, 2012, editado pelo autor.

#### 4.3.1.1 Transmitância térmica, capacidade térmica e absorvância solar das superfícies.

Os pré-requisitos baseiam-se na Zona Bioclimática da localização da edificação, o terreno escolhido para implantação (apenas a nível de projeto) está situado na zona 7, que deverá seguir as diretrizes informadas na tabela 03. O descumprimento das diretrizes preestabelecidas implica em no máximo nível “C”, considerando os equivalentes numéricos da envoltória do ambiente para resfriamento, para aquecimento e para refrigeração. Deve-se atentar as considerações presentes no RTQ-R, sobre a transmitância térmicas e absorvância solar das superfícies externas (RTQ-R, 2012).

**Tabela 05:** Pré-requisitos para envoltória Zona Bioclimática 7

Zona Bioclimática	Componente	Absortância solar (adimensional)	Transmitância térmica [W/(m <sup>2</sup> K)]	Capacidade térmica [kJ/(m <sup>2</sup> K)]
ZB7	Parede	$\alpha \leq 0,6$	$U \leq 3,70$	$CT \geq 130$
		$\alpha > 0,6$	$U \leq 2,50$	$CT \geq 130$
	Cobertura	$\alpha \leq 0,4$	$U \leq 2,30$	Sem exigência
		$\alpha > 0,4$	$U \leq 1,50$	Sem exigência

Fonte: RTQ-R, 2012.

#### 4.3.1.2 Ventilação natural

As unidades habitacionais unifamiliares devem atender o percentual de áreas mínimas de abertura para ventilação natural, conforme a tabela 04.

**Tabela 06:** Áreas mínimas para ventilação Zona Bioclimática 7

Ambiente	Percentual de abertura para ventilação em relação à área de piso (A)
	ZB 7
Ambientes de permanência prolongada	$A \geq 5\%$

Fonte: RTQ-R, 2012.

De acordo com a Zona Bioclimática 7, onde será implantada a edificação proposta pelo presente trabalho, os ambientes de permanência prolongada devem atingir no mínimo 5% de aberturas para ventilação, conforme a tabela 06. Em caso de descumprimento deste pré-requisito, a edificação terá como alcance máximo o nível “C”, considerando os critérios de envoltória para ambiente de resfriamento. Deve-se verificar no regulamento as condições sobre o percentual de áreas de abertura para ventilação (RTQ-R, 2012).

Para o cálculo do percentual de áreas mínimas de abertura para ventilação, deve-se considerar algumas diretrizes como, a Tabela de Desconto das Esquadrias que servirá para realizar a medição da área de abertura para ventilação, caso seja utilizada uma esquadria que não esteja na tabela, deve-se desconsiderar os caixilhos; calcular a área efetiva de abertura para ventilação. As aberturas para banheiros com aberturas voltadas para prisms, poços de ventilação ou ventilados pelo forro, devem atender ao percentual da Quadro 01. Sendo necessário no mínimo 50% dos banheiros, com exceção dos lavabos.

Para dormitórios com área superior a 15 m<sup>2</sup>, será considerada apenas os 15m<sup>2</sup>, a área restante não será contabilizada para o pré-requisito. A área do corredor não será considerada no cálculo da área útil do ambiente.

- *Ventilação Cruzada*

Deve ser proposto um sistema de ventilação cruzada com aberturas externas e internas, não sendo contabilizadas portas de acesso principal e de serviço. O escoamento de ar deve ser realizado entre aberturas localizadas em pelo menos 2 fachadas

distintas e orientações da edificação, promovendo o fluxo de ar visando atender as condições de conforto e higiene (RTQ-R, 2012).

Se o resultado da divisão do somatório das áreas efetivas de aberturas para ventilação das fachadas com menor área de abertura (m), sobre o somatório das áreas efetivas de aberturas para ventilação da fachada com maior área de abertura (m), não atinja o mínimo de 0,25 conforme determinado no RTQ-R a edificação terá como limite de alcance a etiqueta “C” no critério ventilação cruzada (RTQ-R, 2012).

Para verificar o atendimento deste pré-requisito devem atender o cálculo abaixo;

$$\frac{A_2}{A_1} \geq 0,25$$

Onde:

A1: somatório das áreas efetivas de aberturas para ventilação localizadas nas fachadas da orientação com maior área de abertura para ventilação (m);

A2: somatório das áreas efetivas de aberturas para ventilação localizadas nas fachadas das demais orientações (m).

#### 4.3.1.3 Iluminação natural

Ambientes com permanência prolongada devem ter acesso à iluminação natural advinda de uma ou mais aberturas para o exterior. A soma das áreas das aberturas para iluminação natural de cada ambiente deve atender no mínimo 12,5% da área útil do ambiente. Caso não atenda o desempenho proposto pelo regulamento implicará no alcance máximo do nível “C”, nos critérios do ambiente para resfriamento, para aquecimento e para refrigeração. Deve-se atentar as condições sobre a iluminação natural de acordo com o regulamento (RTQ-R, 2012).

### 4.4 PROCEDIMENTOS PARA DETERMINAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA – METODO PRESCRITIVO

O presente capítulo visa facilitar o entendimento dos Requisitos de Avaliação da Conformidade para Eficiência Energética de Edificações, em conformidade com portaria n.º 50,

de 01 de fevereiro de 2013, decretada pelo Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, regulamentada pelo Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia – INMETRO.

Considerando as diretrizes dispostas no Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais – RTQ-R, foram dispostos anexos gerais e específicos, para agilizar e facilitar o atendimento só requisitos de avaliação da eficiência energética da edificação. Os requisitos se aplicam a Edificações Residenciais (novas ou existentes) e Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas (novas ou existentes).

Os anexos gerais são documentos e arquivos que propõe orientações para o processo de etiquetagem voltadas a tipologia de edificação e o anexo específico são requisitos da tipologia da edificação de estudo, confira abaixo os anexos gerais que serão abordados no presente trabalho.

- Anexo Geral I: Formulário de Solicitação de Etiquetagem;
- Anexo Geral II: Termo de Compromisso;
- Anexo Geral III: Termo de Ciência Sobre o Entorno;

- Anexo Geral IV: Exemplo de Quadro Resumo Relacionando a Documentação Enviada ao OIA;
- Anexo Geral V: Catálogo de propriedades térmicas de paredes, coberturas e vidros.

Obs. Os anexos citados acima estão disponíveis neste trabalho podendo ser consultados no capítulo ANEXOS A.

O anexo específico para edificação residencial, visa propor os requisitos específicos relacionados a tipologia da edificação de estudo, baseando a avaliação da conformidade o presente anexo se subdivide em 6 anexos, sendo eles:

- ANEXO B1 - Localização dos resultados da simulação;
- ANEXO B2 - Declaração de conformidade do profissional responsável pela simulação;
- ANEXO B3 - Modelo para conferência de dados para submissão da simulação;
- ANEXO B4 - Manual de entendimento da ENCE de edificações residenciais;
- ANEXO B5 - Planilha de inspeção – método prescritivo;
- ANEXO B6 - Planilha de inspeção – método de simulação.

## 5. ASPECTOS TÉCNICOS

### 5.1 PROJETOS DE REFERENCIA

#### 5.1.1 CASA EFICIENTE

**Figura 12:** Casa Eficiente – Florianópolis- SC



**Fonte:** PBE EDIFICA, 2018.

Projetada para ser uma residência unifamiliar eficiente, localizada ao lado da sede da Eletrosul em Florianópolis - SC, construída em 2004 de acordo com as exigências para obter o selo

PROCEL, sendo a primeira residência a conseguir a etiqueta no Brasil do selo na categoria de edificações, com nível de desempenho “A” em fase de projeto obtendo 3 etiquetas (ELETROBRÁS ELETROSUL, 2015).

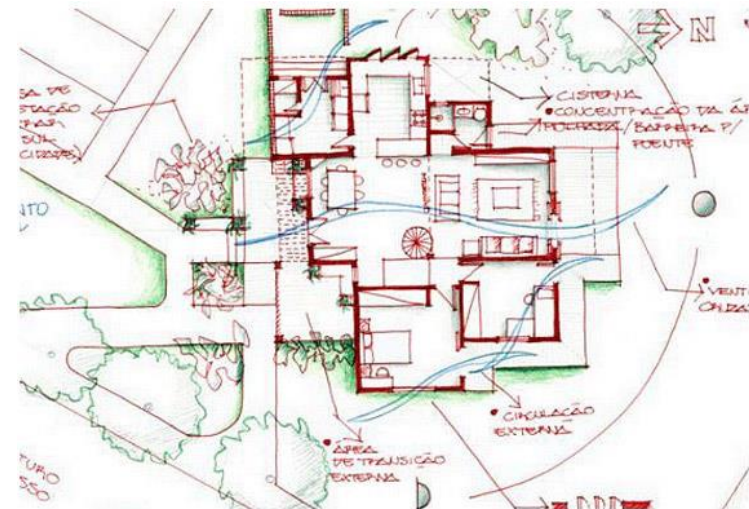
Baseado num projeto da ELETROSUL – Centrais Elétricas S.A e a ELETROBRÁS Centrais Elétricas Brasileiras S.A., seguindo as exigências do selo PROCEL, criaram em parceria com a UFC – Universidade Federal De Santa Catarina / LABEEE – Laboratório de Eficiência Energética em Edificações, uma casa eficiente como residência unifamiliar eficiente, para servir como modelo de tecnologias de eficiência energética e conforto ambiental (ELETROBRÁS ELETROSUL, 2015).

Atualmente, é também a sede do LMBEE - Laboratório de Monitoramento Ambiental e Eficiência Energética, onde são desenvolvidas atividades de pesquisa pela equipe da UFSC, transformando a Casa Eficiente em um centro de demonstração do potencial de conforto, eficiência energética e uso racional da água das estratégias incorporadas ao projeto. (ELETROBRÁS ELETROSUL, 2015).

Segundo Lamberts (2010), o projeto arquitetônico foi desenvolvido como uma vitrine das inovações tecnológicas. Foram

adotadas estratégias como adequação climática, iluminação natural, de refrigeração, iluminação artificial e o uso de energia solar térmica no aquecimento de água e produção de energia fotovoltaica.

**Figura 13:** Estratégia de ventilação



**Fonte:** Eletrobrás Eletrosul, 2010.

A Casa Eficiente busca técnicas para a redução do impacto ambiental, uma das técnicas adotadas foi o aproveitamento da água da chuva para fins não potáveis, ou seja, a água da chuva será utilizada na máquina de lavar, no vaso sanitário, no tanque, e na

torneira externa. O sistema de reuso de água garante o devido tratamento biológico a águas cinzas partir de zona de raízes e reutilizada na irrigação do jardim externo, por fim as águas negras são destinadas ao sistema coletor municipal.

Na concepção da edificação, buscou-se o equilíbrio entre a tecnologia e o aproveitamento de fontes naturais de energia, a partir da utilização de procedimentos adequados do ponto de vista da eficiência energética e da conservação ambiental: escolha criteriosa dos materiais construtivos; técnicas de aproveitamento dos condicionantes naturais; busca pela racionalização e eficiência energética; uso racional de água (aproveitamento de água pluvial, tratamento de efluentes por zona de raízes e reaproveitamento de águas cinza tratadas) (ANDRADE E MARINOSKI, 2010).

Para dimensionar o programa de necessidades foram consideradas as especificidades de uma família de quatro pessoas e os conceitos de eficiência energética, conforto ambiental e sustentabilidade, cujo foram dispostas numa área útil de 206m<sup>2</sup>. Considerando que a casa é aberta à visitação foram propostos ambientes de transição mais amplos, e a minimização de obstáculos a circulação de pessoas visando a funcionalidade (ELETROBRÁS ELETROSUL, 2015).

Considerando o atendimento de todas as condicionantes e diretrizes pré-estabelecidas conseguiu-se formalizar a concepção do programa de necessidade abaixo:

- ✓ 2 quartos
- ✓ 1 sala de estar/jantar
- ✓ 1 cozinha
- ✓ 1 área de serviço coberta
- ✓ 1 banheiro
- ✓ 1 área para recepção

### 5.1.2 CASA ÁTRIO

**Figura 14:** Fachada principal – Casa Átrio



**Fonte:** Blog Vertes, 2012.

Situada numa área nobre de Florianópolis – SC, projetada pelo arquiteto Eduardo Faust, que priorizou a eficiência energética e a sustentabilidade. A residência foi analisada pelo escritório de assessoria Vertes Arquitetura Bioclimática e Eficiência Energética, onde verificou a atuação dos materiais utilizada e os índices de conforto ambiental, seguindo as exigências dos Requisitos Técnicos da Qualidade de Eficiência Energética de Edificações Residenciais – RTQ-R, para constatar seu desempenho e estabelecer sua classificação mediante etiquetagem. (FAUST ARQUITETURA, 2012).

■ **Materiais de Fechamento [envoltória]:** A laje pré-fabricada com 3cm de reboco com telhas de concreto plana fixadas acima da laje. E a laje maciça de concreto com 12cm, também com telhas de concreto obtiveram melhor desempenho quanto a transmitância e absorvância. A parede de lambris de garapeira com câmara de ar de 12cm teve desempenho notavelmente superior ao da alvenaria tradicional de tijolos com reboco extra. (FAUST ARQUITETURA, 2012).

Para questões de ventilação e iluminação foram propostas soluções como o uso de grandes aberturas como meio otimização

da ventilação e iluminação natural. A norma estabelece no mínimo 8% de aberturas da área do ambiente, a proposta utiliza de 37% em média por ambiente, outro pré-requisito foi a ventilação cruzada que teve resultado superior ao exigido por norma com desempenho de 0,66 conforma o quadro 02. (FAUST ARQUITETURA, 2012).

**Quadro 03:** Pré-requisitos de ventilação cruzada – Casa Átrio

Áreas de aberturas para ventilação nas fachadas			
Fachada Norte	Fachada Sul	Fachada Oeste	Fachada Leste
21,82 m <sup>2</sup>	7,96 m <sup>2</sup>	0,85 m <sup>2</sup>	5,67 m <sup>2</sup>
Ventilação Cruzada			
$A1_N = 21,81$	$A2 (S + O + L) = 14,18$	Fator = 0,66 (Fator $\geq$ 0,25)	

**Fonte:** Faust Arquitetura, 2012.

O aquecimento de água é feito pelo sistema de aquecimento solar que consegue reduzir cerca de 90% do consumo de energia elétrica e estimou-se que o retorno do investimento financeiro seria de apenas 3 anos, a partir disto mantendo somente o custo de manutenção do sistema (FAUST AQUITETURA, 2012).

As plantas da residência apresentam as classificações alcançadas do desempenho térmico dos ambientes após a verificação dos **pré-requisitos** e principalmente após os cálculos de **eficiência energética** (metodologia completa no RTQ-R). Nota-se claramente como a cobertura influencia nas trocas térmicas da residência, não garantindo conforto térmico na parte do ano e ainda, não permitindo níveis mais elevados de eficiência energética. Para essa residência, é ideal adotar um isolamento térmico para as coberturas. (FAUST ARQUITETURA, 2012).

A classificação do RTQ-R, irá analisar a edificação e a envoltória, a edificação atendeu aos pré-requisitos tendo bom desempenho nas soluções para ventilação natural e renovação do ar, ventilação cruzada, iluminação natural e eficiência energética, conforme evidenciado pela tabela 05. (FAUST ARQUITETURA, 2012).

**Tabela 07:** Classificação RTQ-R – Casa Átrio

UH	Envoltória		Aquecimento		Eq	Num	Env	Bonificações	Pontos	Classificação Final	
	Verão	Inverno	Água								
UH	3,73	B	3,51	B	5	A	3,65	B	0,51	4,63	A

**Fonte:** Faust Arquitetura, 2012.

### 5.1.3 PROJETO RESIDENCIAL EM CAMPINAS, LPC – ENGENHARIA DE CONSTRUÇÕES.

**Figura 15:** Composição do Paine - ECOGRID



**Fonte:** LPC- Engenharia e Construção, 2018.

A residência está localizada em um condomínio fechado, na cidade de Campinas SP. A obra foi entregue em 2015 e alcançou o nível Prata da certificação LEED. A empresa LPC Engenharia & Construções, ficou responsável pela execução da obra, que teve a auditoria realizada pela arquiteta Cristina Hana Shoji, que representou a empresa americana MAGRANN Associates em New Jersey. (LPC – ENGENHARIA DE CONSTRUÇÕES, 2018)

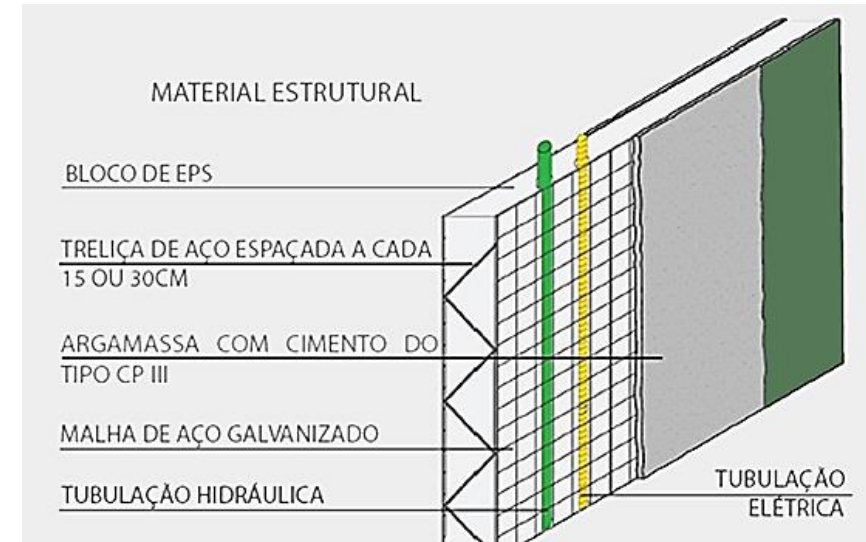
O projeto chama atenção por suas diretrizes sustentáveis, como a redução de 50% a 60% do consumo de água, por meio de reuso de águas cinzas, advindas de lavatórios, chuveiros e máquinas de lavar roupas, sendo destinadas ao reuso nas bacias sanitárias, lavagem das áreas externas e irrigação de jardim. (LPC – ENGENHARIA DE CONSTRUÇÕES, 2018)

O sistema construtivo da implantado pela empresa, conhecido como ECOGRID, pode ser considerado um método construtivo sustentável, que utiliza da tecnologia SCIP (Structural Concrete Insulated Panel) e outros materiais sustentáveis. O painel de estrutura armada de EPS (SCIP) podendo ser utilizado como parede, telhados, lajes e pisos. A composição do painel se dá por uma estrutura de poliestireno expandido entrelaçado por uma malha de ferro galvanizado em forma de sanduiche com treliças de açosoldadas em estrutura 3-D com ambos os lados do painel. (LPC – ENGENHARIA DE CONSTRUÇÕES, 2018)

A tecnologia Ecogrid® permite que residências e prédios construídos pela LCP atinjam os mais altos índices de certificações sustentáveis, incluindo SKA Rating Sistema Britânico), LEED for Homes (USGBC) e Referencial Casas (BRGBC).

(LPC – ENGENHARIA DE CONSTRUÇÕES, 2018)

**Figura 16:** Composição do Painel - ECOGRID



**Fonte:** LPC- Engenharia e Construção, 2018.

O ECOGRID, tem sido considerado uns dos métodos mais avançados na Europa, EUA e no Canadá. Devido as possibilidades de aplicação do EPS (Poliestireno expandido) na construção civil, como sistema isolante de coberturas, paredes, pavimentos e se adapta a qualquer tipo de obra seja de grandes viadutos, estradas,

edifícios ou residências. (LPC – ENGENHARIA DE CONSTRUÇÕES, 2018)

A tecnologia representa um grande avanço para construção civil pois é a que menos compromete o meio ambiente, com a redução de produção de resíduos, rapidez de execução e benefícios diretos ao consumidor final, no caso, o proprietário. (LPC – ENGENHARIA DE CONSTRUÇÕES, 2018)

Considerando que a residência possui 2 pavimentos, sendo dividido entre térreo e superior, totalizando 450m<sup>2</sup> de área construída dos 594m<sup>2</sup> do terreno implantado, fica dimensionado da seguinte forma:

## 6. METODOLOGIA

### 6.1. ÁREA DE ESTUDO

**Mapa 01.** Localização do bairro.



Fonte: Google Earth Pro, 2018

#### 6.1.1 CARACTERÍSTICAS DA ÁREA DE INTERVENÇÃO E SEU ENTORNO

A escolha do terreno onde a edificação será implantada, foi condicionada ao perfil socioeconômico, optando então pelo bairro

Santa Rosa em Cuiabá –MT, por apresentar características como: predominância residencial e nível econômico (médio/alto). A edificação terá um valor financeiro superior a alvenaria convencional, devido as técnicas adotadas voltadas a sustentabilidade e preocupação com conforto e plasticidade, junto as medidas para se adequar ao perfil da classe média, situação que limitou a escolha de bairros com menor infraestrutura e garantias como segurança, padrões culturais e acessibilidade.

**Mapa 02.** Localização do terreno.



Fonte: Google Earth Pro, 2018.

### 6.1.2 CURVAS DE NÍVEL NO TERRENO E SEU ENTORNO

O terreno proposto tem aproximadamente uma área de 1194,85m<sup>2</sup>, com altitude entre 180m e 182m acima do nível do mar, possui 3,44m de desnível. É um terreno favorável a implantação da proposta, porém fica vedada a intervenção respeitando a sinuosidade da natureza.

### 6.1.3 HIERARQUIA DE VIAS E ACESSOS PRINCIPAIS

O terreno está localizado na Rua China e Rua Paraguai no Bairro Santa Rosa, Cuiabá – MT. As avenidas Miguel Serror, Miguel Sutil, Lava Pés e Isaac Povoas, facilitam o acesso ao Shopping Goiabeiras e ao Centro Sul. O acesso a Várzea Grande se dá pela Av. Miguel Sutil, percurso de aproximadamente 10 km até o centro da cidade, conforme a tabela 06.

**Tabela 08:** Hierarquia Viária.

Rua Paraguai	Via Local	PGM – 12m.
Rua China	Via Local	PGM – 12m.
Av. Miguel Serror	Via Coletora	PGM – 18m.

Av. Miguel Sutil	Via Estrutural	PGM – 30m.
Av. Lava Pés	Via Estrutural	PGM – 30m.
Av. Isaac Povoas	Via Estrutural	PGM – 30m.

**Fonte:** Lei complementar 389 editada pelo autor, 2018.

### 6.1.4 INSOLAÇÃO E PREDOMINANCIA DOS VENTOS

O projeto deverá se adequar as questões da incidência solar, considerando o que o sol da manhã nos quartos e áreas de permanência prolongada. Como no entorno a predominância é de uso residencial unifamiliar, não há quebra da incidência durante o dia, de modo as aberturas e os brises irão garantir o conforto térmico no interior da edificação. A perspectiva voltada a proteção parcial ou total do sol na edificação será também condicionada as técnicas adotadas para aproveitamento dos ventos que tem predominância noroeste.

### 6.3. ZONEAMENTO URBANO E ÍNDICES URBANÍSTICOS

Foram obedecidas as esguites diretrizes estabelecidas pela Lei Complementar nº 389, de novembro de 2015:

Subseção X

Das Zonas Corredores de Tráfego – ZCTR

I – Zonas Corredores de Tráfego 1 – ZCTR 1: são compreendidas pelos lotes com frente para as vias públicas urbanas, classificadas como Vias Estruturais;

Art. 67 Nas ZCTR 1 não será permitido o estacionamento de veículos ao longo da via pública, exceto nos casos regulamentados pelo setor competente do Município de Cuiabá.

Foram respeitados os índices urbanísticos, de acordo com a localização do terreno, cujo se enquadra dentro da Zona - ZCTR 1 – Zona de Corredor de Tráfego 1, conforme os dados da Tabela 09.

**Tabela 09.** Índices Urbanísticos do Município de Cuiabá - MT

Índices Urbanísticos <sup>35</sup>								
Zonas	Coefficiente de Ocupação (CO)	Cobertura vegetal paisagística (CVP)	Cobertura Vegetal Arbórea	Coefficiente de permeabilidade	Potencial Construtivo (PC)	Limite de Adensamento (LA)	Potencial Construtivo Excedente	Gabari-to de Altura
ZEX	0,15	[1]	0,85	0,85	0,15	0,15	0,00	-
ZUM	0,50	0,20	0,05	0,25	1,00	2,00	1,00	-
ZCTR 1	0,75	0,20	0,05	0,25	3,00	6,00	3,00	-
ZCTR 2	0,70	0,20	0,05	0,25	2,00	4,00	2,00	-

Fonte: Lei Complementar nº 389 de 03 de novembro de 2015.

- Zona: Zona de Corredor de Trafego 1 (ZCTR - 1)
- Área total do terreno: 1194,85m<sup>2</sup>
- Coeficiente de Ocupação (CO): 1194,85m<sup>2</sup> x 75% = 896,13 m<sup>2</sup>.
- Coeficiente de permeabilidade: 1194,85m<sup>2</sup> x 25% = 298,71m<sup>2</sup>
- Potencial construtivo (PC = 3) = 1194,85m<sup>2</sup> x 3 = 3.584,55m<sup>2</sup>
- Limite de Adensamento (LA = 6): 1194,85m<sup>2</sup> x 6 = 7.169,10m<sup>2</sup>
- Potencial Construtivo Excedente: 1194,85m<sup>2</sup> x 3 = 3.584,55m<sup>2</sup>

#### 6.4. PARTIDO ARQUITETÔNICO

As técnicas adotadas para a formação da identidade da residência, partiram das condicionantes pré-estabelecidas buscando a harmonia entre as exigências da certificação e a qualidade de vida do usuário final. A proposta inicial com estrutura de bloco cerâmico, atendendo a normativa da certificação mediante condições mínimas e máximas de transmitância e capacidade térmica do sistema estrutural utilizado. Partindo deste conceito, todos os materiais escolhidos para vedação das superfícies da envoltória deverão atender os níveis de resistência e transmissão térmica exigidos no RTQ-R.

A identidade da edificação fica condicionada aos requisitos mínimos voltados a eficiência energética, sendo considerado a união de uma residência eficiente a eficiência do entorno onde está inserida, de modo que o processo de formação da identidade se dará pelo paisagismo e adoções de materiais adequados as exigências da certificação aliados a uma plasticidade e conforto visual.

#### 6.5. CONCEITO ADOTADO

O projeto se trata de uma residência projetada para obter a certificação PROCEL a nível A em fase de projeto, considerando o método prescritivo, de modo que seu conceito está associado a eficiência térmica e conforto do ambiente construído, mediante as exigências previstas pelo programa de certificação, o que garantem a eficiência da residência considerando tanto o entorno quanto os ambientes internos, visando a qualidade de vida das pessoas, sendo avaliados de acordo com o cumprimento do regulamento, tendo 5 categorias que identificação como uma edificação de baixo desempenho até uma de máximo desempenho. Também está relacionado a redução do impacto ambiental gerado pela construção civil e o consumo de energia das residências no país, de modo que a proposta visa abordar a eficiência energética, a redução de entulho e processos na fase de obra e a maximização do conforto térmico.

O caráter sustentável da residência se dá pela redução da emissão de CO<sup>2</sup>, associada a redução do consumo de energia elétrica da concessionária, a adoção de técnicas e materiais que

reduzirão a demanda energética e o consumo de recursos naturais podendo assim otimizar em pequena escala a resiliência do meio ambiente, gerando impactos positivos como a redução das ilhas de calor, o conforto térmico dos ambientes internos e da envoltória entre outros.

## 6.6. PLANO DE NECESSIDADES

O programa ou plano de necessidade foi desenvolvido para atender uma proposta de um projeto acadêmico que visa a implantação de uma residência unifamiliar para demonstração dos parâmetros exigidos pelo Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética em Edificações Residências (RTQ-R), atendendo o método prescritivo para certificação em nível de projeto.

Foram consideradas as necessidades de uma família de classe média de quatro pessoas, de modo que a proposta visa atender as demandas de conforto e funcionalidade para promover a qualidade de vida.

O projeto proposto para atender ao método prescritivo do RTQ-R, irá seguir o programa de necessidades abaixo:

### Setor Social

- ✓ 1 sala de jantar
- ✓ 1 sala de estar
- ✓ 1 escritório
- ✓ 1 lavabo

### Setor Íntimo

- ✓ 2 dormitórios
- ✓ 1 suíte
- ✓ 1 banheiro

### Setor de Serviço

- ✓ 1 área de serviço
- ✓ 1 dispensa

## 6.6 ESTUDOS INICIAIS

### 6.6.1 DIRETRIZES BÁSICAS PARA A SELEÇÃO DOS MATERIAS DE ACORDO COM AS CARACTERISTICAS DA ZONA BIOCLIMATICA 7.

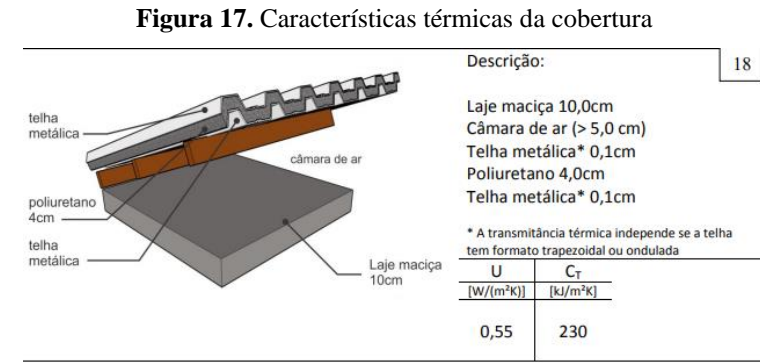
Para obter a etiqueta A para a envoltória numa residencial unifamiliar na cidade de Cuiabá, deve-se atentar as diretrizes contida no Manual A – Zona Bioclimatica 7 baseado na Portaria nº 18/2012. A classificação entre as categorias E (menor desempenho) e A (maior desempenho), estão condicionadas a equação abaixo, conforme estabelecido pelo RTQ-R.

$$PT_{uh} = (a \times Eq_{NumEnv}) + [(1 - a) \times Eq_{NumAA}] + \text{Bonificações}$$

A equação servirá para calcular a pontuação total do nível de eficiência, ou seja, o resultando da soma do equivalente numérico do desempenho térmico da envoltória com o equivalente numérico do sistema de aquecimento de água e com as bonificações, que eterminarão a pontuação referente ao

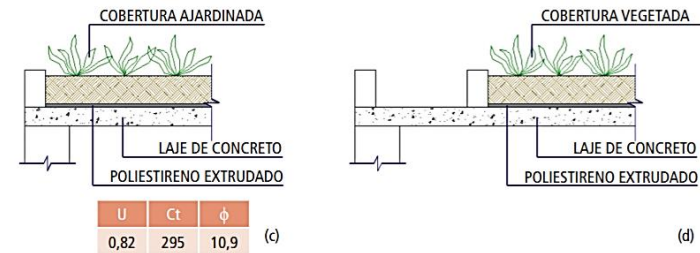
desempenho total da edificação que deverá atingir no mínimo 4,5 para obter a classificação A.

#### 6.6.1 .1 MATERIAS UTILIZDOS.

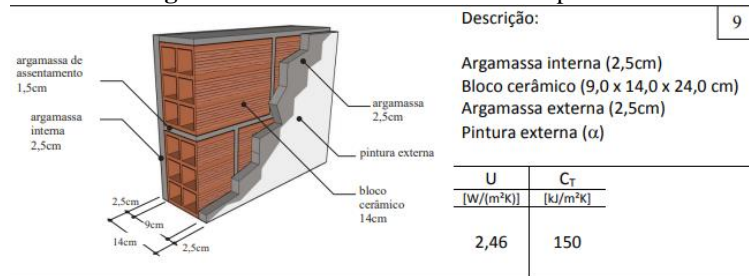


Fonte: Anexo da portaria do INMETRO nº50/2013

**Figura 18.** Características térmicas da cobertura jardinada



Fonte: Casa Eficiente vol. 4, 2010.

**Figura 19.** Características térmicas da parede

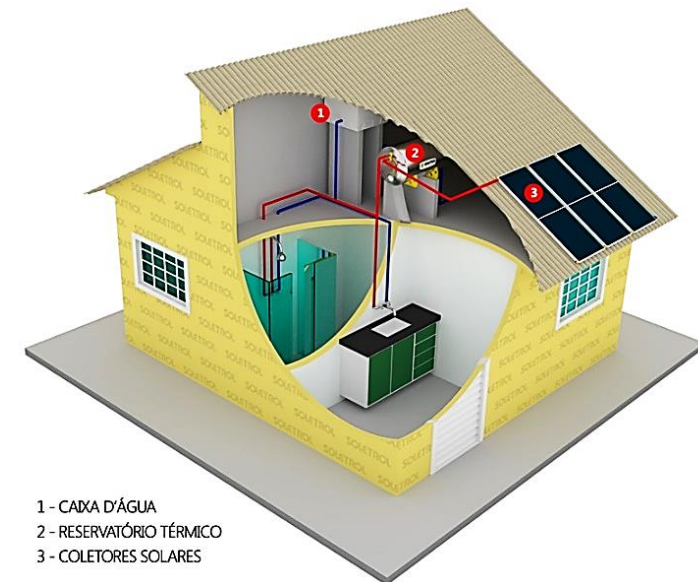
Fonte: Anexo da portaria do Inmetro nº50/2013

### 6.6.2 SISTEMA DE AQUECIMENTO SOLAR TÉRMICO

A edificação que possui o sistema gerador de energia térmica consegue reduzir o custo da energia por demanda de água quente em até 4 vezes, considerando os preços atuais a economia pode chegar a R\$ 1.000,00 com um aquecedor de 200 litros que consegue suprir a necessidade da demanda de 5 banhos com tempo médio de 8 min diários. A média de recuperação do investimento é de 2 anos (SOLETROL, 2018).

O sistema de aquecimento de água por energia é composto de coletores solares e reservatórios térmicos, as placas solares atua na absorção da radiação solar transmite como fonte de energia térmica para o reservatório (boiler), que pode ser espontâneo ou

composto, porém na presente proposta será utilizado o composto devida a possibilidade de armazenamento de água quente para uso noturno ou em dias com chuvas intensas que tendem a reduzir a produção de energia térmica. O boiler será alimentado pela caixa de água fria, de modo que a demanda deve ser inserida no cálculo de água fria (SOLETROL, 2018).

**Figura 20.** Volumetria

Fonte: SOLETROL, 2018.

### *6.6.2.1 RESERVATÓRIO TÉCNICO*

O reservatório térmico atua como uma caixa de água que mantém a água aquecida pelo coletor solar, e tem alimentação direta da caixa de água fria que mantém o boiler cheio de acordo com a demanda da edificação, basicamente o sistema irá trabalhar durante o dia, enquanto houve incidência solar, tendo o reservatório térmico como meio de armazenar para suprir a necessidade do uso noturno e garantir sua eficiência em dias chuvosos quando a produção de energia é reduzida.

### *6.6.2.1 SISTEMA AUXILIAR DE AQUECIMENTO*

Embora a região onde o projeto está inserido tem intensa incidência solar durante todas as estações do ano, porém em períodos chuvas e neblinas intensas, podem reduzir a capacidade de produzir energia solar térmica, reduzindo a eficiência do sistema. Para resolver tal problema todo aquecedor solar possui um acionamento auxiliar podendo ser elétrico ou a gás, que serão acionados automaticamente quando o sistema identificar a redução

da eficiência ou consumo superior ao dimensionamento inicial (SOLETROL. 2018).

### *6.6.2.1 DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA*

Considerando o dimensionamento correto do sistema é necessário calcular o volume diário de água quente, o armazenamento, os coletores solares, a localização da instalação, características do equipamento e condições de instalação. Para que não haja um dimensionamento inferior a demanda tendo problema como a falta de água quente ou o superdimensionamento que acarretará no encarecimento do investimento na compra do equipamento.

Deve-se atentar as características bioclimáticas para instalação para favorecer o desempenho do coletor solar, tendo como preferência a orientação do norte magnético, devido a declinação magnética. Recomenda-se também que a inclinação dos coletores solares seja o resultado da latitude local acrescido de 10°, para garantir o desempenho máximo mesmo no inverno. Os coletores podem ser instalados com indicações de instalação

diferentes, mas é preciso realizar a compensação do desempenho do sistema, como o aumento da área dos coletores.

#### a) Cálculo do volume de consumo e armazenamento

Dimensionamento para 6 pessoas:

6x45 litros para duchas.

Volume total: 270 litros - Volume do reservatório: 300 litros.

Obs. acrescenta-se 100 litros ao reservatório, para suprir necessidades extras, como visitas e uso superior ao tempo estimado de banho.

Armazenamento:

Reservatório térmico para 400 litros.

Dimensões: 60cm x 160cm.

#### b) Dimensionamento e Instalação de Coletores Solares

A área de coletores solares:

100 litros      1,2m<sup>2</sup>

270 litros      Área necessária

Área necessária = 270 litros x 1,2 m<sup>2</sup> = 3,24m<sup>2</sup>.

100 litros

2 placas de 100cm x 200cm = 4m<sup>2</sup>

### 6.7.1 PRÉ-DIMENSIONAMENTO

**Tabela 10.** Pré-dimensionamento do Setor Social.

<b>SETOR SOCIAL</b>		
<b>Ambiente</b>	<b>Qtd. de Ambiente</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>
Sala de estar	1	32,4 m <sup>2</sup>
Sala de jantar	1	19,3 m <sup>2</sup>
Lavabo	1	2,5 m <sup>2</sup>
Escritório	1	13 m <sup>2</sup>

**Fonte:** Acervo do autor, 2018.

**Tabela 11.** Pré-dimensionamento do Setor Íntimo.

<b>SETOR INTIMO</b>		
<b>Ambiente</b>	<b>Qtd. de Ambiente</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>
Dormitório 1	1	19 m <sup>2</sup>
Dormitório 2	1	16,2 m <sup>2</sup>
Suíte 1	1	27,4 m <sup>2</sup>
Banheiro	1	4.2 m <sup>2</sup>
Sala de estar intima	1	4.2 m <sup>2</sup>

**Fonte:** Acervo do autor, 2018.

**Tabela 12.** Pré-dimensionamento do Setor Serviço.

<b>SETOR DE SERVIÇO</b>		
<b>Ambiente</b>	<b>Qtd. de Ambiente</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>
Cozinha	1	23 m <sup>2</sup>
Lavanderia	1	10 m <sup>2</sup>
Dispensa	1	8 m <sup>2</sup>
Deposito	1	6,5 m <sup>2</sup>
Garagem	3	37,5 m <sup>2</sup>

**Fonte:** Acervo do autor, 2018.

## 6.7.2 ORGANOGRAMA

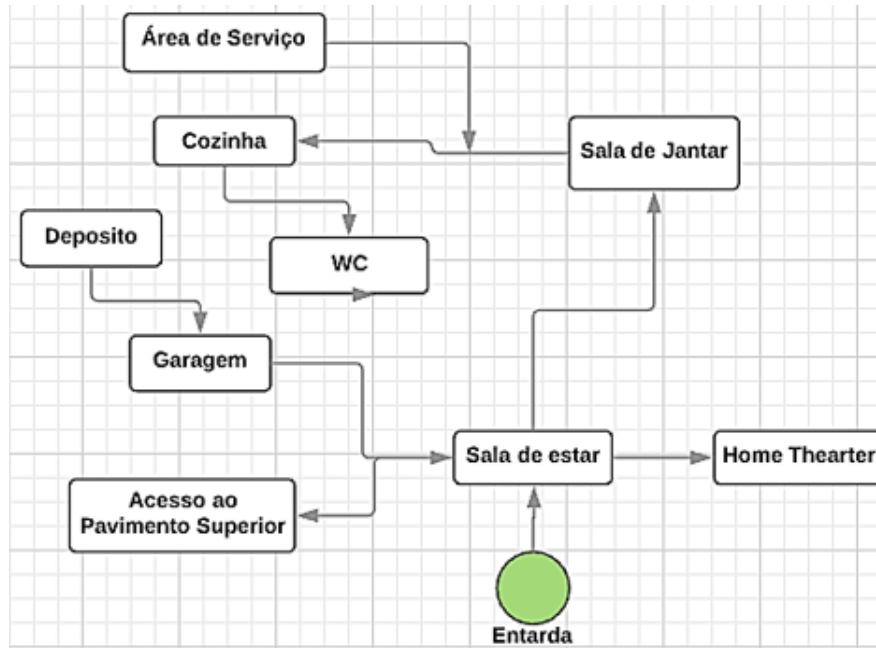
Figura 21. Organograma funcional.



Fonte: Acervo do autor, 2018.

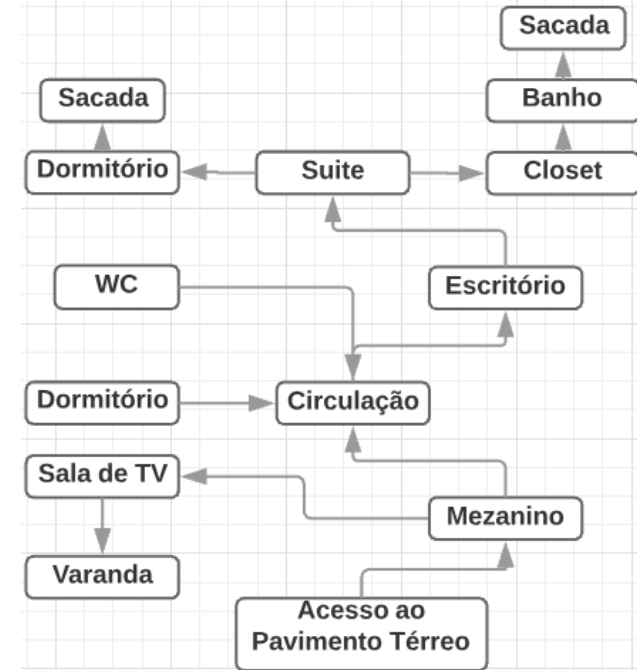
### 6.7.3 FLUXOGRAMAS

Figura 22. Fluxograma funcional - Térreo.



Fonte: Acervo do autor, 2018.

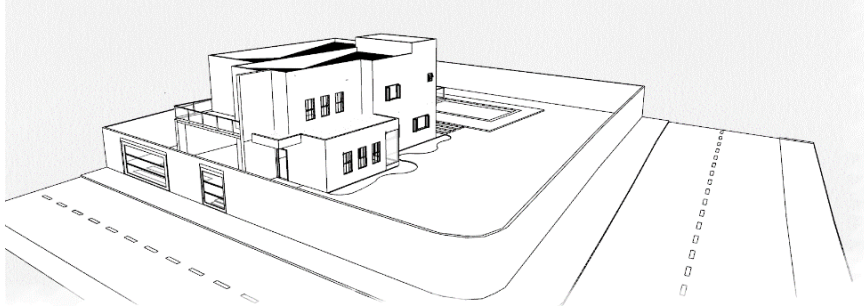
Figura 23. Fluxograma funcional – Pavimento Superior.



Fonte: Acervo do autor, 2018.

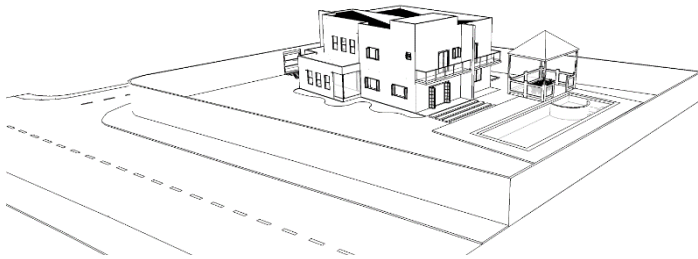
## 6.7.4 ENSAIOS GRAFICOS

**Figura 24.** Ensaios Gráficos



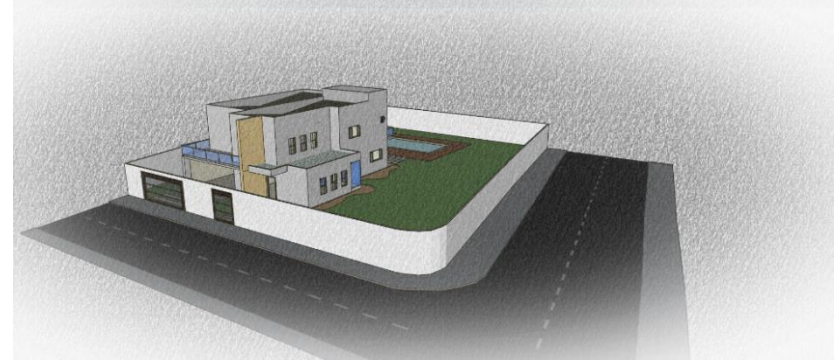
Fonte: Acervo do autor, 2018.

**Figura 25.** Ensaios Gráficos



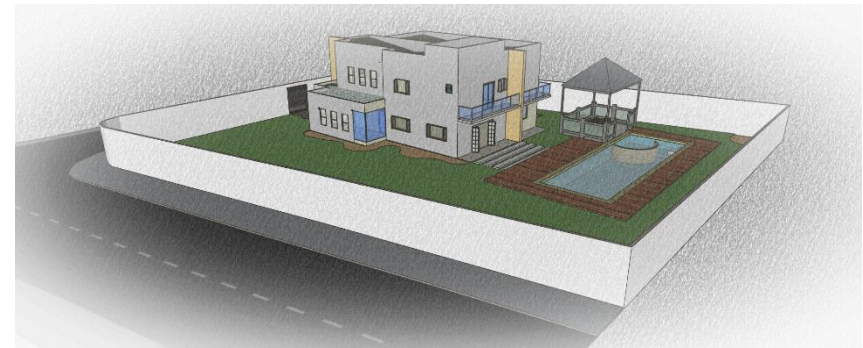
Fonte: Acervo do autor, 2018.

**Figura 26.** Ensaios Gráficos



Fonte: Acervo do autor, 2018.

**Figura 27.** Ensaios Gráficos

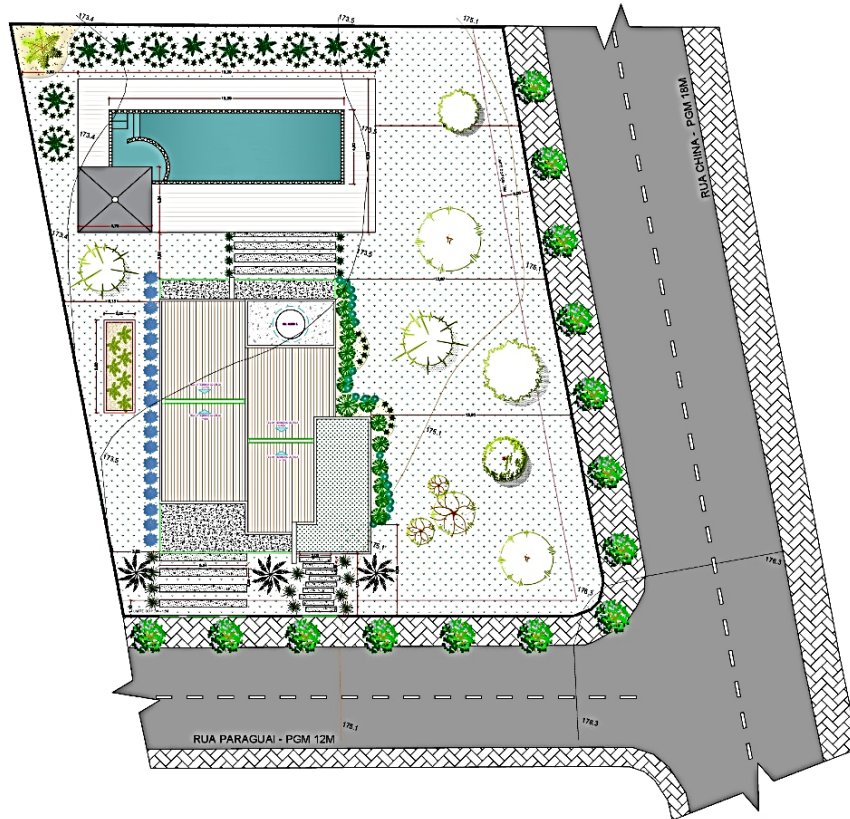


Fonte: Acervo do autor, 2018.

7. O PROJETO

7.1. IMPLANTAÇÃO

Figura 28. Implantação



Fonte: Acervo do autor, 2018.

7.1.1 PAISAGISMO

Considerando as características climáticas de Cuiabá e região, o projeto de paisagismo é de extrema importância para a promover o desempenho da envoltória, atuando na redução da sensação de calor na residência e área externa. Partindo de pressuposto a escolha da vegetação se deu por meio de estudos de desempenho em altas temperaturas e por apelo estético, conforme a Figura 28. Vale ressaltar que as arvores “Sibipiruna (88,5)”, “Ipê Roxo (75,6%)” e “Magnólia (82,4%)”, possuem alto desempenho na atenuação da radiação solar (UFMT CIENCIA 2018).

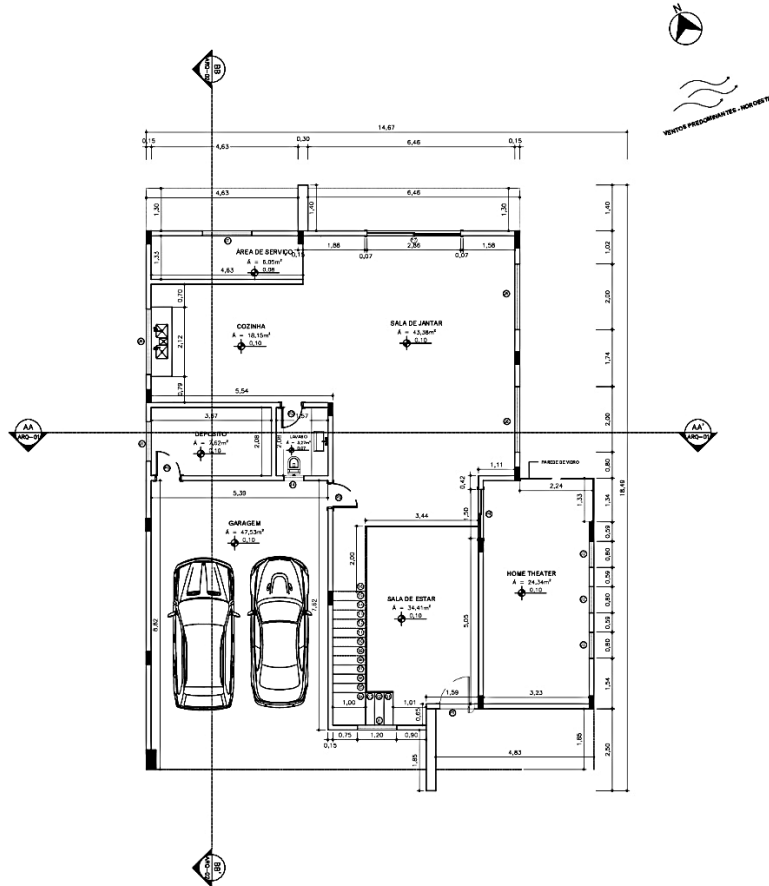
Figura 29. Implantação

LEGENDAS					
	BUXINHO	ARBUSTO		SIBIPIRUNA	FRUTIFERA
	CEDRINHO JAPONES	ARBUSTO		TAMAREIRA	FRUTIFERA
	PALMEIRA CICA	ARBUSTO		IPÊ ROXO	FRUTIFERA
	MUSSAENDA	ARBUSTO		MANGUEIRA	FRUTIFERA
	AZALEIA	ARBUSTO		MAGNÓLIA	FRUTIFERA
	AVE DO PARAISO	ARBUSTO		ACEROLEIRO	FRUTIFERA
	CRISÂNTEMO	FLOR			
	BANANEIRA	FRUTIFERA			
	QUARESMEIRA	FRUTIFERA			

Fonte: Acervo do autor, 2018.

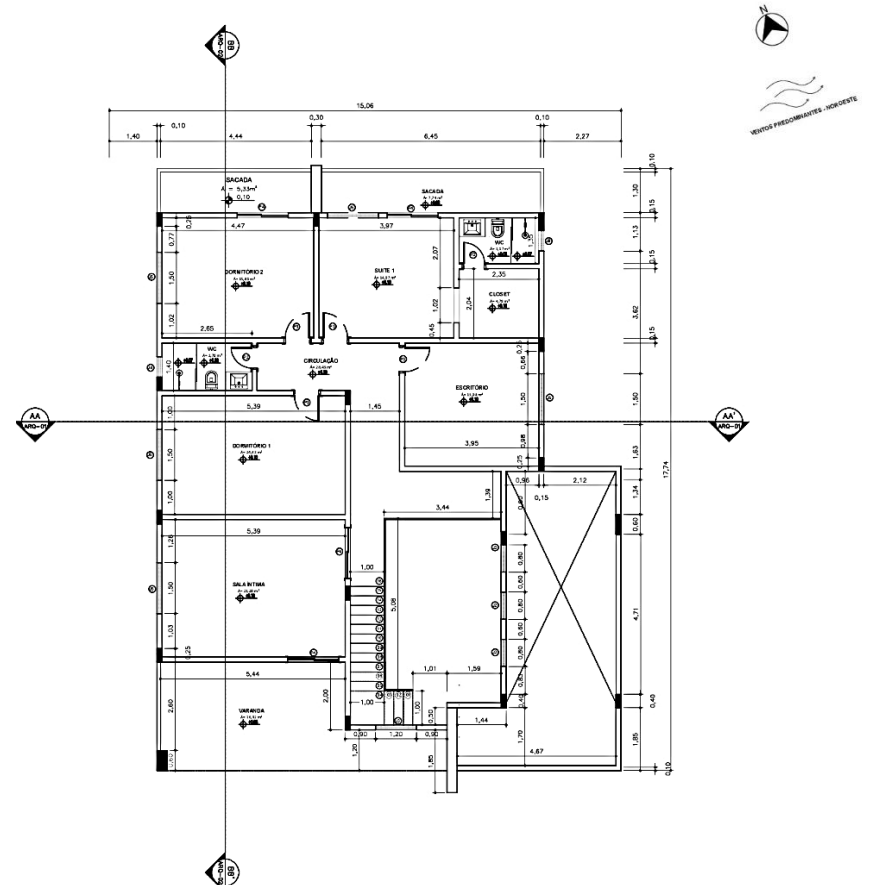
## 7.2. PLANTA BAIXA

Figura 30. Planta de Baixa - Pavimento Térreo.



Fonte: Acervo do autor, 2018.

Figura 31. Planta de Baixa- Pavimento Superior.



Fonte: Acervo do autor, 2018.

### 7.3. VOLUMETRIA

**Figura 32.** Volumetria 01



Fonte: Acervo do autor, 2018.

**Figura 33.** Volumetria 03



Fonte: Acervo do autor, 2018.

**Figura 34.** Volumetria 02



Fonte: Acervo do autor, 2018.

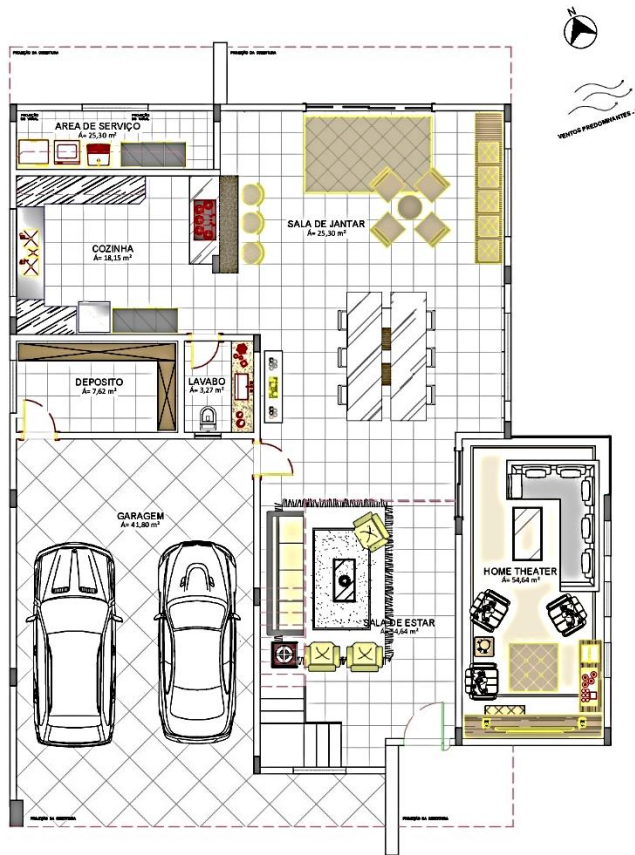
**Figura 35.** Volumetria 04



Fonte: Acervo do autor, 2018.

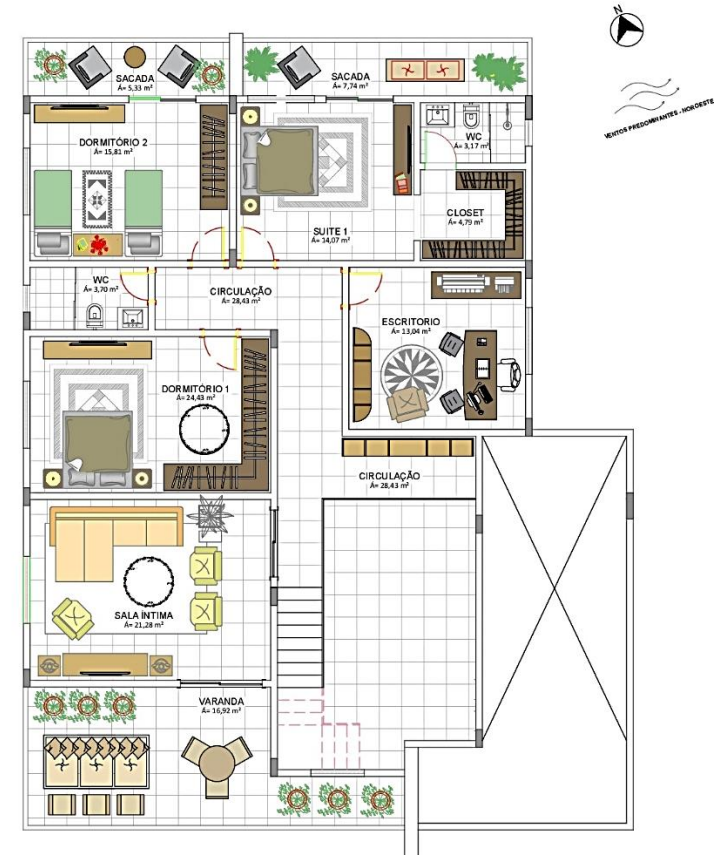
## 7.4. LAYOUT

Figura 36. Planta de Layout - Pavimento Térreo.



Fonte: Acervo do autor, 2018.

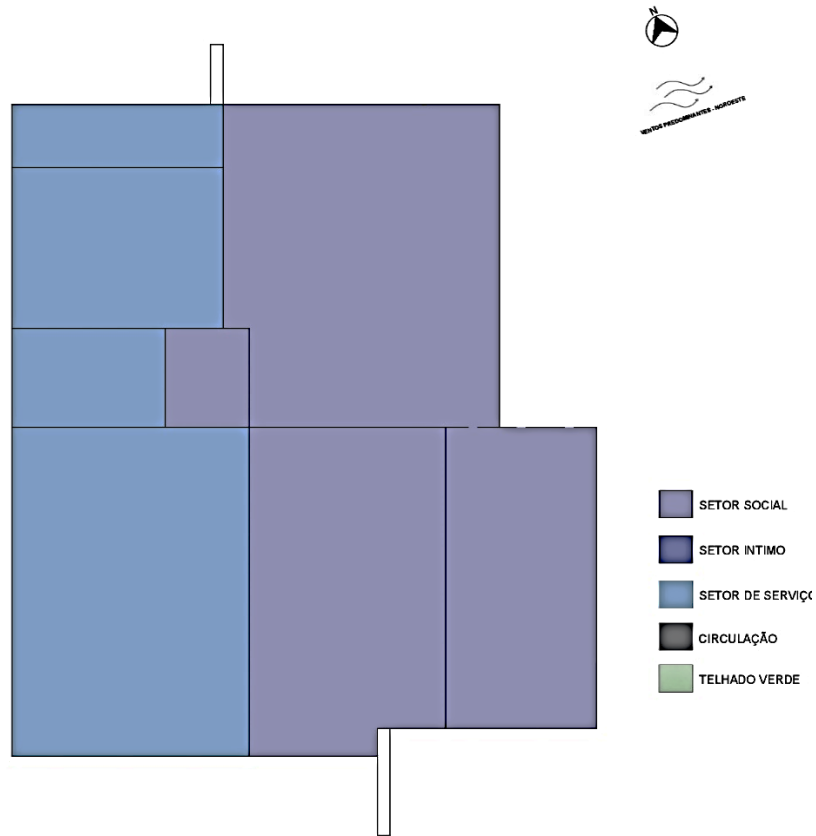
Figura 37. Planta de Layout- Pavimento Superior.



Fonte: Acervo do autor, 2018.

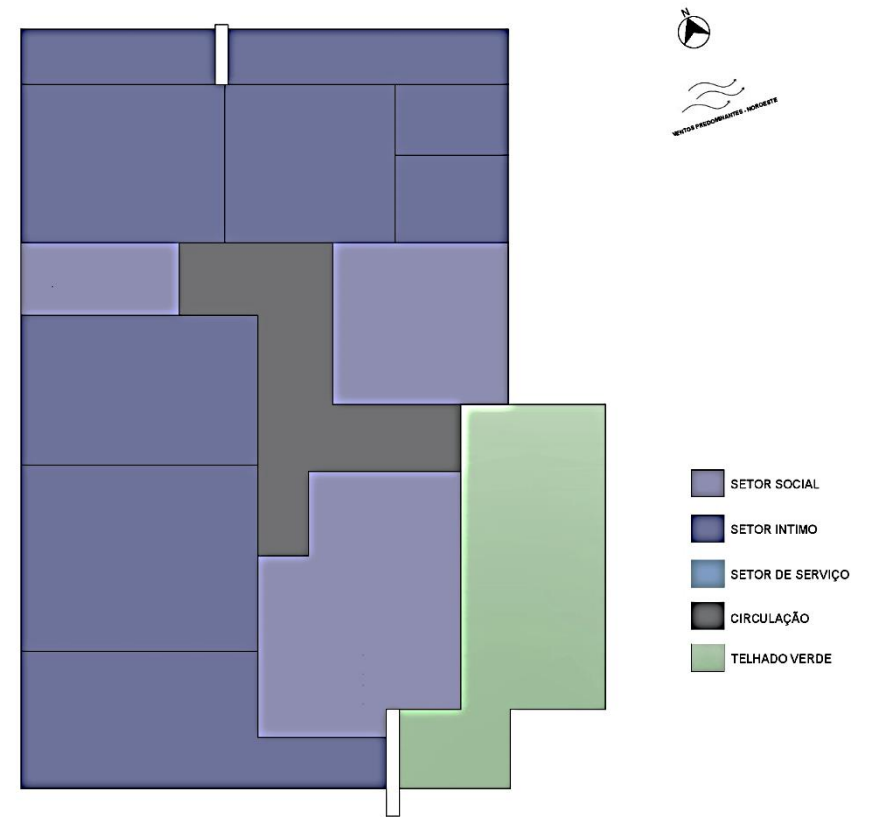
## 7.4. SETORIZAÇÃO

**Figura 38.** Setorização- Pavimento Térreo.



**Fonte:** Acervo do autor, 2018.

**Figura 39.** Setorização- Pavimento Superior.



**Fonte:** Acervo do autor, 2018.

## 8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Há diversas discussões sobre o controle entre o consumo crescente de energia, as limitações dos recursos e restrições ambientais, fato que tem promovido a eficácia de políticas de eficiência energética e a formulação de novos conceitos e princípios. Diante desse cenário tem se destacado a Lei 110.295/2001, a aplicação do programa Procel Edifica, tendo como objetivo de conscientizar e promover o uso eficiente de eletricidade nas edificações. (RODRIGUES, 2014)

Dentre a necessidade de se implantar e promover tecnologias de eficiência energética no Brasil, no qual originou a presente proposta, que tem apelo informativo, por se tratar da simulação da certificação Procel em fase de projeto utilizando o método prescritivo, tendo com resultado a Etiqueta ENCE A.

Para a elaboração da proposta foi pensado no desempenho térmico da envoltória, tendo como condicionante a calor intenso na cidade de Cuiabá-MT, de acordo com as considerações da Zona Bioclimática 7, tendo como meio de apuração do desempenho a “Planilha de cálculo de desempenho da UH (Anexo B1).

A proposta teve resultado satisfatório, tendo bom desempenho da envoltória no verão (3,97, ENCE B), que em conjunto com as bonificações geradas pelo atendimento das condições para iluminação natural, ventilação natural e sombreamento, conforme as exigências da Zona Bioclimática 7. A média ponderada também contou com o sistema de aquecimento de água solar que teve desempenho máximo, o que permitiu o alcance da pontuação 4,90 (ENCE A), conforma a tabela.

**Quadro 03.** Quadro Resumo da Planilha de Cálculo do Desempenho da UH.

Pontuação Total	Identificação	Casa Eficiente
	Envoltória para Verão	B 3,97
	Envoltória para Inverno	Não se aplica 0,00
	Aquecimento de Água	A 5,00
	Equivalente numérico da envoltória	B 3,97
	Envoltória se refrigerada artificialmente	C 3,00
	Bonificações	0,57
	Região	Centro-Oeste
	Coeficiente a	0,65

Classificação final da UH	A
Pontuação Total	4,90

Fonte: Acervo do autor, 2018.

## 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### 9.1 REFERÊNCIAS CITADAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15220: Desempenho Térmico de edificações**. ABNT. Rio de Janeiro. 2008.

ABRADEE. Estudo Comparativo de Tarifas 2016 (ref. 2015) – Abradee . Disponível em< <http://www.abradee.com.br/escolha-abradee-para-voce/material-de-divulgacao/3235-estudo-comparativo-de-tarifas-2016-ref-2015-abradee>> Acesso em junho de 2018.

ALTOE, Leandra et al. **Políticas públicas de incentivo à eficiência energética**. *Estud. av.* [online]. 2017, vol.31, n.89, pp.285-297. ISSN 0103-4014. <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-40142017.31890022>.

ÂNGULO, S. C.; JHON, V. M; **Normatização dos agregados graúdos de resíduos de construção e demolição reciclados para concretos e a variabilidade**. IX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construindo - Fox do Iguaçu – PR, 7 a 10 de maio de 2002.

ÂNGULO, S. C.; ZORDAN, S. E; JHON, V. M. **Desenvolvimento sustentável e a reciclagem de resíduos na construção civil**. PCC – Departamento Engenharia de Construção Civil da Escola Politécnica. São Paulo – SP

ANEXO PORTARIA INMETRO N° XXX/2012. **Anexo A4 - Manual de Entendimento da ENCE de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas**.

Agencia Nacional de Energia Elétrica. **Ranking das Tarifas**. Disponível em< <http://www.aneel.gov.br/ranking-das-tarifas>> Acesso em abril de 2018

BARROS, A. D. M, **Dissertação (mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo e Área de concentração em Arquitetura e Urbanismo e Tecnologia** – Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, 2012.

BRASIL. Decreto - Lei nº 4.059 - **Regulamenta a Lei no 10.295, de 17 de outubro de 2001, que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, e dá outras providências.** Brasília, 19 de dezembro de 2001c.

BRASIL. Lei N°10.295 - **Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia e dá outras providências.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 18 out. 2001b.

BRASIL. Lei N°9.991 - **Dispõe sobre realização de investimentos em pesquisa de desenvolvimento e em eficiência energética por parte das empresas concessionárias,**

**permissionárias e dá outras providências.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, julho. 2000a.

BRE. **BREEAM.** Disponível em < <https://www.breeam.com/>> Acesso em maio de 2018.

BLOG VERTES. Casa Átrio, **Análise de Eficiência Energética** – Florianópolis/SC – Parte 1. Disponível em: < <https://blogvertes.wordpress.com/2011/08/03/analise-de-eficiencia-energetica-residencia-em-florianopolissc-parte-1/> > Acesso em junho de 2018.

BLOG VERTES. Casa Átrio, **Análise de Eficiência Energética** – Florianópolis/SC – Parte 2. Disponível em: < <https://blogvertes.wordpress.com/2011/08/04/analise-de-eficiencia-energetica-residencia-em-florianopolissc-parte-2/> > Acesso em junho de 2018.

BLOG VERTES. Casa Átrio, **Análise de Eficiência Energética** – Florianópolis/SC – Parte 3. Disponível em: <

<https://blogvertes.wordpress.com/2011/08/04/analise-de-eficiencia-energetica-residencia-em-florianopolissc-parte-3/> > Acesso em junho de 2018.

**CB3E – Centro brasileiro de eficiência energética em edificações – Guia de medição e cálculo para refletância e absortância solar em superfícies opacas (v.1).** Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico de Engenharia Civil. Disponível em: <cb3e.ufsc.br>. Acesso em 29 de abril de 2018.

**CB3E – Centro brasileiro de eficiência energética em edificações – Proposta de métodos para avaliação da eficiência energética em edificações residenciais.** Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico de Engenharia Civil. Disponível em: <cb3e.ufsc.br>. Acesso em 29 de abril de 2018.

**Casa Alpha A1 / Arquitetura Viva [House Alpha A1 / Arquitetura Viva]** 23 Nov 2017. ArchDaily Brasil.

<<https://www.archdaily.com.br/br/883799/casa-alpha-a1-arquitetura-viva>> ISSN 0719-8906 > Acesso em 29 Abril de 2018.

Constituição (1998). **Constituição da República Federativa do Brasil:** texto constitucional promulgado em 5 de outubro de 1988, com as alterações determinadas pelas Emendas Constitucionais de Revisão nº 1 a 6/94, pelas Emendas Constitucionais nº 1/92 a 91/2016 e pelo Decreto Legislativo nº 186/2008. – Brasília: Senado Federal, Coordenação de Edificações Técnicas, 2016. 496p.

**Casa eficiente: Bioclimatologia e desempenho térmico /** editores: Roberto Lamberts... [et al.]. – Florianópolis: UFSC/LabEEE; 2010. V. 1 (123p.) il.; graf; tabs.

**Casa eficiente: Consumo e geração de energia /** editores: Roberto Lamberts... [et al.]. – Florianópolis: UFSC/LabEEE; 2010. V. 2 (76p.) il.; graf; tabs.

**Casa eficiente: Uso racional da água** / editores: Roberto Lamberts... [et al.]. – Florianópolis: UFSC/LabEEE; 2010. V. 3 (72p.) il.; graf; tabs.

**Casa eficiente: Simulação do desempenho termo energético**/ editores: Roberto Lamberts... [et al.]. – Florianópolis: UFSC/LabEEE; 2010. V. 4 (53p.) il.; graf; tabs.

CASTRO, J. F. **Tarifas de energia no Brasil**. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Energia e Automação Elétricas. São Paulo, p. 103. 2011.

DUARTE, Vanessa C. P. **Desempenho Térmico de Edificações. LABEE, Laboratório de Eficiência Energética em Edificações. Universidade Federal de Santa Catarina**. Florianópolis, 7ª edição, 2016.

ELETROBRAS. **Pesquisa de posse de equipamentos e hábitos de uso, ano base 2005**: Classe Residencial Relatório Centro-

Oeste. Rio de Janeiro: ELETROBRAS; PROCEL, 2005. 182 p. (Avaliação do Mercado de Eficiência Energética no Brasil)

FREIRE, Emilly M. S. **Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Mato Grosso. Faculdade de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Edificações e Ambiental, Cuiabá, 2014**. Orientador: Prof. Dr. Roberto Apolônio.

FAUST ARQUITETURA. **Casa Átrio, Arquitetura Edificação**. Publicado em 9 de jun. de 2012. Disponível em: <<http://eduardofaust.com/%E2%96%88-casa-atrrio/#!>>. Acesso em 28 de abril de 2018.

GREEN BUILDING COUCIL. **Construindo um Futuro Sustentável**. Disponível em <<http://www.gbcbrasil.org.br/referencial-casa.php>> Acesso em abril de 2018.

INMETRO - **Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia. Coeficiente de Eficiência Energética em condicionador de ar janela.** Disponível em: <<http://inmetro.gov.br>>. Acesso em junho de 2018.

INMETRO - **Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia. Coeficiente de Eficiência Energética em condicionadores de ar Split Hi-Wall.** Disponível em: <<http://inmetro.gov.br>>. Acesso em junho de 2018.

INOVATECH. **Certificação BRREAM.** Disponível em <<http://www.inovatech engenharia.com.br/atuacao/certificacoes/bre eam/>> Acesso em maio 2018.

LAMBERTS, R., GHISI, E., ABREU, A. L. P.& CARLO, J. C. **Desempenho Térmico de Edificações. LABEE, Laboratório de Eficiência Energética em Edificações. Universidade Federal de Santa Catarina.** Florianópolis, 2005.

LAMBERTS, R., DUTRA, L.& PEREIRA, F. O. R. **Eficiência Energética na Arquitetura**, p.192, Pro Livros. São Paulo. 1997.

LUCAS, D; BENATTI, C. R. **Utilização de resíduos industriais para a produção de artefatos cimentícios e argilosos empregados na construção civil.** In Revista: Agronegócios e Meio Ambiente, v.1, n.3, p. 405-418, set/dez. 2008 – ISSN 1981-9951.

LIMA, S. L. Et al. **Sobre a situação energética brasileira: de 1970 a 2030; Ciência e Natura**, vol. 37, num. 2, 2015, pp. 6-16 – Universidade Federal de Santa Maria – Santa Maria, Brasil. Disponível em: < <http://www.redalyc.org/articulo.oa? Id=467547642003>> Acesso em maio de 2018.

LPC – ENGENHARIA DE CONSTRUÇÕES. **Projeto Residencial Campinas.** Disponível em <[http://www.lpcconstrucoes.com.br/projeto\\_residencial\\_campinas.html](http://www.lpcconstrucoes.com.br/projeto_residencial_campinas.html)> Acesso em maio de 2018.

MANUAL A (2012). **Diretrizes para obtenção de classificação nível A para edificações residências – Zona Bionclimática 7.**

Volume 4.7, versão 1, Portaria nº18/2012. Disponível em: <<http://www.pbeedifica.com.br>>. Último acesso em 29 de abril de 2018.

MANUAL RAC (2013). **Manual para aplicação do RAC**. Volume 4.4, versão 1, Portaria nº50/2013. Disponível em: <<http://www.pbeedifica.com.br>>. Acesso em 29 de abril de 2018.

MANUAL RTQ-R (2012). **Manual para aplicação do RTQ-R**. Volume 4.2, versão 1; Portaria nº18/2012). Disponível em: <<http://www.pbeedifica.com.br>>. Acesso em 29 de abril de 2018.

MELHADO, A. R. Certificações Sustentáveis e o mercado acadêmico, palestra 12 – Greenbuilding Week. Disponível: <[www.blog.gbcbrasil.org.br/?p=3652](http://www.blog.gbcbrasil.org.br/?p=3652)> Acesso em junho de 2018.

MOREIRA, D. C.; LABAKI, L. C.; KOWALTOWSKI, D. C. C. **K. I Conferência Latino-Americana de construção sustentável x encontro nacional de tecnologia do ambiente construído;**

**Aplicação para cálculo das propriedades térmicas de alvenarias**. 18-21 julho 2004, São Paulo. ISBN 85-89478-08-4.

MORAES, Carmelina Suquerê de. **Dissertação de Mestrado em Engenharia de Edificações e Ambiental – UFMT, 2013**. Orientador: Prof. Dr. Roberto Apolônio.

PROCEL EDIFICA. **Programa Nacional de Eficiência Energética em Edificações**. Disponível em: <<http://www.eletronbras.com/pci/main.asp>> Acesso em abril de 2018.

PROCEL EDIFICA. **Edificações Residenciais Etiquetadas**. Disponível em: <<http://www.pbeedifica.com.br/edificacoes-etiquetadas/residencial>> Acesso de abril de 2018.

PROCEL. 1. **Avaliação do mercado de eficiência energética do Brasil. Sumário Executivo – Ano Base 2005**. 2007. Disponível em: <[www.procelinfo.com.br](http://www.procelinfo.com.br)>. Acesso em abril. 2018.

PROCEL. **Regulamento para concessão do selo PROCEL de economia de energia – Revisão IV**. PFD, Departamento de desenvolvimento de eficiência energética. 2013. Disponível em: <[www.procelinfo.com.br](http://www.procelinfo.com.br)>. Acesso em abril. 2018.

PROCEL. **Perguntas frequentes – etiquetagem de edificações**. Disponível em: <[www.procelinfo.com.br](http://www.procelinfo.com.br)>. Acesso em abril. 2018.

PALLADINI, G. D. **Trabalho de conclusão de curso (graduação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico**. Graduação em Engenharia Civil. Florianópolis, 2016.

PROCESSO AQUA, Construção sustentável. **Referencial técnico de certificação**. Edifícios habitacionais. Fundação Vanzolini, 2013, versão 2. Disponível em: <<https://vanzolini.org.br/>>. Acesso em de abril de 2018.

RODRIGUE, M. S. **EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM RESIDÊNCIAS UNIFAMILIARES DE ALTO PADRÃO**.

2014. Monografia (Bacharelado em Engenharia de Energia da Universidade de Brasília, junho de 2014.

RORIZ, Maurício. **Apostila da Disciplina de Conforto e Desempenho Térmico de Edificações** – Universidade Federal de São Carlos; Centro de Ciências Exatas e Tecnologia do Programa de Pós-Graduação em Construção Civil. São Carlos, SP 2008.

SILVA, Vanessa Gomes da; PARDINI, Andrea Fonseca. **Contribuição ao Entendimento da Aplicação da Certificação LEED no Brasil com Base em dois Estudos de Caso**. In: Revista: Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 10, n.3, p. 81-97, jul/set. 2010.

SOLETROL. **Aquecedores Solares para Residências em Construção**. Disponível em <<http://www.soletrol.com.br/produtos/residencias-em-construcao/>> Acesso em junho de 1028.

SUSTENTARQUI, **LEED v4: a nova versão da certificação sustentável e suas atualizações** - Disponível em <

<https://sustentarqui.com.br/construcao/leed-v4-nova-versao-da-certificacao-sustentavel-e-suas-atualizacoes/>> Acesso em maio 2018.

SPADOTTO, A. et al. **Impactos ambientais causados pela construção civil**. Unosec % Ciência – ACSA, Joaçaba, v. 2, n. 2, p. 173-180, jul/dez. 2011.

TRICHES, G; KRYCKYJ, P. R.; Aproveitamento de entulho da construção civil na pavimentação urbana. Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina.

UFMT CIENCIA. Cidade (ex)verde. A culpa não é só da bolha de calor. Disponível em < <http://www.asmlatin.com/2018/02/energia-eletrica-no-brasil-em-2018-panorama/>> Acesso em junho de 2018.

VIANNA, L. G. V; RAMOS, M. O. S; PEREIRA, O. S. **Programa de conservação de energia elétrica, seus desdobramentos e**

**necessidades para consolidação; in Congresso Brasileiro de Planejamento Energético**. São Paulo, 10 de setembro de 2010.

## 9.2 REFERÊNCIAS CONSULTADAS

BUENO, C; ROSSIGNOLO, J. A. **Desempenho ambiental de edificações: cenário atual e perspectivas dos sistemas de certificação**. Minerva, 7(1): 45-52. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

CASTELNOU, A. M. N. **Por uma arquitetura ecológica**. In: REVISTA TERRA & CULTURA - Cadernos Científicos de Ensino e Pesquisa. Londrina PR: Centro Universitário Filadélfia - Unifil, ano XVIII, n. 35, jul. /dez.2002. p.18-24.

CORRÊA, D. R. **Certificação ambiental, desenvolvimento sustentável e barreiras à entrada**. Brasília a. 43 n. 169 jan. / mar. 2006.

GODEIRO, C. V. **As certificações ambientais como diferencial de competitividade para as empresas exportadoras.** VII CONNEPI, 19 a 20 de outubro de 2012. – Ciência, tecnologia E inovação: ações sustentáveis para o desenvolvimento regional. Universidade Anhanguera – UNIDERP Tecnologia do Exterior pelo IFRN.

GRUNBERG, P. R. M; MEDEIROS, M. H. F; TAVARES, S. F. **Certificação ambiental de habitações: comparação entre LEED For Homes, processo AQUA e Selo Casa Azul.** In Revista: Ambiente e Sociedade, São Paulo v. XVII, n. 2, p. 195-214, abril-jun. 2014. Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Construção Civil. Universidade Federal do Paraná (UFPR).

LUZ, A. P. W; MARTINS, D. C. **Estudo da eficiência energética do centro de educação infantil dos anjos em Capivari de Baixo –SC;** Universidade do Sul de Santa Catarina. Tubarão 2017.

LIMA, L. F. **Estudos de eficiência energética em aparelho condicionadores de ar e técnicas para redução da carga**

**térmica nas edificações.** Universidade Estadual de Londrina; Centro de Tecnologia e Urbanismo. Londrina, 2017.

MARINHO, J. L. A. **Moradia digna: um direito de todos, um dever do Estado, uma realidade de poucos.** Universidade Regional de Cariri – URCA, XXI ERED/ERAJU, Encontro regional de estudantes de direito / encontro regional de assessoria jurídica universitária.

NEGREIROS, Lara. **Diretrizes para projetos de loteamentos urbanos considerando os métodos de avaliação ambiental** – São Paulo: EPUSP, 2009. 27p. – (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/526).

RTQ-C (2010). **Manual de aplicação do Regulamento técnico da qualidade do nível de eficiência energética de edifícios comerciais, de serviços e públicos.** Disponível em: <<http://www.eletronbras.com/>> Acesso em maio 2018.

SANTANA, Thallis Elizeu Lima dos Santos; CRUZ, Antônia Ferreira dos Santos. **Estudo do potencial de conservação de energia através do controle do carregamento de geladeira e ar condicionado**

SILVA, Vanessa Gomes da; SILVA, Maristela Gomes da; AGOPYAN, Vahan. in Revista Ambiente Construído. **Avaliação de edifícios no Brasil: da avaliação ambiental para avaliação de sustentabilidade**. Porto Alegre, v. 3, n. 3, p. 7-18, jul/set. 2003.

## APÊNDICES

### APÊNDICE A

- A1) PLANTA DE IMPLANTAÇÃO
- A2) PLANTA BAIXA
- A3) PLANTA DE PILAR
- A4) PLANTA DE LAYOUT
- A5) PLANTA DE COBERTURA
- A6) PLANTA DE SETORIZAÇÃO
- A7) PLANTA BAIXA ELÉTRICA- TÉRREO
- A8) DETALHAMENTO ELÉTRICO –TÉRREO
- A9) PLANTA BAIXA ELÉTRICA- PAV SUPERIOR
- A10) DETALHAMENTO ELÉTRICO – PAV SUPERIOR
- A11) CORTES
- A12) PERSPECTIVAS

### APÊNDICE B

- B1) SIMULAÇÃO DO MÉTODO PRESCRITIVO – PLANILHA PROCEL