

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE ENGENHARIA
COMISSÃO DE GRADUAÇÃO DO CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

Maria Luiza Dantas Santos

**CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL E HABITAÇÃO DE INTERESSE
SOCIAL: SUBSTITUIÇÃO DE MÉTODOS CONVENCIONAIS POR
MÉTODOS DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS SUSTENTÁVEIS**

Porto Alegre
Outubro de 2022

MARIA LUIZA DANTAS SANTOS

CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL E HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL: SUBSTITUIÇÃO DE MÉTODOS CONVENCIONAIS POR MÉTODOS DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS SUSTENTÁVEIS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Comissão de Graduação do Curso de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheira Civil

Orientadora: Cristiane Sardin Padilla de Oliveira

Porto Alegre
Outubro de 2022

MARIA LUIZA DANTAS SANTOS

**CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL E HABITAÇÃO DE
INTERESSE SOCIAL: SUBSTITUIÇÃO DE MÉTODOS
CONVENCIONAIS POR MÉTODOS DE SISTEMAS
CONSTRUTIVOS SUSTENTÁVEIS**

Este Trabalho de Diplomação foi julgado adequado como pré-requisito para a obtenção do título de ENGENHEIRA CIVIL e aprovado em sua forma final pela Banca Examinadora, pela Professora Orientadora e pela Comissão de Graduação do Curso de Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Porto Alegre, outubro de 2022

BANCA EXAMINADORA

Prof.a Cristiane Sardin Padilla de Oliveira (UFRGS)
Dra. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Prof.a Ana Carolina Badalotti Passuello (UFRGS)
Dra. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Janaine Fernanda Gaelzer Timm (UFRGS)
Me. pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul

Dedico este trabalho a minha família, principalmente
minha mãe e meu pai, por acreditarem em mim e me
apoiarem incondicionalmente.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a minha família, por me apoiar em todos os momentos da minha vida, em todas as decisões que tomei, inclusive entrar na Universidade em outro estado, principalmente meus pais por me darem todas as condições de permanecer estudando, acreditar nos meus sonhos comigo e sacrificarem o que for para que eu os alcance.

Agradeço a todos os meus amigos, pelos momentos que passamos juntos onde cresci como pessoa, por me motivarem durante a graduação e passar pelos momentos difíceis junto comigo e deixarem esses últimos anos mais leves.

Agradeço também aos colegas de trabalho Marcos Braz e Julia Veiga por todo apoio e ajuda durante a realização deste trabalho.

Da mesma forma agradeço minha orientadora, pelas conversas, apoio, pelo conhecimento transmitido e por toda a ajuda nesses meses.

Por fim, agradeço pela oportunidade de concluir a graduação de Engenharia Civil em uma universidade pública e gratuita, durante esse período aprendi muito como pessoa, profissional e amiga, tive a chance de passar por experiências únicas e que me agregaram muito em todos os âmbitos da minha vida.

Um problema bem definido, já é um problema meio
solucionado.

Charles Kettering

RESUMO

Este trabalho versa sobre a comparação frente à substituição de métodos construtivos convencionais por métodos sustentáveis, utilizando como referência uma residência unifamiliar de Interesse Social localizada em Porto Alegre. Para isso foi utilizado a certificação ambiental GBC Brasil CASA ® da organização Green Building Council Brasil a fim de verificar aspectos que pudessem ser implementados para tornar a edificação mais sustentável. Esta certificação tem como objetivo aplicar os mesmos conceitos da certificação LEED para residências. A comparação entre os projetos foi focada em variáveis de projeto, escolha de materiais e instalações e localização da edificação, uma vez que decisões sobre variáveis durante a obra não pudessem ser especificadas, apenas sugeridas. A análise de comparação da edificação foi feita com critérios de Implantação, Uso Eficiente da Água, Energia e Atmosfera, Materiais e Recursos, Qualidade Ambiental Interna, Requisitos Sociais, Inovação e Projeto e Créditos Regionais, que são as categorias de avaliação da certificação. Para isso foi utilizado uma ferramenta de *checklist* fornecida pelo GBC Brasil para acompanhamento e verificação dos itens que fossem obrigatórios o cumprimento para certificar a residência ou itens opcionais, que fossem escolhidos de acordo com a definição do projeto. Constatou-se que a categoria de Implantação influenciou em fatores como a pegada de carbono da edificação e dos residentes, na climatização e no ciclo hidrológico regional. A eficiência do uso de água pode chegar a 39,07%. E a economia com o consumo de energia elétrica pode chegar a 92,21%, além de melhorias com as escolhas de materiais e na qualidade ambiental interna da edificação e de seu desempenho. Conclui-se que as medidas adotadas na residência a tornam mais sustentável, pois a pontuação da residência pode chegar a 86 pontos, a tornando platina, o nível mais alto da certificação, além de tornar a edificação mais confortável para seus habitantes.

Palavras-chave: Método Tradicional. Método Sustentável. Habitação de Interesse Social
Certificação de Edificações, LEED.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Etapas da Certificação.....	23
Figura 2 – Categorias avaliadas.....	23
Figura 3 – Distribuição de pesos e ponderações entre créditos.....	24
Figura 4 – Categorias avaliadas pelo GBC Casa	25
Figura 5 – Nível de certificação	26
Figura 6 – Checklist da certificação GBC CASA	27
Figura 7 – Localização do projeto.....	31
Figura 8 – Insolação na localização do projeto no solstício de inverno	33
Figura 9 – Insolação na localização do projeto no solstício de verão.....	34
Figura 10 – Projeto de paisagismo	36
Figura 11 – Distância do corpo hídrico	38
Figura 12 – Entrada de veículos	40
Figura 13 – Lado direito da edificação.	41
Figura 14 – Lado esquerdo da edificação	41
Figura 15 – Entorno do terreno	42
Figura 16 – Implantação	44
Figura 17 – Recursos disponíveis	46
Figura 18 – Praça Franklin Veríssimo	47
Figura 19 – Caminho até à Praça Franklin Veríssimo	48
Figura 20 – Exemplo de sinalização de vegetação	49
Figura 21 – Telhado verde	50
Figura 22 – Índice de refletância do cimento	52
Figura 23 – Lago para retenção de sólidos	53
Figura 24 – Localização do hidrômetro geral	55
Figura 25 – Precipitação Anual da cidade de Porto Alegre	58
Figura 26 – Reservatório para reuso de água	59
Figura 27 – Placa de aviso de água de reuso	61
Figura 28 – Detalhe da vedação	64
Figura 29 – Cálculo da pontuação do nível de eficiência da unidade habitacional autônoma	66
Figura 30 – Detalhe da vedação final	68
Figura 31 – Classificação de chuveiros elétricos	72
Figura 32 – Localização dos painéis fotovoltaicos	74

Figura 33 – Modelo tridimensional da residência	72
Figura 34 – Disposição das lixeiras	83
Figura 35 – Taxa para certificação da residência	105
Figura 36 – Orçamento da cobertura com telha cerâmica	106
Figura 37 – Orçamento da cobertura com telhado verde	106
Figura 38 – Orçamento da vedação de alvenaria	107
Figura 39 – Orçamento da vedação de alvenaria revestida com EPS e placa de gesso ...	107
Figura 40 – Orçamento da vedação de steel frame	107

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Características do projeto representativo do método tradicional para casa unifamiliar térrea	30
Quadro 2 – Recursos comunitários básicos	45
Quadro 3 – Estratégias para coberturas	50
Quadro 4 – Cálculo para determinação do atendimento ao crédito	51
Quadro 5 – Requisitos instalações hidrossanitárias	54
Quadro 6 – Requisito de vazões para instalações hidrossanitárias	56
Quadro 7 – Parâmetros mínimos de qualidade para fins não potáveis	60
Quadro 8 – Frequência de manutenção	60
Quadro 9 – Legenda do detalhe de vedação	64
Quadro 10 – Resistência térmica dos componentes	64
Quadro 11 – Porcentagem de redução de acordo com o edifício base	73
Quadro 12 – Propriedades térmicas adotadas na simulação	77
Quadro 13 – Produção de energia no terreno	81
Quadro 14 – Produção de energia fora do terreno	81
Quadro 15 – Fator de luz diurna	88
Quadro 16 – Iluminamento para iluminação artificial	89

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Listas de plantas nativas da Região Sul	35
Tabela 2 – Legenda do projeto de paisagismo	37
Tabela 3 – Levantamento de metais e louças da residência	54
Tabela 4 – Economia anual do consumo de água	63
Tabela 5 – Equivalente Numérico (EqNum) para cada Nível de eficiência	65
Tabela 6 – Classificação do nível de eficiência de acordo com a pontuação obtida	65
Tabela 7 – Coeficiente da equação de eficiência por região geográfica	66
Tabela 8 – Pré-requisitos de absorvância solar, transmitância térmica e capacidade térmica para as diferentes Zonas Bioclimáticas	67
Tabela 9 – Resultados obtidos nas simulações energéticas	67
Tabela 10 – Resultados finais de propriedades da envoltória	69
Tabela 11 – Percentual de áreas mínimas para ventilação em relação à área útil do ambiente	69
Tabela 12 – Cálculo das aberturas para ventilação	69
Tabela 13 – Cálculo da ventilação cruzada	70
Tabela 14 – Cálculo da iluminação natural	70
Tabela 15 – Novas medidas das esquadrias	70
Tabela 16 – Cálculo da ventilação cruzada	71
Tabela 17 – Cálculo da iluminação natural	71
Tabela 18 – Padrão de ocupação para dias de semana e final de semana	75
Tabela 19 – Taxas metabólicas para cada atividade	75
Tabela 20 – Padrão de uso de iluminação	76
Tabela 21 – Iluminação dos ambientes	89
Tabela 22 – Checklist final	103
Tabela 23 – Pontuação por categoria	105
Tabela 24 – Relação dos itens com a pontuação e preço	108

LISTA DE SIGLAS

Abrelpe – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

CERFLOR – Certificado de Manejo Florestal

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

COV – Compostos Orgânicos Voláteis

COVID – Corona Virus Disease

CR – Crédito Regional

DAP – Declaração Ambiental de Produto

DMAE – Departamento Municipal de Água e Esgotos

DOF – Documento de Origem Florestal

EA – Energia e Atmosfera

ENCE – Etiqueta Nacional de Conservação de Energia

EPS – Poliestireno Expandido

EqNum – Equivalente Numérico

FSC – Forest Stewardship Council

GA – Green Associate

GBC – Green Building Council

HACCP – Hazard Analysis and Critical Control Point

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

Inmetro – Instituto de Metrologia, Qualidade e Tecnologia

IMP – IMPLANTAÇÃO

IP – Inovação e Projeto

ISO – International Organization for Standardization

kWh – Quilowatt-hora

LED – Light Emitting Diode

LEED – Leadership in Energy and Environmental Design

lm – lumens

lpm – litros por minuto

MR – Materiais e Recursos

NBR – Norma Brasileira

PBE – Programa Brasileiro de Etiquetagem

Procel – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica

QAI – Qualidade Ambiental Interna

RCD – Resíduos de Construção Civil

RS – Requisitos Sociais

RTQ-R – Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência de Edifícios Residenciais

SCAQMD – South Coast Air Quality Management District

SRI – Solar Reflectance Index

UEA – Uso Eficiente da Água

UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul

W – Watts

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
1.1 PANORAMA DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL	18
2 DIRETRIZES DA PESQUISA	19
2.1 MOTIVAÇÃO DA PESQUISA	19
2.2 OBJETIVO DA PESQUISA	19
2.3 OBJETIVOS SECUNDÁRIOS	19
2.4 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA	20
2.5 LIMITAÇÕES DA PESQUISA	20
2.6 DELINEAMENTO DA PESQUISA	20
2.7 METODOLOGIA DA PESQUISA	21
3 CERTIFICAÇÕES	22
3.1 GBC BRASIL	22
3.1.1 Certificação LEED	22
3.1.2 Certificação GBC CASA E CONDOMÍNIO	24
3.1.2.1 Método de Avaliação da Certificação GBC CASA	26
4 APLICAÇÃO DA CERTIFICAÇÃO GBC CASA	29
4.1 CARACTERIZAÇÃO DO MODELO UTILIZADO COMO RESIDÊNCIA PARA O MÉTODO TRADICIONAL DE CONSTRUÇÃO	29
4.2 CRÉDITOS LEED	31
4.2.1 IMPLANTAÇÃO	31
4.2.2 USO EFICIENTE DA ÁGUA	53
4.2.3 ENERGIA E ATMOSFERA	63
4.2.4 MATERIAIS E RECURSOS	82
4.2.5 QUALIDADE AMBIENTAL INTERNA	87
4.2.6 REQUISITOS SOCIAIS	94
4.2.7 INOVAÇÃO E PROJETO	97
4.2.8 CRÉDITO REGIONAL	101
4.3 CHECKLIST FINAL	102
4.4 TAXA DE CERTIFICAÇÃO	105
4.5 ORÇAMENTO	106
4.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS DA CERTIFICAÇÃO	108
5 CONCLUSÕES	109
5.1 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	112

REFERÊNCIAS	113
ANEXO A	117

1 INTRODUÇÃO

A base, muitas vezes chamado tripé da sustentabilidade: economia, meio ambiente e sociedade devem ser levados em conta para de fato haver o desenvolvimento sustentável, afinal a existência humana depende da preservação do meio ambiente, e se não for economicamente viável, nada é feito.

Segundo a Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (1991) o desenvolvimento sustentável é aquele que atende as necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem as suas próprias necessidades.

Definir as necessidades futuras é um tanto subjetivo, pois não tem como saber o que será a necessidade de gerações futuras, somente eles podem determinar isso. Portanto deve-se garantir que o desenvolvimento esteja dentro do limite de regeneração da natureza.

“No mínimo, o desenvolvimento sustentável não deve pôr em risco os sistemas naturais que sustentam a vida na Terra: a atmosfera, as águas, os solos e os seres vivos.” (NOSSO FUTURO COMUM, 1991, p. 48).

O desenvolvimento deve considerar toda a população do globo, pois há países em desenvolvimento ou subdesenvolvidos que ainda necessitam de itens essenciais para a sua sobrevivência. E também há países desenvolvidos, onde se é consumido mais do que a necessidade para a sobrevivência. O desenvolvimento sustentável só será alcançado quando houver uma consciência da exploração que há no meio ambiente e isso for levado em conta no consumo da população.

Outro fator muito significativo, talvez o de maior importância a ser levado em conta no desenvolvimento, é a economia. Pessoas com menor poder aquisitivo tem menos voz no que tange ao desenvolvimento do lugar onde vivem, em contrapartida causam uma pressão grande sobre a natureza por muitas vezes ocuparem áreas desordenadamente e sem um devido planejamento. Enquanto grandes empresários têm uma maior influência por deter um maior poder aquisitivo. É daí que entra o governo com políticas sociais, que regulam o desenvolvimento local, dando voz igualitária para toda a sociedade e preservando a região. A

interdependência dos papéis dos atores da sociedade é observada, onde o governo com políticas públicas regula todo o desenvolvimento da sociedade, e para isso a população deve agir ativamente na política, e os grandes empresários atuam sob essas políticas, em prol de toda a sociedade. Para isso é extremamente essencial a educação.

“[...] que em tudo o que diga respeito ao desenvolvimento sejam ouvidas e consultadas as pessoas envolvidas. Se isso for feito, estará dado ao menos o primeiro passo para a solução do problema.” (HADAD, 1985, p.67).

A engenharia e arquitetura nos anos 1900 levavam em consideração o bem estar do interior das edificações – o arquiteto Le Corbusier documenta bem no seu livro *Urbanisme* que no começo das transformações das cidades houve um crescimento desordenado, sem planejamento, e com o tempo e evolução da engenharia e arquitetura houve um aumento na preocupação com o bem estar das pessoas e com a incorporação da natureza nas edificações; “Explorando sua conquista técnica, o homem, dispondo de um estilo da época, coloca-o finalmente a serviço de seu próprio bem-estar e de sua satisfação estética.” (LE CORBUSIER, 1925, p. 41).

A arborização era usada para dar conforto térmico aos ocupantes, a disposição dos ambientes pensada para um melhor aproveitamento dos recursos, a disponibilidade de materiais locais, pois era mais inviável o transporte de materiais de longas distâncias. Todos estes fatores foram se perdendo na essência do projetar, era mais evidente uma ideia de que o mais importante, ou o único fator definitivo para a tomada de decisão era o orçamento, o quanto custaria para ser realizado, sendo que na prática, muitas das escolhas acabaram por encarecer não só a obra, mas principalmente o custo de manutenção das edificações, por exemplo, a definição do envoltório do imóvel, a escolha mais econômica, a princípio, pode elevar consideravelmente o custo com climatização, e se comparado os dois, o custo inicial com uma escolha mais eficiente, em longo prazo, é um custo ínfimo.

É papel da engenharia saber gerir os recursos, materiais e mão de obra a fim de realizar diversos empreendimentos com o melhor aproveitamento dos recursos. É difícil definir qual o conceito de material sustentável, deve ser levado em conta durante a escolha o que menos agride o meio ambiente.

A tecnologia pode ser um forte aliado dessa proposta, pois com a automatização dos ambientes há o melhor controle do gasto de energia e gestão da manutenção das edificações,

além de ser levado em conta o bem estar do ocupante, proporcionando uma melhor experiência e conforto para quem está dentro da edificação.

Em tempos de pandemia, como a COVID-19, percebe-se o quão negligenciada é a saúde dos ambientes, o quanto não é um fator de relevância de projetos. Segundo o estudo “National Human Activity Pattern Survey”, realizado pela Berkeley Lab Energy, instituição americana que pesquisa e desenvolve tecnologias de energia e redução de impactos ambientais, passamos quase 90% do tempo dentro de ambientes (KLEPEIS et al, 2001). Isso alerta o quão importante é a atenção que deve ser dada aos projetos dos ambientes visando a qualidade de vida.

As certificações ambientais, mais especificamente o LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*) é uma ferramenta que pode auxiliar engenheiros a realizar projetos com o pensamento sustentável, agregando técnicas, materiais e estratégias que diminuem o custo da edificação e sua manutenção, e também melhorando a qualidade de vida e conforto dos usuários.

1.1 PANORAMA DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Segundo o relatório Panorama dos Resíduos sólidos no Brasil, publicado pela Abrelpe (Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública), pouco mais que 50% dos resíduos gerados e coletados pelos municípios no Brasil, foram entulho, ou seja, restos materiais de obras como: tijolos, concreto, argamassa, madeira, aço, telhas, azulejos, cal, gesso etc. É um alto número gerado por apenas uma indústria, isso salienta a importância do setor e a alta responsabilidade do engenheiro como principal atuante nos projetos e acompanhamento da execução, com as escolhas feitas, o engenheiro movimenta a indústria, de acordo com a demanda de produtos (ABRELPE, 2019).

Com isso, a atenção que o engenheiro deve despender com gestão eficiente de resíduos no canteiro, com técnicas de *Lean Construction* (ou construção enxuta) e dedicação em levar em conta todos os fatores de conforto, sustentabilidade e economia em seus projetos se tornam cada vez mais demandadas e necessárias.

2 DIRETRIZES DA PESQUISA

2.1 MOTIVAÇÃO DA PESQUISA

A motivação do desenvolvimento deste trabalho se deu devido à falta de informação sobre práticas, métodos e certificações sustentáveis durante a graduação de engenharia civil. A sustentabilidade é um assunto cada vez mais necessário na engenharia civil e que deve ser mais abrangido durante a formação do engenheiro.

2.2 OBJETIVO DA PESQUISA

O objetivo deste trabalho é verificar a possibilidade da substituição dos materiais usuais da construção por materiais que causem menos impacto no meio ambiente, averiguando alguns dos aspectos que influenciam nas escolhas dos materiais na concepção dos projetos e comparando algumas dessas escolhas do método sustentável e o que elas influenciam na sustentabilidade de uma edificação com o método tradicional.

2.3 OBJETIVOS SECUNDÁRIOS

a- Analisar os dados resultantes da aplicação de um *checklist*, utilizando a certificação GBC Brasil Casa que aplica os mesmos conceitos do sistema LEED de certificação de edificações, através do qual será verificado diversos aspectos do projeto da edificação que não serão atendidos no projeto tradicional e que podem ser incluídos no projeto sustentável.

b- Orçamentar, utilizando SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisas de Custos e Índices da Construção Civil) , comparando os valores de projetos.

c- Analisar energeticamente as edificações para comprovar a melhor eficiência de projetos que levam em consideração a economia de energia na escolha de materiais e métodos construtivos.

2.4 DELIMITAÇÃO DA PESQUISA

O trabalho se delimita a equiparação de um projeto de uma residência unifamiliar para comparar os métodos construtivos. E também adicionando alguns itens que garantam uma maior autonomia e economia de acordo com o uso da edificação, como painéis fotovoltaicos e sistema de cisterna.

2.5 LIMITAÇÕES DA PESQUISA

A pesquisa se limita a comparação dos itens com maior impacto na sustentabilidade da obra, como cobertura, vedações, equipamentos de instalações hidráulicas e elétricas, não avaliando o sistema de fundação e projeto estrutural (apenas definido como concreto armado), pois neste projeto não é um fator relevante, já que o peso da edificação não será afetado a ponto de haver uma significativa economia da estrutura. Também não foi dimensionado o equipamento necessário para a instalação dos painéis fotovoltaicos.

2.6 DELINEAMENTO DA PESQUISA

A monografia será realizada através dos itens apontados abaixo:

- a) Pesquisa bibliográfica

Nessa etapa será feito um estudo sobre os métodos construtivos para identificar os pontos relevantes de escolha de métodos e materiais na construção.

- b) Identificação de aspectos

Com as informações obtidas na pesquisa, podem-se destacar os pontos relevantes para fazer uma análise de projeto mais apurada.

- c) Equiparação de projeto

Com os aspectos identificados, a próxima etapa é equiparar um projeto que utiliza o método tradicional a projetos utilizando o método construtivo sustentável.

- d) Comparação dos métodos

A partir da equiparação dos projetos pode-se comparar os métodos utilizando os aspectos anteriormente identificados.

e) Análise dos resultados.

f) Considerações finais.

2.7 METODOLOGIA DA PESQUISA

Para a realização da comparação dos métodos tradicional e sustentável foi escolhida a certificação GBC Casa, para assim ser introduzido, a partir de um modelo que representa o modelo tradicional, métodos e estratégias para então ser definido o modelo sustentável. Algumas das escolhas que foram definidas para tornar o modelo sustentável é a incorporação de telhado verde, cisterna, painéis fotovoltaicos, incremento na vedação, etc. Assim, os parâmetros que dependiam apenas de projeto foram definidos, e os que dependiam de outros fatores, como definição de materiais ou decisões de canteiro de obras, foram apenas sugeridas as medidas que podem ser tomadas uma vez que o projeto estiver sendo executado.

3 CERTIFICAÇÕES

Muito é falado sobre incorporação de sustentabilidade na engenharia civil, mas como realmente se sabe se o que está sendo feito é realmente sustentável? Para auxiliar o engenheiro a determinar os parâmetros a serem seguidos e metas a se atingir existem as certificações ambientais, que definem padrões desde a escolha do local a ser construído, às escolhas de projeto, acompanhamento da obra e manutenção de edificações. Além de promover a cultura ambientalista e de criar uma maior consciência na população sobre seu impacto sobre o meio ambiente.

3.1 GBC BRASIL

O GBC (*Green Building Council*) é uma organização que foca no desenvolvimento e promoção de diferentes sistemas de certificação, capacitação contínua, engajamento profissional e iniciativas socioculturais. A organização realiza os processos de capacitação dos profissionais que querem obter a certificação dos seus projetos, e todo o processo para as diversas certificações de seu portfólio, promove eventos e parcerias que andam conjuntamente para o desenvolvimento sustentável. Existem diversas certificações promovidas pelo GBC, algumas como: *ZERO ENERGY*, *ZERO CARBON*, *TRUE ZERO WASTE*, *SITES*, entre outros que abordam a sustentabilidade por diferentes ângulos e para diferentes projetos, mas serão explicitadas apenas as certificações promovidas no território brasileiro, pelo GBC Brasil (GBC Brasil, 2022).

3.1.1 Certificação LEED

O LEED é uma ferramenta de Certificação que incentiva as empresas a construírem com práticas mais sustentáveis. Para isso utiliza um sistema de avaliação que é constantemente atualizado para incorporar novas tecnologias, políticas e mudanças que ocorrem no setor da construção civil. Desta maneira, colabora para impulsionar as transformações do mercado.

O uso da certificação promove uma abordagem holística do edifício, desde a concepção do projeto, abrangendo a construção e sua manutenção. Levando em consideração questões de implantação, uso racional de água, eficiência energética, seleção dos materiais, qualidade ambiental interna, estratégias inovadoras e questões de prioridade regional. O LEED se aplica a todos os tipos de edifícios por meio de uma variedade de sistemas de avaliação que podem ser aplicados a qualquer edifício em qualquer estágio de seu ciclo de vida.

É geralmente vista como uma ferramenta para edifícios de padrões altos, pois geralmente necessita de um grande investimento para obter tal certificação, o que dificulta alguns projetos de prosseguir com essa escolha.

As etapas para obtenção desta certificação podem ser observadas na Figura 1:



Fonte: GBC Brasil, 2022.

As categorias avaliadas estão demonstradas na Figura 2.



Fonte: GBC Brasil, 2022.

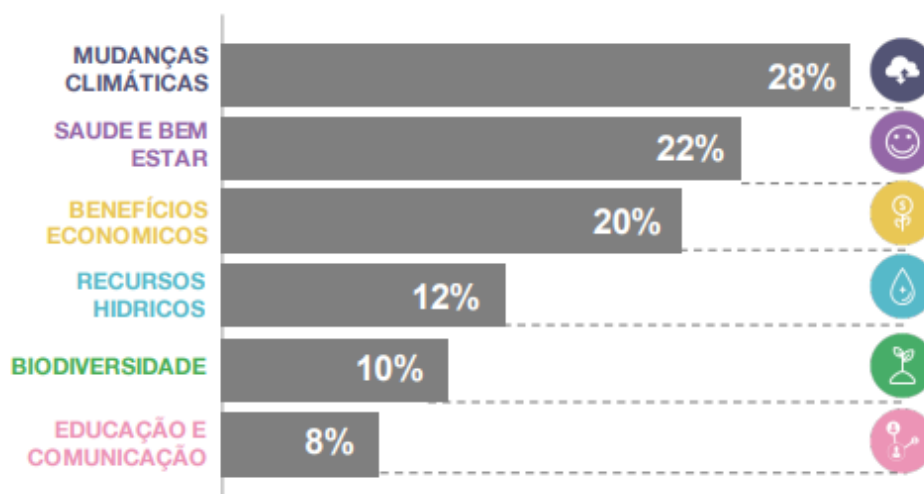
3.1.2 Certificação GBC CASA E CONDOMÍNIO

Esta é uma certificação 100% brasileira, consolidada em 2017 sua segunda versão, com a ajuda anterior de projetos pilotos em todo o território brasileiro, tem como o objetivo aplicar os mesmos conceitos do LEED para residências, e foi a ferramenta usada para fins de verificação e comparação de sustentabilidade do projeto. A certificação GBC Brasil Casa ® tem o objetivo de transformar o setor da construção, aplicando estratégias desenvolvidas com os objetivos enumerados a seguir (GBC Brasil, 2022).

- Mitigação dos impactos da mudança climática.
- Melhoria da saúde humana e bem estar do ocupante.
- Proteção e restauração de recursos hídricos.
- Proteção e restauração da biodiversidade e os serviços ecossistêmicos.
- Desenvolvimento da economia verde.
- Aumento da comunicação e educação, contribuindo para o aumento da equidade social, justiça ambiental, saúde comunitária e qualidade de vida.

A Figura 3 explicita a distribuição de pesos e ponderações entre os diversos créditos e categorias, conforme os objetivos de certificação.

Figura 3- Distribuição de pesos e ponderações entre créditos.



Fonte: GBC Brasil, 2022.

A certificação promove liderança, inovação, gestão ambiental e responsabilidade social para quem a utiliza, além de oferecer os benefícios a seguir com sua aplicação (GBC Brasil, 2022).

- Custos operacionais mais baixos e aumento do valor patrimonial.
- Redução de resíduos enviados para aterros sanitários.
- Conservação de energia e água.
- Ambientes mais saudáveis e produtivos para ocupantes, resultando em melhor qualidade de vida, saúde e bem-estar.
- Redução das emissões de gases de efeito estufa.
- Qualificação para descontos fiscais, subsídios de zoneamento e outros incentivos financeiros por parte do poder público.

As categorias avaliadas são similares com a do LEED, e são exemplificadas na Figura 4.

Figura 4 - Categorias avaliadas pelo GBC Casa.



Fonte: GBC Brasil, 2022.

Após a revisão, a somatória de pontos – para ambas as certificações – que o projeto alcançará indica o nível final de Certificação, apresentados na Figura 5.

Figura 5 – Nível de certificação.



Fonte: GBC Brasil, 2022.

3.1.2.1 Método de Avaliação da Certificação GBC CASA

Para avaliar os empreendimentos que se submetem ao processo de certificação, o GBC oferece ferramentas para auxílio do processo de documentação de comprovação dos itens requeridos, um desses documentos, fornecidos no próprio site do GBC é o checklist, que contém todos os créditos e pré-requisitos necessários para a certificação, separados por categoria.

Pré-requisito é um item obrigatório que a edificação deve atender para fins de certificação, quando o crédito é um item que a equipe que está realizando o projeto pode optar ou não pelo atendimento para ganho de pontuação.

A Figura 6 ilustra o checklist da Certificação GBC CASA.

Figura 6 – Checklist da certificação GBC CASA.



Certificação GBC Brasil Casa - Versão 2

Checklist Simples

110 Pontos Possíveis

Nome do Projeto:

Para preenchimento deste checklist, coloque a numeração dos créditos correspondentes no quadrado cinza do lado esquerdo e nos quadrados cinzas do lado direito, coloque apenas um X quando o item estiver sendo atendido. A somatória das células é automática e a pontuação final aparecerá no último item abaixo.

Sim	?	Não			
0	0	0	Implantação (IMP)		21 Pontos
S			Pré-Requisito 1	Controle da erosão, sedimentação e poeira na atividade da Construção	Obrigatório
S			Pré-Requisito 2	Orientações de Arquitetura Bioclimática	Obrigatório
S			Pré-Requisito 3	Não utilizar Plantas Invasoras	Obrigatório
S			Pré-Requisito 4	Seleção do Terreno	Obrigatório
			Crédito 1	Desenvolvimento Urbano Certificado (ou IMP2 a IMP5)	10
			Crédito 2	Urbanização do Entorno e Ruas Caminháveis	1 a 2
			Crédito 3	Localização Preferencialmente Desenvolvida	1 a 3
			Crédito 4	Preservação ou Restauração do Habitat	1 a 2
			Crédito 5	Proximidade a Recursos Comunitários e Transporte Público	1 a 3
			Crédito 6	Acesso a Espaço Aberto	1
			Crédito 7	Redução do Impacto da Obra no Terreno	1
			Crédito 8	Paisagismo	1 a 5
			Crédito 9	Redução de Ilha de Calor	1 a 2
			Crédito 10	Controle e Gerenciamento de Águas pluviais	1 a 2
0	0	0	Uso Eficiente da Água (UEA)		12 Pontos
S			Pré-Requisito 1	Uso Eficiente da Água - Básico	Obrigatório
S			Pré-Requisito 2	Medição Única do Consumo de Água	Obrigatório
			Crédito 1	Uso Eficiente da Água - Otimizado	1 a 3
			Crédito 2	Medição Setorizada do Consumo de Água	1 a 2
			Crédito 3	Uso de Fontes Alternativas Não Potáveis	1 a 3
			Crédito 4	Sistemas de Irrigação Eficiente	2 a 3
			Crédito 5	Plano de Segurança da Água	1
0	0	0	Energia e Atmosfera (EA)		28 Pontos
S			Pré-Requisito 1	Desempenho Mínimo da Envoltória	Obrigatório
S			Pré-Requisito 2	Fontes de Aquecimento de Água Eficientes	Obrigatório
S			Pré-Requisito 3	Qualidade e Segurança dos Sistemas	Obrigatório
S			Pré-Requisito 4	Iluminação Artificial - Básica	Obrigatório
			Crédito 1	Desempenho Energético Aprimorado	1 a 10
			Crédito 2	Obter a Etiqueta PBE Edifica	1 a 2
			Crédito 3	Desempenho Aprimorado da Envoltória	1 a 4
			Crédito 4	Fontes Eficientes de Aquecimento Solar	1 a 2
			Crédito 5	Iluminação Artificial - Otimizada	1 a 2
			Crédito 6	Equipamentos Eletrodomésticos Eficientes	1
			Crédito 7	Energia Renovável	1 a 4
			Crédito 8	Comissionamento dos Sistemas Instalados	2
			Crédito 9	Medição Básica de Energia	1
0	0	0	Materiais e Recursos (MR)		14 Pontos
S			Pré-Requisito 1	Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção e Operação	Obrigatório
S			Pré-Requisito 2	Madeira Legalizada	Obrigatório
			Crédito 1	Gerenciamento de Resíduos da Construção	1 a 3
			Crédito 2	Madeira Certificada	1 a 2
			Crédito 3	Rotulagem Ambiental Tipo I - Materiais Certificados	1
			Crédito 4	Rotulagem Ambiental Tipo II - Materiais Ambientalmente Preferíveis	1 a 3
			Crédito 5	Rotulagem Ambiental Tipo III - Declaração Ambiental do Produto	1 a 3
			Crédito 6.1	Desmontabilidade e Redução de Resíduos - Sistemas Estruturais	1
			Crédito 6.2	Desmontabilidade e Redução de Resíduos - Elementos Não-estruturais	1

Continua

continuação

Sim	?	Não			
0	0	0	Qualidade Ambiental Interna (QAI)		18 Pontos
S			Pré-Requisito 1	Controle de Emissão de Gases de Combustão	Obrigatório
S			Pré-Requisito 2	Exaustão Localizada - Básica	Obrigatório
S			Pré-Requisito 3	Desempenho mínimo do Ambiente Interno	Obrigatório
			Crédito 1	Desempenho Térmico	1 a 3
			Crédito 2	Desempenho Luminico	1 a 3
			Crédito 3	Desempenho Acústico	1 a 3
			Crédito 4	Controle de Umidade Local	1
			Crédito 5	Proteção de Poluentes Provenientes da Garagem	1
			Crédito 6	Controle de Partículas Contaminantes	1 a 3
			Crédito 7	Materiais de Baixa Emissão	1 a 2
			Crédito 8	Saúde e Bem Estar	1 a 2
0	0	0	Requisitos Sociais (RS)		5 Pontos
S			Pré-Requisito 1	Legalidade e Qualidade	Obrigatório
			Crédito 1	Acessibilidade Universal	1
			Crédito 2	Boas Práticas Sociais para Projeto e Obra	1 a 2
			Crédito 3	Boas Práticas Sociais para Operação e Manutenção	1
			Crédito 4	Liderança em Ação	1
0	0	0	Inovação e Projeto (IP)		10 Pontos
S			Pré-Requisito 1	Manual de Operação, Uso e Manutenção	Obrigatório
			Crédito 1	Projeto Integrado e Planejamento	3
			Crédito 2	Educação e Divulgação	1 a 2
			Crédito 3	Inovação e Projeto	1 a 5
0	0	0	Créditos Regionais (CR)		2 Pontos
			Crédito 1	Prioridades Regionais - Norte	1 a 2
			Crédito 2	Prioridades Regionais - Nordeste	1 a 2
			Crédito 3	Prioridades Regionais - Sul	1 a 2
			Crédito 4	Prioridades Regionais - Sudeste	1 a 2
			Crédito 5	Prioridades Regionais - Centro-Oeste	1 a 2
0	0	0			110 Pontos

Verde: 40 - 49 pontos, Prata: 50 - 59 pontos, Ouro: 60 - 79 pontos, Platina: 80 - 110 pontos

Fonte: GBC Brasil, 2022.

4 APLICAÇÃO DA CERTIFICAÇÃO GBC CASA

Para fazer a comparação do modelo usando a construção tradicional e o modelo sustentável, foi utilizada a certificação GBC CASA, analisando todos os métodos que a certificação utiliza para incorporação de técnicas, materiais e estratégias sustentáveis.

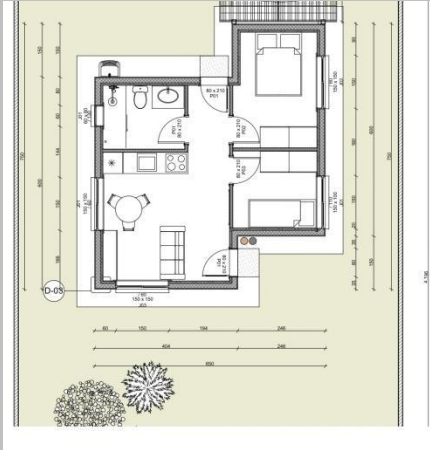
4.1 CARACTERIZAÇÃO DO MODELO UTILIZADO COMO RESIDÊNCIA PARA O MÉTODO TRADICIONAL DE CONSTRUÇÃO

O modelo utilizado foi desenvolvido por Montes (2016) para sua tese de doutorado, para tanto a autora desenvolveu uma pesquisa de caracterização de Habitações de Interesse Social no Brasil com base no Censo 2010, levantando e caracterizando as tipologias mais representativas do Programa Minha Casa Minha Vida, levando em conta as diferentes faixas de renda salarial.

Foi concluído, considerando todas as faixas de renda, que para domicílios particulares permanentes urbanos que a edificação do tipo “casa” representa 85% do total de habitações no país (BRASIL; IBGE, 2010, apud MONTES, 2016).

Montes (2016) concluiu que a “casa unifamiliar térrea” com a tipologia mais representativa do estudo tem uma área útil que varia entre 36 e 38 m². A constituição dos cômodos em todas as tipologias foram as mesmas, apresentando sala de estar, cozinha, 2 quartos e 1 banheiro. No Quadro 1 é apresentado os materiais mais utilizados na Faixa Representativa 1 para compor a residência, também verificado pela autora em seu estudo.

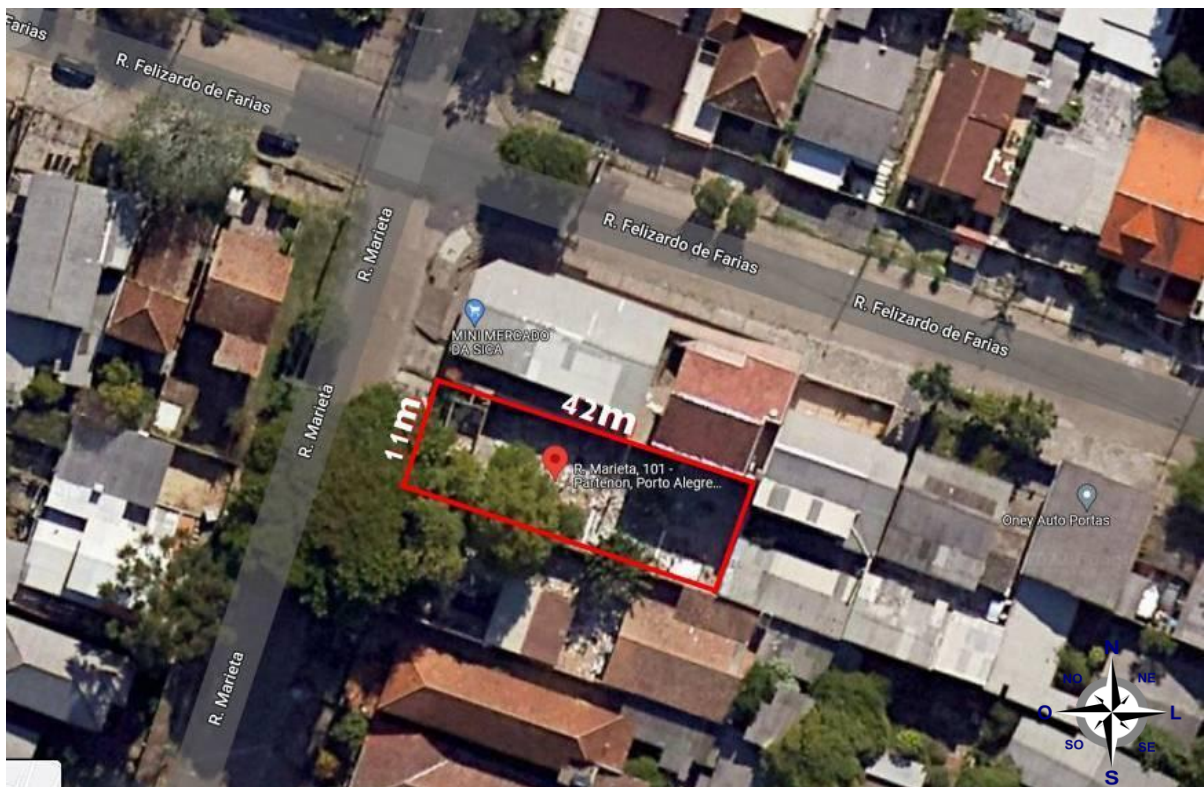
Quadro 1 – Características do projeto representativo do método tradicional para casa unifamiliar térrea.

Características do projeto representativo do método tradicional para casa unifamiliar térrea	
Envoltória	
Paredes	Reboco (2 cm) + Bloco de tijolo cerâmico 9x14x19 cm + Reboco (2 cm) $U=2,57$ $W/m^2.K$
Cobertura	Telha cerâmica + Ático + Forro de PVC ($i=23,6^\circ$) $U=2,45$ $W/m^2.K$
Piso	Piso cerâmico (1 cm) + Argamassa (2 cm) + Contrapiso (5 cm) + Brita (3 cm)
Janelas*	
Sala de Estar	2 folhas de correr, peitoril = 1,10 m, $A=1,5$ m^2
Quartos	2 folhas de correr, peitoril = 1,10 m, $A=1,5$ m^2
Cozinha	2 folhas de correr, peitoril = 1,10 m, $A=1,5$ m^2
Banheiro	Janela Basculante, peitoril = 1,5 m, $A=0,48$ m^2
*Todas com vidro transparente de 4mm e $U=5,78W/m^2.K$	
Características Gerais	
Beiral	50 cm
Pé direito	2,5 m
Portas internas	Portas de madeira de 0,80 x 2,10 m
Portas externas	Portas metálicas de 0,80 x 2,10 m
Planta Baixa	
	

Fonte: Adaptado de Montes (2016, pg. 161).

Também como uma predefinição de projeto, foi selecionada a cidade de Porto Alegre para ser a localização do projeto, a capital do Estado do Rio Grande do Sul (Figura 7). Para fins de comprovação dos créditos de implantação foi selecionado um terreno existente que está à venda no bairro Partenon, Rua Marieta 101. O terreno possui 462 m^2 .

Figura 7 – Localização do projeto.



Fonte: Google Maps, 2022.

4.2 CRÉDITOS GBC CASA

Para a aplicação da certificação foi explicitado cada pré-requisito, que é um item obrigatório para obter a certificação, e os créditos, que são itens a critério da equipe de projeto o atendimento ou não para obtenção de certa pontuação, de cada categoria. Para fins de abreviação, as três primeiras letras significam a categoria avaliada, seguido pela definição de crédito (c) ou pré-requisito (p), e pelo número da ordem que o representa.

4.2.1 IMPLANTAÇÃO (IMP)

Os créditos de Implantação desenvolvem questões de todas as fases do projeto, levando em conta as preocupações ambientais relativas à seleção do terreno, administração da atividade de construção, orientação do projeto, conexão com a cidade previamente desenvolvida e redução dos impactos ambientais, diminuindo a pegada de carbono da edificação e de seus habitantes

(quantidade de gases de efeito estufa emitida, direta ou indiretamente, por alguma atividade, produto, indivíduo, comunidade ou instituição).

IMPp1

Para este pré-requisito é preciso criar e implementar um plano de erosão e sedimentação para todas as atividades de construção associadas ao projeto. Para o projeto o plano não foi criado, mas foram indicados pontos que o plano deve conter.

Os métodos descritos abaixo devem ser implementados no plano, segundo a certificação e também deve ser comprovado o controle mensal dessas medidas.

- a) Estocar e proteger o solo manejado do terreno (para reuso).
- b) Controlar o padrão e a velocidade de escoamento de água com barreiras de contenção ou medidas similares.
- c) Proteger no terreno entradas de esgotos, fluxos de água, lagos ou corpos hídricos, vedar sedimentações, utilizar barreiras de contenção, sacos de areia, brita reciclada, manta bidim, filtros de pedras, telas de fachada ou outras medidas comparativas.
- d) Projetar área no terreno mais baixa, alagada, como uma vala artificial, para gerenciar água de escoamento e aumentar a infiltração de água de chuva, divergindo assim a água de superfície de encostas.
- e) Se ocorrer alterações de solo em uma área íngreme de encosta (inclinação $\geq 25\%$) durante a construção, é necessário o uso de barreiras de contenção como camadas de solo, mantas para controle de erosão, cobertura vegetal, filtros de barreira e contenção de sedimentação ou qualquer outra técnica similar para manter o solo estabilizado.
- f) Prevenir a poluição do ar por partículas e poeiras geradas pela obra.

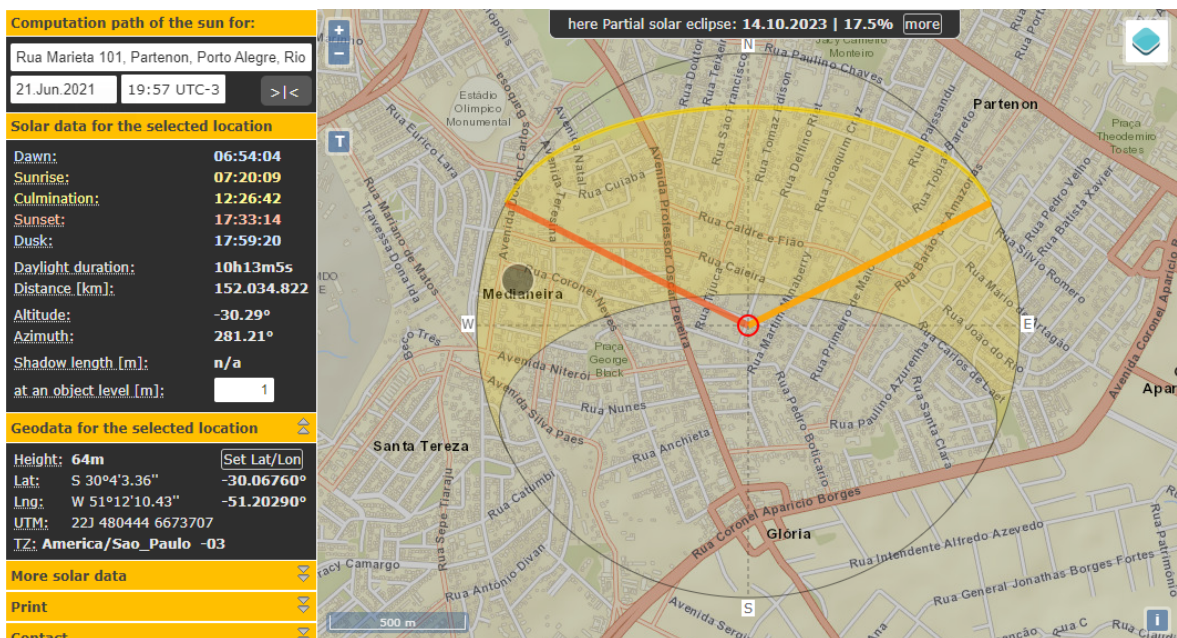
IMPp2

O objetivo deste pré-requisito é conhecer as necessidades ambientais da residência a ser construída e trabalhar nas decisões projetuais, melhorando o projeto em questão de estudo de insolação e orientação do projeto.

Para alcançar o requisito é necessário realizar uma análise de insolação que pode ser feita através de software de simulação ou aplicação de carta solar.

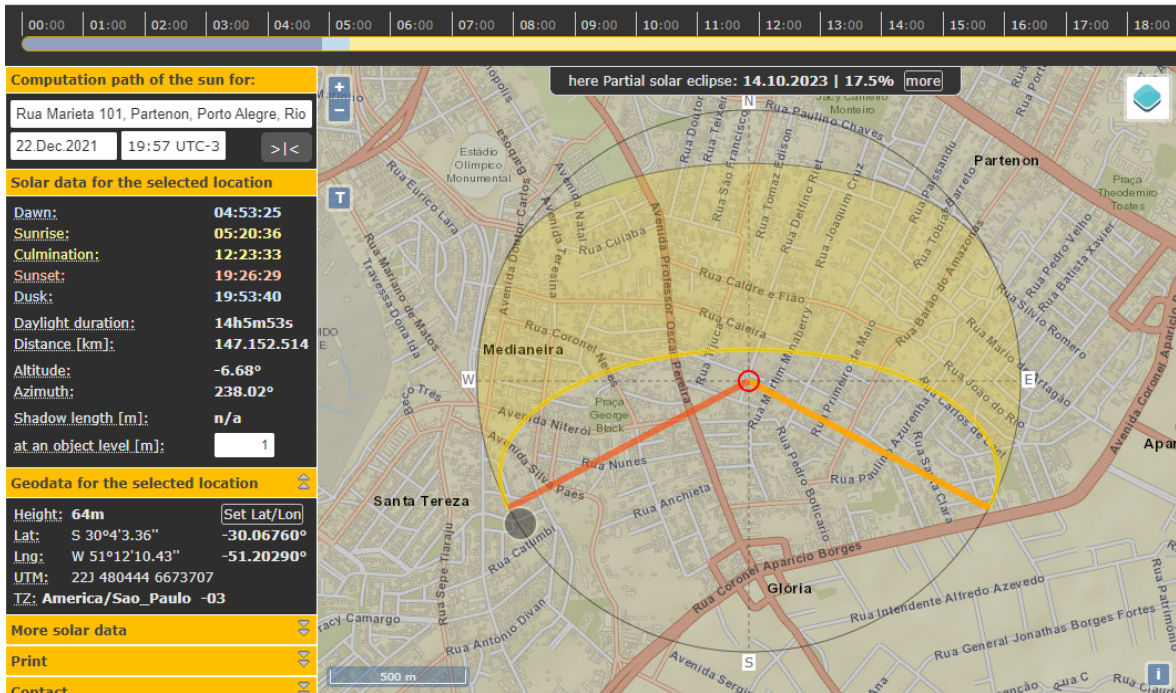
Para fazer esta análise foi utilizada uma ferramenta online SunCalc para analisar a posição e área da edificação que recebe a luz solar ao sol nascer e no pôr do sol (SunCalc, 2022). Os dias analisados escolhidos foram os solstícios de inverno e verão. Não foi considerado o sombreamento de edificações vizinhas, pois na vizinhança há apenas edificações térreas. Na análise pode se verificar que na parte da manhã o sol atinge diretamente a sala de estar/cozinha e o quarto de solteiro da edificação, e ao longo do dia os dois quartos, mantendo as áreas que são ocupadas com uma frequência maior há uma temperatura mais agradável (Figuras 8 e 9).

Figura 8 – Insoleção na localização do projeto no solstício de inverno.



Fonte: SunCalc, 2022.

Figura 9 – Insolação na localização do projeto no solstício de verão.



Fonte: SunCalc, 2022.

IMPp3

O objetivo deste pré-requisito é utilizar no paisagismo plantas que não são invasoras. No desenvolvimento do projeto de paisagismo este critério foi levado em conta. No projeto somente foram utilizadas espécies nativas da região Sul. As espécies selecionadas para o projeto estão marcadas em negrito na Tabela 1.

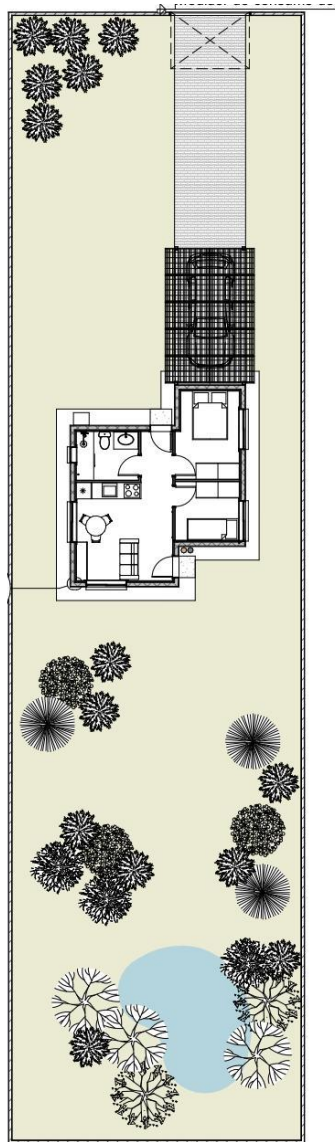
Tabela 1 – Listas de plantas nativas da região sul.

Nome científico	Nome Popular	Tipologia
Butia odorata	Butiazeiro	Árvore
Erythrina falcata	Corticeira-da-serra	Árvore
Syagrus romanzoffiana	Jerivá	Árvore
Eugenia uniflora	Pitangueira	Árvore
Cedrela fissilis	Cedro	Árvore
Bauhinia forficata	Pata-de-vaca	Árvore
Inga marginata	Ingazeiro	Árvore
Erythrina crista-galli	Corticeira-do-banhado	Árvore
Phytolacca dióica	Umbuzeiro	Árvore
Ficus cestrifolia	Figueira	Árvore
Handroanthus heptaphyllus	Ipe roxo	Árvore
Allophylus edulis	Chal-Chal	Árvore ou arbusto
Apuleia leiocarpa	Grápia	Árvore
Campomanesia guazumaefolia	Sete-capotes	Árvore
Casearia sylvestris	Chá-de-bugre	Árvore
Chorisia speciosa	Paineira-Rosa	Árvore
Campomanesia xanthocarpa	Guabiroba	Árvore
Cordia trichotoma	Louro silvestre	Árvore
Cupania vernalis	Camboatá	Árvore
Erythrina falcata	Corticeira da serra	Árvore
Eugenia involucrata	Cereja-do-Rio-Grande	Árvore
Eugenia pyriformes	Uvaia	Arbusto
Axonopus compressus	Gramma são carlos	Gramma

Fonte: Elaborada pela autora.

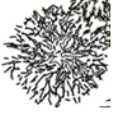





Foi utilizado o software *SketchUp Make* para fazer as plantas e detalhamento do projeto (TRIMBLE INC, 2022), assim como a planta de paisagismo ilustrada na Figura 10.

Figura 10 – Projeto de paisagismo.



Fonte: Elaborado pela autora.

Tabela 2 – Legenda do projeto de paisagismo.

Item	Quantidade	Identificação	Nome Científico	Nome Popular
1	3		<i>Casearia sylvestris</i>	Chá-de-bugre
2	3		<i>Chorisia speciosa</i>	Paineira-Rosa
3	2		<i>Erythrina falcata</i>	Corticeira da serra
4	3		<i>Eugenia involucrata</i>	Cereja-do-Rio-Grande
5	12		<i>Eugenia pyriformes</i>	Uvaia
6	-		<i>Axonopus compressus</i>	Gramma são carlos

Fonte: Elaborado pela autora.

IMPp4

Este pré-requisito exige a construção em terreno que não seja ambientalmente sensível. Atendendo a todos os itens a seguir.

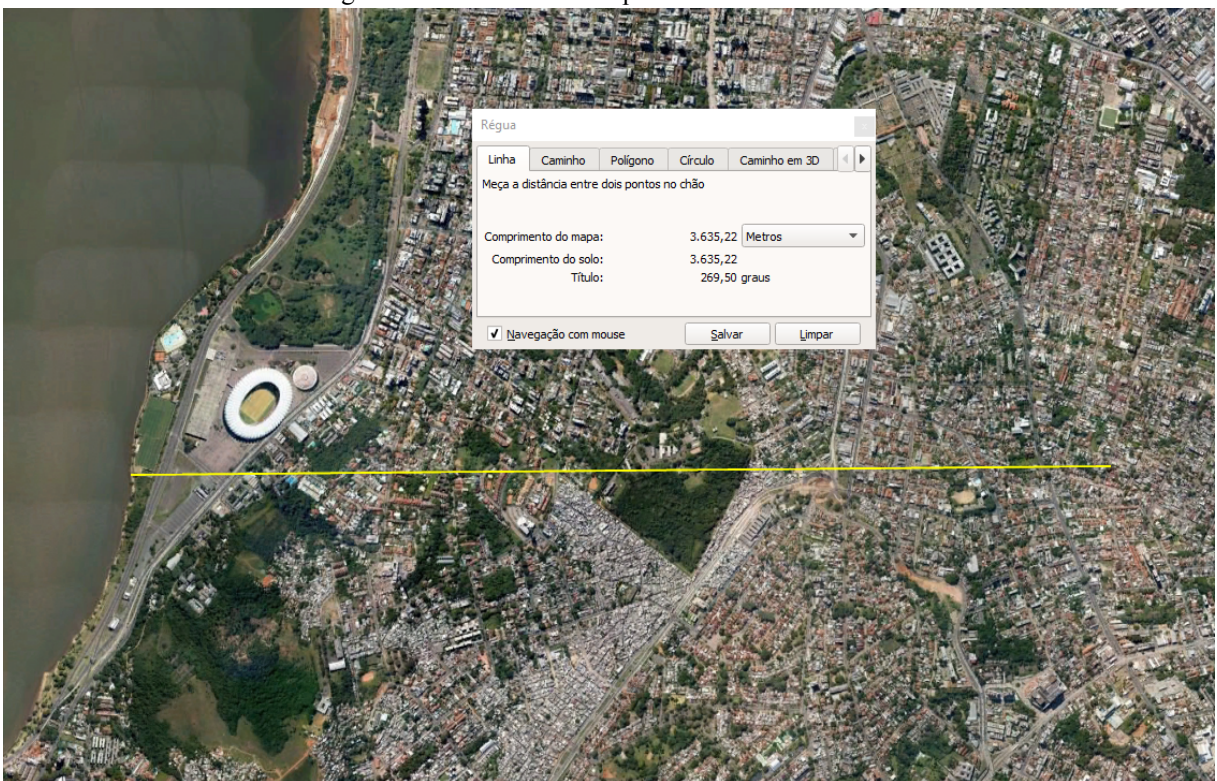
- Priorizar terrenos que tenham rede de infraestrutura existente, ou fornecê-la.
- Desenvolver levantamento de flora e fauna no terreno, quando existir, para preservação de espécies nativas.

- Não construir pavimentações impermeáveis a menos de 30 metros de áreas alagáveis ou corpos hídricos e não construir em cotas inferiores às cotas de inundações para um período mínimo de 50 anos.

A região do projeto, na cidade de Porto Alegre, dota de toda a infraestrutura necessária para a habitação. O terreno existente escolhido no Partenon possui 462 m² e não possui flora ou fauna local para preservação.

O terreno não se encontra em uma área próxima à corpo hídrico e também não é uma área considerada de risco a enchentes, pois se localiza a 3.635,22 m do Rio Guaíba (Figura 11). Além da elevação do terreno não ter mais de 1 metro de desnível (em média 45 metros acima do nível do mar).

Figura 11 – Distância do corpo hídrico.



Fonte: Google Earth, 2022.

IMPc1

Esse crédito é para edificações que se encontram em bairros certificados (não necessariamente pelo GBC Brasil), para obtenção de todos os pontos dos créditos 2 a 5 de IMPLANTAÇÃO, nesse caso não foi considerado neste projeto, sendo analisado cada ponto isoladamente.

IMPc2

Este crédito trata da urbanização do entorno da edificação e ruas caminháveis, com o objetivo de melhorar na saúde pública proporcionando ambientes agradáveis com ruas seguras, atraentes e confortáveis.

Para atender ao crédito é preciso selecionar 2 itens dos 5 propostos e implementar ao projeto para ganho de um ponto.

a) Largura das Calçadas: A calçada de frente para o lote deve possuir passeio com largura mínima de 1,20m de passeio livre, sem contar qualquer tipo de obstrução, como por exemplo, árvores.

b) Obstrução das Calçadas: Em lotes com frente igual ou menor a 15m, não mais que 3m da testada do lote poderá ser dedicada à entrada e saída de veículos. Em lotes com frente maior que 15m, essa largura não poderá ultrapassar 20% da testada do lote. Nota: Quando possível as calçadas da residência deverão ser arborizadas com árvores nativas do local dentro do maior porte e menor espaçamento possível adequado ao espaço disponível. As mudas deverão ter no mínimo altura total de 2 metros e DAP de 3 cm.

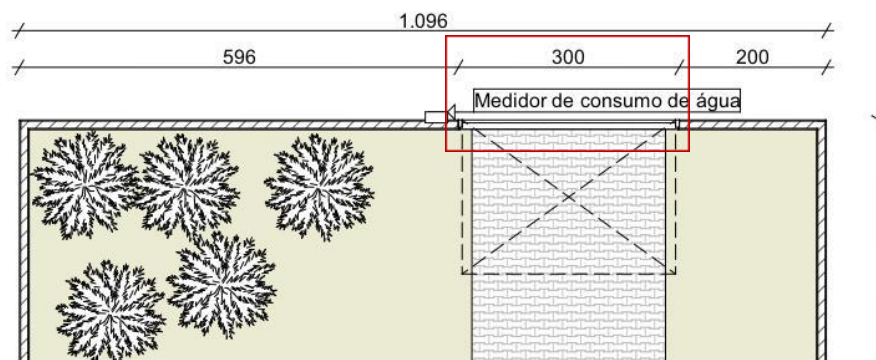
c) Recuos Frontais: O recuo frontal da edificação em relação à divisa do lote não deve ultrapassar 5m. d) Tratamento da Divisa: Limitar em 40% vedação da testada do lotes com muros ou fachadas opacas.

e) Vegetação do Entorno: Manter 50% da área de fechamento do empreendimento, faceados à eixos viários ou vias públicas, deverá ser vegetada (parede verde) OU 50% da área de piso de recuo frontal vegetada (apenas arbustos e árvores).

Neste caso foi incorporado ao projeto os itens a e b, que limita a largura mínima de passeio da calçada em 1,2 metros, sem contar as obstruções, e não ultrapassar 3 metros o vão para entrada de veículos em terrenos com frente igual ou inferior a 15 metros.

De acordo com a norma da ABNT NBR 9050, o passeio da calçada é maior que 1,2 metros, e o vão projetado para entrada de veículos é de 3 metros (Figura 12). A Figura 13 exibe a calçada cumprindo a largura requerida.

Figura 12 – Entrada de veículos.



Fonte: Projeto elaborado pela autora.

Como os dois itens são atendidos, é ganho 1 ponto dos dois possíveis.

IMPC3

Este crédito tem como objetivo o incentivo à construção de casas certificadas próximas a comunidades já existentes, ou seja, terrenos previamente desenvolvidos.

Para atendimento completo ao crédito e obtenção dos 3 pontos totais deve-se atender a opção 2 e 3, que se referem a selecionar um terreno com pelo menos 75% do seu perímetro faça divisa com terrenos previamente desenvolvidos e que seja desenvolvido dentro de um prazo mínimo de 10 anos.

100% do perímetro de divisão do terreno é desenvolvido, pois faz divisa em todos os lados com residências. As Figuras 13, 14 e 15 explicitam que o prazo de atendimento é de 11 anos, atendendo aos dois itens e alcançando os três pontos.

Figura 13 – Lado direito da edificação.



Fonte: Google Street View, 2011.

Figura 14 – Lado esquerdo da edificação.



Fonte: Google Street View, 2011.

Figura 15 – Entorno do terreno.



Fonte: Google Street View, 2011.

IMPC4

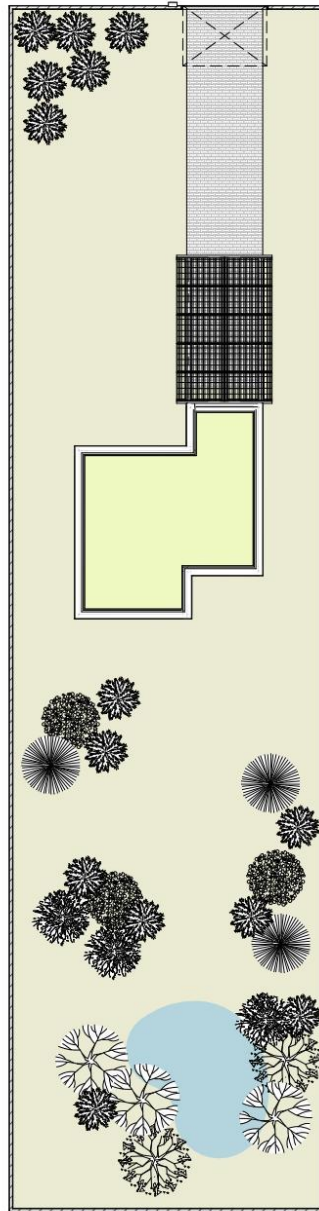
Este crédito tem como objetivo a preservação das áreas naturais existentes ou restauração de áreas danificadas para proporcionar habitat e promover a biodiversidade.

A opção 1 deste crédito é a única que permite a obtenção dos 2 pontos totais do crédito, para isso é preciso preservar ou restaurar pelo menos 5% a mais da área permeável e verde do que o exigido pela legislação local, se não houver legislação local deve-se considerar pelo menos 30% da área do terreno. A área verde deve ser composta por pelo menos 60% de vegetação nativa do local ou do bioma regional.

Se atingido 10% a mais de área verde do que o exigido pela legislação local é possível obter um ponto a mais por desempenho exemplar.

No projeto será considerada a opção de reservar pelo menos 30% do projeto para restauração de áreas. Como explicitado na planta ilustrada na Figura 16, o projeto preserva um total de 79,14 % da área do terreno, alcançando assim os dois pontos e desempenho exemplar.

Figura 16 – Implantação.



Fonte: Elaborado pela autora.

IMPC5

O objetivo deste crédito é incentivar a construção de casas que permitam caminhar, pedalar de bicicleta ou utilização de transporte público de qualidade pelos habitantes, evitando assim, a dependência de automóveis pessoais.

Para obtenção dos três pontos é preciso localizar a edificação dentro de uma distância de 500 metros percorridos, 11 recursos comunitários básicos, ou ainda dentro de 1000 metros percorridos, 14 recursos comunitários, ou ainda, dentro de uma distância de 1000 metros percorridos serviços de transporte que ofereçam 125 ou mais deslocamentos por dia da semana (ônibus, trem, metrô e balsa).

O Quadro 2 exemplifica os recursos considerados para o crédito.

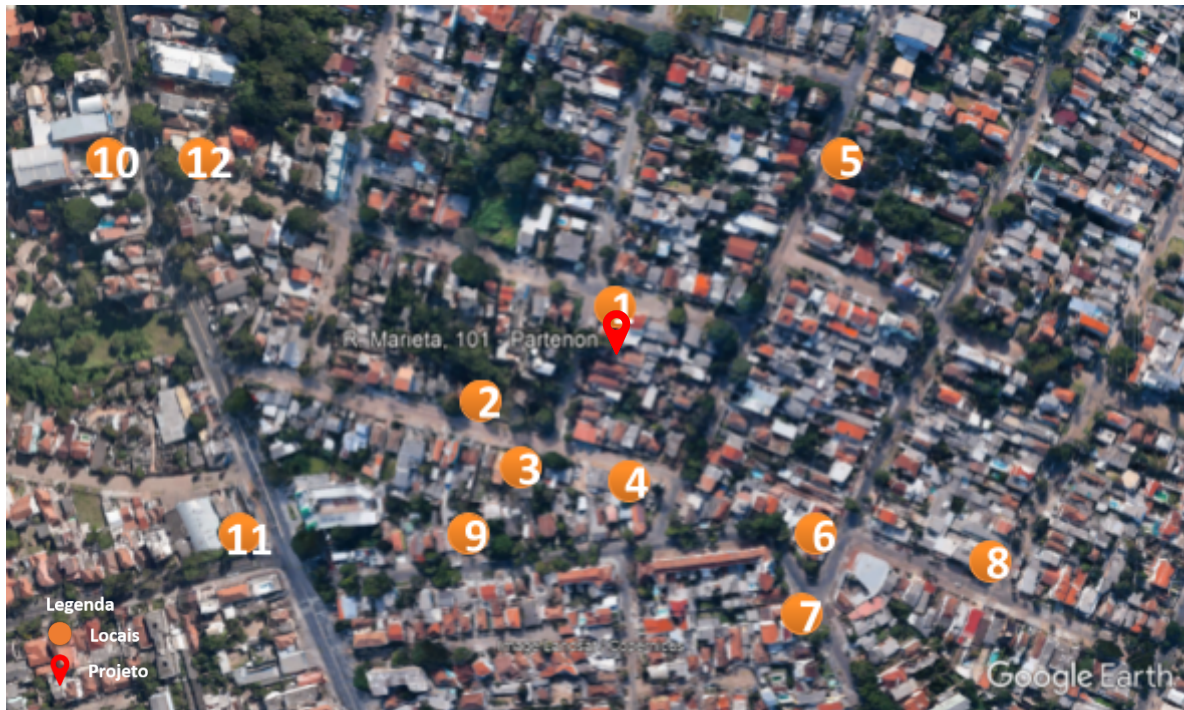
Quadro 2 – Recursos comunitários básicos.

Número	Equipamento	Número	Equipamento
1	Academia de ginástica ou centro de esportes	12	Outros prédios de escritório ou grande central de serviços
2	Banco	13	Farmácia
3	Biblioteca	14	Lavanderia
4	Centro comunitário ou civil	15	Loja de conveniência
5	Centro de artes e entretenimento	16	Museu
6	COnsultório médico ou dentário	17	Parque público
7	Corpo de bombeiros	18	Restaurante
8	Correio	19	Supermercado
9	Creche	20	Templo religioso
10	Delegacia de polícia	21	Outro serviço de lojas de bairro
11	Escola		

Fonte: GBC Brasil, 2022.

A localização do projeto conta com mais de 11 Recursos a uma distância de 500 metros caminháveis, como mostrado na Figura 17, alcançando os 3 pontos do crédito.

Figura 17 – Recursos disponíveis.



Fonte: Google Earth, 2022.

- 1 – Outros estabelecimentos (54 metros)
- 2 – Loja de Conveniência (120 metros)
- 3 – Restaurante (89 metros)
- 4 – Mecânica (130 metros)
- 5 – Outros estabelecimentos (250 metros)
- 6 – Podóloga (400 metros)
- 7 – Lavanderia (350 metros)
- 8 – Mini Mercado (500 metros)
- 9 – Pet Shop (350 metros)
- 10 – Centro de Esportes (350 metros)
- 11 – Farmácia (400 metros)
- 12 - Odontologia (300 metros)

IMPc6

O objetivo deste crédito é estimular residências próximas a espaços abertos, estimulando passeios, atividades físicas e recreativas nas áreas externas, e contribuindo para a saúde e bem estar dos moradores.

Para atendimento deste crédito é preciso escolher um local que possua a uma distância percorrida de 1000 metros, bases comunitárias ao ar livre e que possuam somatória total de 1500 m² de área.

A Praça Franklin Veríssimo (Figura 18) está localizada a 1 km de distância da localização da residência (Figura 19), e tem 3271 m² de área, alcançando assim a pontuação do crédito.

Figura 18 – Praça Franklin Veríssimo.



Fonte: Google Street View, 2022.

Figura 19 – Caminho até a Praça Franklin Veríssimo.



Fonte: Google Earth, 2022.

IMPC7

O objetivo deste crédito é minimizar a área de impacto da obra no terreno do projeto, para assim, reduzir danos ambientais.

Para terreno previamente desenvolvido, é preciso desenvolver um plano de preservação das árvores e vegetação existente e reabilitar pelo menos 40% da área total do terreno, desfazendo qualquer compactação anterior do solo.

Como descrito anteriormente será reabilitado 79,14% da área total do terreno. E com esta porcentagem é ganho o ponto do crédito.

IMPC8

O objetivo é priorizar estratégias de paisagismo que especifiquem espécies vegetais pertencentes ao ecossistema local. Esta estratégia reduz a demanda de água, pois espécies

nativas são adaptadas a região de clima e solo, promovendo ainda a biodiversidade e o reequilíbrio ecológico.

Para obtenção dos 5 pontos é preciso atender as duas opções disponíveis. Com a opção 1, para obtenção de 1 ponto é preciso atender 4 itens dos disponíveis, que serão: não plantar grama em áreas densamente sombreadas; no preparo do solo para o plantio das espécies, adicionar material orgânico ou condicionantes específicos, conforme a necessidade; escarificar todos os pontos do terreno que apresentem compactação com, pelo menos, 15 cm de profundidade e instalar placas educativas (Figura 20) com os nomes das espécies nativas utilizadas (nome popular, científico e bioma de origem).

Na opção 2 para obter 4 pontos é preciso que 81 a 100% da área de uso da vegetação sejam nativas regionais, com relação ao total de vegetação.

Como no projeto de paisagismo toda a vegetação utilizada é nativa, o projeto atende a opção 2, ganhando os 4 pontos do crédito. E para ganho do outro ponto é sugerido que na execução do projeto sejam executados os itens da opção 1.

Figura 20 – Exemplo da sinalização de vegetação.

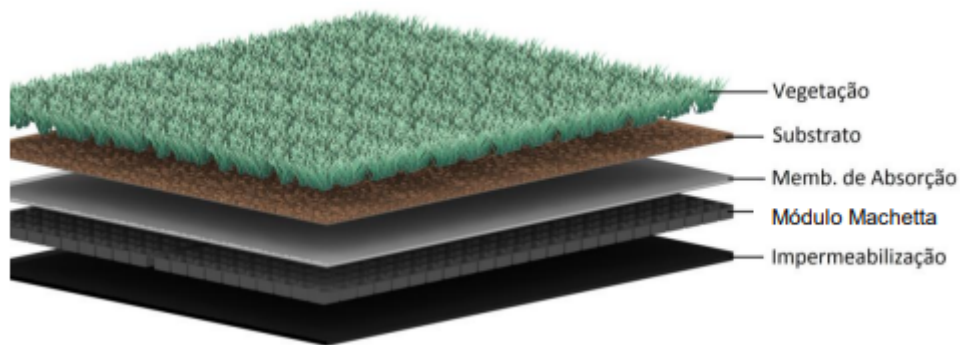


IMPc9

Este crédito tem por objetivo reduzir as ilhas de calor. Seguindo o cálculo abaixo, utilizando as estratégias descritas para áreas de piso e calçadas (SRI>29) e áreas de cobertura e telhado verde (Quadro 4).

As camadas respectivas ao telhado verde estão expostas na Figura 21.

Figura 21 – Telhado Verde.



Fonte: Ecotelhado, 2022.

O Quadro 3 indica quais os índices de refletâncias os materiais de pavimentação e coberturas devem ser atendidos com suas respectivas escolhas. Para coberturas, além do indicado na tabela, a instalação do telhado verde atende ao item.

Os pisos das áreas exteriores são definidos como paver e concreto, os Índices de refletância Solar (SRI) requeridos estão indicados abaixo e no Anexo A. Para o telhado a cobertura foi definida como telhado verde.

Quadro 3 - Estratégias para coberturas.

Tipo de telhado	Inclinação	SRI
Baixa inclinação	$\leq 2:12$ (15%)	78
Alta inclinação	$\geq 2:12$ (15%)	29

Fonte: GBC Brasil, 2022.

Quadro 4 - Cálculo para determinação do atendimento ao crédito.

Área de piso sem cobertura adotando as estratégias descritas <hr/> 0,5	+	Área de cobertura adotando as estratégias descritas <hr/> 0,75	+	Área de telhado verde adotando as estratégias descritas <hr/> 0,75	≥	Área Total de piso sem cobertura	+	Área Total com cobertura*
--	---	--	---	--	---	--	---	---------------------------------

* Para o cálculo da área de cobertura, desconsiderar as áreas técnicas, ou seja, aquelas em que estão instaladas as placas fotovoltaicas, equipamentos solares para o aquecimento de água, caixa d'água, barrilete, etc.

Fonte: GBC Brasil, 2022.

Área de piso sem cobertura adotando estratégias = 61,63 m²

Área de cobertura adotando estratégias = 0 m²

Área de telhado verde adotando estratégias = 37,38 m²

Área Total de piso sem cobertura = 61,63 m²

Área Total com cobertura = 37,38 m²

Calculando segundo as áreas descritas, o lado esquerdo da inequação resulta em 173,10 m², enquanto o lado direito em 99,01 m², portanto atende ao critério.

$$173,10 \geq 99,01$$

A Figura 22 mostra a refletância solar (SR) do cimento, usado para pavimentação, a figura é retirada do Guia de certificação LEED, na qual o GBC aceita como comprovação do índice de pavimentos feitos de cimento.

Figura 22 – Índice de refletância do cimento.

Ref Guide Name and Edition v4:

Building Design and Construction, v4 edition, Building Operations and Maintenance, v4 edition, Homes Design and Construction, v4 edition, Neighborhood Development, v4 edition

Inquiry

Can v4 projects use typical solar reflectance (SR) values, or data from a previous project, for documentation of hardscape materials?

Ruling

The following typical SR values can be used for standard nonroof materials, in lieu of project-specific testing data:

Typical Solar Reflectance Values for Standard Nonroof Materials

Gray cement concrete- Initial Solar Reflectance: 0.26, Three-Year Aged Solar Reflectance*: 0.18

White cement concrete- Initial Solar Reflectance: 0.70, Three-Year Aged Solar Reflectance*: 0.35

Asphalt concrete- Initial Solar Reflectance: 0.05, Three-Year Aged Solar Reflectance*: 0.10

*Three-year aged SR values are based on no cleaning.

Alternatively, documentation showing that the current concrete mix and sealant are equivalent to a tested mix and sealant from a previous project is acceptable, provided that all ingredients are the same and have not changed.

Fonte: GBC, 2022.

Para pisos sem cobertura será utilizado materiais de pavimentação com cor clara e com índice de refletância solar (SRI) mínimo de 29 (Figura 22). O material escolhido está especificado no Anexo A.

Projetos que utilizarem as estratégias descritas para 100% das áreas de pisos descobertos e 100% das coberturas receberão 1 ponto extra por desempenho exemplar. Como o projeto utiliza medidas de controle para redução de ilhas de calor em todas as áreas de piso exterior e cobertura, atinge desempenho exemplar.

IMPc10

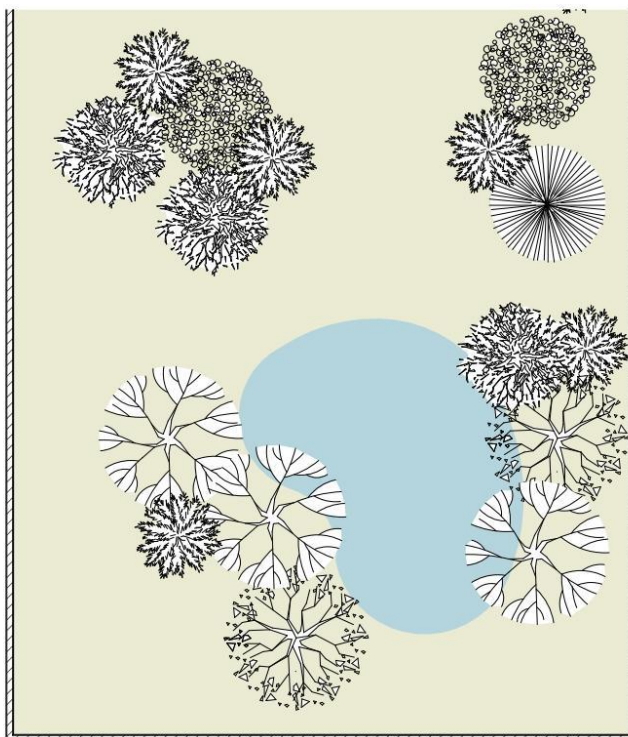
O objetivo deste crédito é restituir o ciclo hidrológico natural, por meio da redução de superfícies impermeáveis, aumentando a infiltração das águas pluviais no solo, diminuindo o volume escoado e as vazões de pico na superfície do terreno.

Para ganhar 2 pontos é preciso projetar uma área permeável maior que 50%.

Também é preciso implementar um plano de gerenciamento de águas pluviais que resulte na redução em 25% do volume e da vazão do escoamento de água pluvial da situação original, para uma precipitação pluvial com tempo de retorno de 2 anos e duração de 24 horas.

A área permeável projetada para o paisagismo já é maior que 50% do terreno (79,14%), além disso, foi escolhido o material para o caminho da entrada até a casa um paver permeável, o que também atende este crédito, além do telhado verde, também foi previsto um lago para retenção de sólidos. Alcançando assim os 2 pontos do crédito (Figura 23).

Figura 23 – Lago para retenção de sólidos.



Fonte: Elaborado pela autora.

4.2.2 USO EFICIENTE DA ÁGUA (UEA)

Esta categoria avalia todo o uso de água no projeto, com a preocupação relacionada ao consumo interno e especificações de equipamento, medição, setorização e sistemas de irrigação.

UEAp1

O objetivo do pré-requisito é diminuir a demanda por água através da utilização de produtos hidrossanitários eficientes. Foi feito um levantamento e sugestão de equipamentos de acordo com o Quadro 5.

Quadro 5 – Requisitos instalações hidrossanitárias.

PONTO DE CONSUMO	REQUISITO
Bacias Sanitárias e Sistemas de Descarga	utilização de mecanismos de descarga seletiva
Torneiras e Misturadores para lavatório	A vazão máxima deve ser igual ou inferior a 9L/min ($Q_{max} \leq 0,15L/s$)
Torneiras e Misturadores para cozinhas	A vazão máxima deve estar compreendida na faixa de 6L/min (0,10L/s) a 9L/min (0,15L/s) ($6,0 \leq Q_{max} \leq 9,0L/min$)
Chuveiros	A vazão máxima deve ser igual ou inferior a 12L/min ($Q_{max} \leq 0,20L/s$)
Torneiras de Uso Geral	As torneiras de uso geral situadas em áreas comuns devem possuir acionamento restrito

Nota 1: Todos os equipamentos para restrição de vazão devem ser entregues instalados.

Fonte: GBC Brasil, 2022.

Tabela 3 – Levantamento de metais e louças da residência.

Produto	Quantidade	Vazão máx. requerida	Vazão especificada
Bacia sanitária	1	Descarga seletiva	3 ou 6 litros
Torneira p/ lavatório	1	9 lpm	Min. 4lpm / Máx. 6lpm
Torneira p/ cozinha	1	6 – 9 lpm	6lpm
Chuveiro	1	12 lpm	6lpm
Torneira de uso geral	1	Acionamento restrito	Acionamento restrito

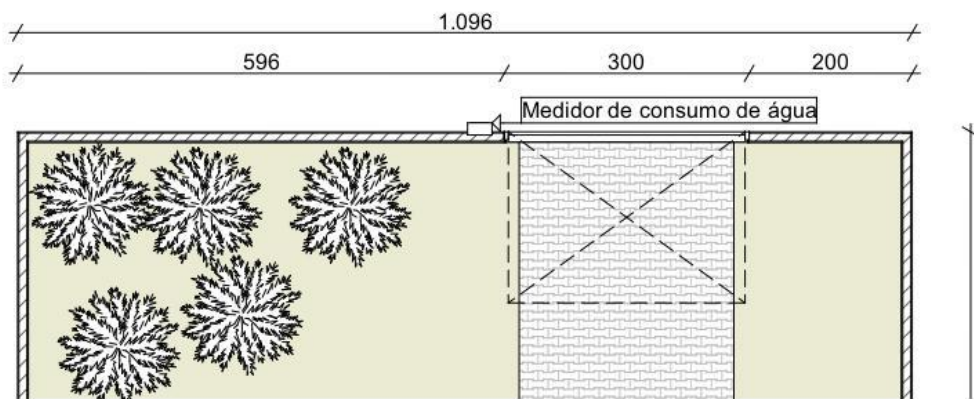
Fonte: Elaborada pela autora.

Os metais e louças escolhidos para a edificação estão especificados no Anexo A, é importante para o projeto especificar exatamente qual será o produto a ser instalado para poder saber sua respectiva vazão para comparar com a vazão requerida. Como mostrado na Tabela 3, os equipamentos escolhidos atendem ao requisito.

UEAp2

Este pré-requisito trata da medição individual da residência através de hidrômetro. Como a residência está localizada numa região de abastecimento por concessionária, este item já será atendido para fins de acompanhamento da medição (Figura 24). O único cuidado que se deve ter é que o hidrômetro atenda a classe B de precisão.

Figura 24 – Localização do hidrômetro geral.



Fonte: Projeto elaborado pela autora.

No Anexo A há uma sugestão de modelo de hidrômetro que atenda a classe de precisão requerida.

UEAc1

Este crédito se trata da otimização do pré-requisito 1 desta categoria, reduzindo ainda mais as vazões máximas das torneiras e chuveiros, através do Quadro 6.

Quadro 6 – Requisito de vazões para instalações hidrossanitárias.

Ponto de Consumo	Requisito	Pontos
Torneiras e Misturadores para lavatório (não temporizados)	A vazão máxima deve ser igual ou inferior a 6L/min (Qmax.≤0,10l/s)	1
Chuveiros	A vazão máxima deve ser igual ou inferior a 8L/min (Qmax.≤0,13l/s)	1
	A vazão máxima deve ser igual ou inferior a 6L/min (Qmax.≤0,10l/s)	2

Fonte: GBC Brasil, 2022.

Como foram especificados anteriormente, as torneiras e chuveiros já atendem este crédito, conseguindo os 3 pontos.

UEAc2

Este crédito é um complemento ao pré-requisito 2 desta categoria, realizar medição setorizada, além da geral.

Há duas opções de atendimento ao crédito, podendo as duas serem atendidas para ganho de 2 pontos, a medição de áreas complementares e externas e/ou de fontes de uso alternativas. Os medidores devem atender a classe de precisão C.

Na área externa da casa há um tanque para utilização de água nesta área quando necessário, na conexão desta tubulação foi especificado um hidrômetro para medição individual deste consumo. E como especificado no crédito 3 desta categoria, foi dimensionado um reservatório para reuso de água pluvial, assim também foi especificado um hidrômetro para medição deste consumo alcançando assim os dois pontos. No Anexo A está sugerido um modelo de hidrômetro que atenda a classe de precisão C.

UEAc3

Este crédito tem como objetivo reduzir o consumo de água potável, minimizando a carga sobre o sistema público de distribuição. Há duas opções de atendimento ao crédito, podendo as duas serem atendidas para ganho de até 3 pontos, a opção 1 sugere a utilização de fontes

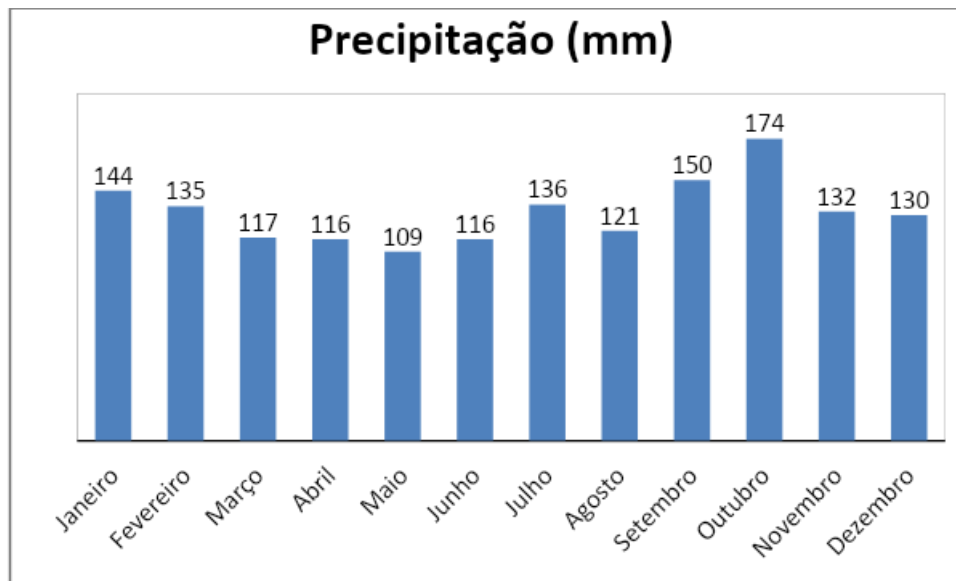
alternativas não potáveis para as bacias sanitárias, enquanto a opção 2 para a irrigação e manutenção geral. Independente da opção selecionada é preciso elaborar um Plano de comunicação para informar os riscos com o uso inadequado de água não potável e elaborar um Programa de manutenção do sistema de água não potável.

Foi pré-dimensionado um sistema de reuso de água da chuva para fins de uso nos vasos e para irrigação ou manutenção geral para verificar a viabilidade e possível economia de água.

O volume da cisterna foi calculado utilizando o volume de uso nos vasos na Tabela 4 com os equipamentos economizadores de água, dividindo o volume anual por 12 meses, o volume obtido é de 1016 litros para uso nos vasos, considerando uma margem para os outros usos, será definido o volume de reservatório em 1050 litros. Porém poderia ter sido calculado segundo a NBR 15527 (ABNT, 2019) o que resultaria para o reservatório um volume de aproximadamente 1600 litros, utilizando o mês com menor média de precipitação de Porto Alegre. A cisterna especificada possui sistema de filtragem e cloração também especificado na NBR 15527 (ABNT, 2019).

A Figura 25 mostra os dados de pluviometria da cidade de Porto Alegre, contando que o mês de menor precipitação foi de 109 mm, e que a área de captação é de 37,38 m², o volume potencial de captação máximo neste mês é de 4,07 m³ ou 4.074,42 litros, o que excede mais de três vezes o volume necessário neste período.

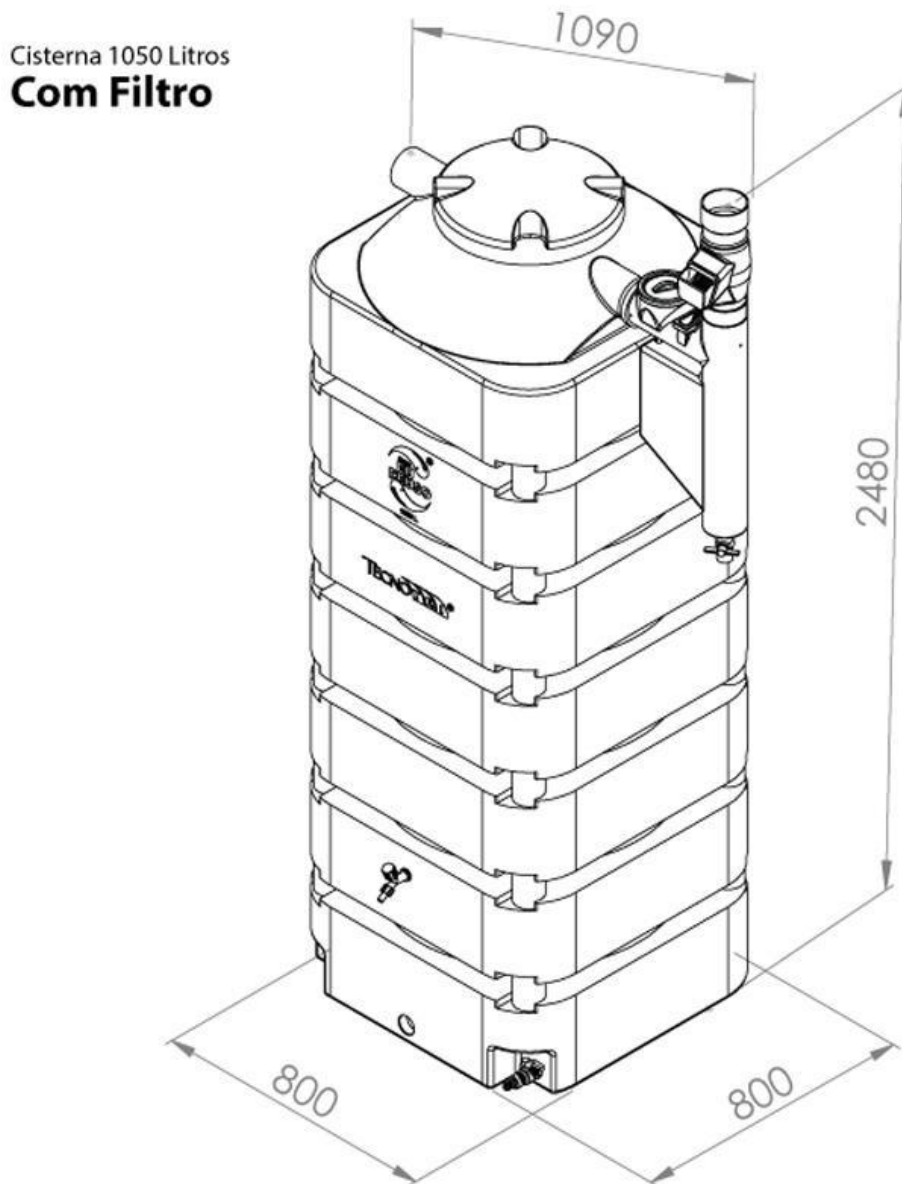
Figura 25 – Precipitação Anual da cidade de Porto Alegre.



Fonte: Climate Data, 2022.

Enquanto a Figura 26 exemplifica o reservatório para reuso de água do projeto.

Figura 26 – Reservatório para reuso de água.



Fonte: Eco Sustentável, 2022.

Também como um critério de projeto, segundo a NBR 15527 (ABNT, 2019) a tubulação referente à água de reuso deverá ser de cor roxa.

É importante frisar que a manutenção deste tipo de cisterna pode ser realizada pelos próprios moradores, uma vez a manutenção a cada incidência de chuva é baseada em limpar o filtro, verificar a pastilha de cloro e retirar folhas presas no filtro anti-folhas, e a limpeza do tanque deve ser realizada a cada seis meses.

O Programa de Manutenção da Cisterna deve conter as informações dos Quadros 7 e 8. O procedimento de como deve ser executada a manutenção de todo o sistema é especificado no manual da Cisterna.

Quadro 7 – Parâmetros mínimos de qualidade para fins não potáveis.

Parâmetro	Valor
<i>Escherichia coli</i>	< 200 / 100 mL
Turbidez	< 5,0 uT
pH	6,0 a 9,0

Fonte: NBR 15527 (ABNT, 2019).

Quadro 8 – Frequência de manutenção.

Componente	Frequência de manutenção
Dispositivo de descarte de detritos	Inspeção mensal Limpeza trimestral
Dispositivo de descarte do escoamento inicial, se existir	Inspeção mensal Limpeza trimestral
Calhas ^a	Inspeção semestral, limpeza quando necessário
Área de captação, condutores verticais e horizontais	Inspeção semestral, limpeza quando necessário.
Dispositivos de desinfecção	Inspeção mensal
Bombas	Inspeção mensal
Reservatório	Inspeção anual, limpeza quando necessário
^a Além da limpeza, deve ser realizada verificação da existência de formação de áreas de acúmulo de água e eliminação quando necessário, para evitar a proliferação de vetores, em especial mosquitos.	

Fonte: NBR 15527 (ABNT, 2019).

Para a comunicação dos riscos envolvidos com o uso inadequado da água de reuso é recomendado o uso de placas como mostrado na Figura 27.

Figura 27 – Placa de aviso de água de reuso.



Fonte: Elaborado pela autora.

O custo de implementação da cisterna fica em torno de R\$ 2.000,00, não levando em conta o custo com a tubulação desde a cisterna até os vasos.

Com todos os itens atendidos, o ganho é de 3 pontos do crédito.

UEAc4

O objetivo do crédito é minimizar a demanda de água potável para aplicações externas por meio de uso de sistemas de irrigação com alta eficiência. Há 4 itens a serem atendidos para alcançar os 3 pontos. Porém como toda vegetação planejada é nativa, não há necessidade de irrigação, alcançando assim os 3 pontos.

UEAc5

Objetivo é estabelecer diretrizes mínimas para um Plano de Segurança da água para promover bem-estar e melhora na saúde dos ocupantes da residência.

Para atender ao crédito é preciso realizar um Plano de Segurança da Água que forneça um plano de ação no sentido de minimizar os riscos da água quanto à saúde das pessoas, para isso é recomendado que o plano tenha, no mínimo, os itens a seguir para atender ao crédito e ganhar 1 ponto.

- a) Avaliação de risco qualificando todo o sistema hidráulico desde a fonte até todos os pontos de uso (fonte de abastecimento, chuveiros, irrigação, sistema de água quente, ducha higiênica, fontes decorativas, piscina, banheiras de hidromassagem, sistemas de aquecimento de água solar, sistema água de chuva, sistema de água de reuso, etc.)
- b) Definição de um plano de ação para minimizar os riscos (consumo, aspiração e contato).
- c) Definição dos responsáveis para realização do plano de gerenciamento das ações.
- d) Realização de curso de capacitação aos responsáveis ou moradores que irão operar os sistemas e trabalhar no plano de ação desenvolvido. Esta avaliação deve ser feita pelo processo HACCP (análise de perigos e pontos críticos de controle) que verifica os riscos (físicos, químicos e biológicos) do sistema.

Com o auxílio de uma das ferramentas do LEED, a calculadora de verificação de redução de consumo interno (USGBC, 2022), e utilizando o DECRETO N° 21.110, DE 14 DE JULHO DE 2021 (PORTO ALEGRE, 2021) que fixa os preços a serem cobrados, pelos serviços de distribuição de água e remoção de esgotos prestados pelo Departamento Municipal de Água e Esgotos (DMAE), foi feito um cálculo para conferir a redução total anual da residência com todas as medidas tomadas durante a aplicação desta seção no projeto sustentável, comparado com uma edificação base, onde nenhuma medida seria executada, os resultados estão na Tabela 4.

Tabela 4 – Economia anual do consumo de água.

Resumo para Sistemas de Avaliação de Projeto e Construção

Nome do Grupo	Caso do Edifício Base (litros/ano)			Design Case (liters/year)		
	Volume Descarga Anual	Volume Fluxo Anual	Consumo Anual	Volume Descarga Anual	Volume Fluxo Anual	Consumo Anual
Residentes	18.286,50	165.016,50	183.303,00	12.191,00	111.690,00	123.881,00

Consumo de água anual Base (litros/ano)	183.303,00
Consumo de água anual Design (litros/ano)	123.881,00
Consumo de água anual Design com reuso de Água (litros/ano)	111.690,00
Percentual de redução de água com reuso (%)	39,07%

Tarifas DMAE		Preço Baseline	Preço Design	Total Economia Anual
Água	4,09 m ³	R\$ 749,71	R\$ 456,81	R\$ 292,90
Esgoto	4,09 m ³	R\$ 749,71	R\$ 506,67	R\$ 243,04
				R\$ 535,93

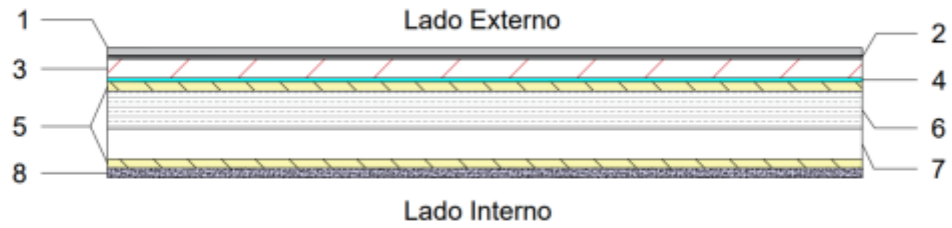
Fonte: Adaptado de USGBC, 2022.

4.2.3 ENERGIA E ATMOSFERA (EA)

A crescente demanda por energia e a limitada oferta de combustíveis fósseis e outras fontes de energia são fatores preocupantes para o futuro da humanidade. Os créditos desta categoria são relacionados com o desempenho energético da residência como qualidade das instalações elétricas (com a finalidade de dimensionar o sistema mais econômico e seguro), iluminação, envoltória, equipamentos eletroeletrônicos e energia passiva e renovável.

Para os créditos de energia, o projeto será adaptado, trocando a envoltória por Steel frame como medida sustentável, a composição usada será baseada na pesquisa de Benvenuti (2020), que analisou o comportamento térmico de diferentes composições de sistema de Steel frame, usualmente utilizadas no estado do Rio Grande do Sul. A composição que apresentou melhores resultados em relação à capacidade térmica e atraso térmico foi a composição Número 01 (Figura 28), composta por placa cimentícia (Quadro 9). Este tipo de material tem um custo superior, porém pode reduzir o consumo de energia da residência. Suas propriedades estão expostas no Quadro 10.

Figura 28 – Detalhe da vedação.



Fonte: Benvenuti, 2020.

Quadro 9 – Legenda do detalhe da vedação.

1	Argamassa flexível
2	Tela de ancoragem em fibra de vidro
3	Chapa XPS
4	Membrana hidrófuga
5	Placa cimentícia
6	Lã de vidro
7	Câmara de ar 40 mm
8	Chapa de gesso acartonado

Fonte: Benvenuti, 2020.

Quadro 10 – Resistência térmica dos componentes.

Material	Propriedade		
	Espessura	Condutividade térmica	Resistência térmica de um componente
	e (m)	λ (W/(m.K))	R ((m ² .K)/W)
Placa cimentícia	0,0120	0,950	0,01
Placa OSB	0,0115	0,120	0,10
Placa concreto Celular 20mm	0,0200	0,152	0,13
Placa concreto Celular 50mm	0,0500	0,152	0,33
Placa concreto Celular 75mm	0,0750	0,152	0,49
Lã de vidro	0,0500	0,045	1,11
Chapa Gesso acartonado	0,0125	0,350	0,04
Argamassa flexível	0,0100	1,150	0,01
Chapa XPS	0,0250	0,035	0,71

Fonte: Benvenuti, 2020.

EAp1

Este pré-requisito tem como objetivo garantir a eficiência mínima da envoltória, buscando a eficiência energética da edificação conforme Portaria nº 18 de 2012, pelo Instituto de Metrologia, Qualidade e Tecnologia – INMETRO.

Para atender este critério foi feita simulação conforme descritivos de etiquetagem PBE EDIFICA descrito no documento RTQ-R (Inmetro, 2012), para comprovar transmitância térmica, capacidade térmica e absorvância solar das superfícies; ventilação natural e iluminação natural. Mas poderiam ter sido calculados também segundo o PBE EDIFICA, com a metodologia abaixo. A Tabela 5 contém os itens com pontuação em escala segundo o EqNum o seu nível de eficiência:

Tabela 5 – Equivalente Numérico (EqNum) para cada nível de eficiência.

Nível de Eficiência	EqNum
A	5
B	4
C	3
D	2
E	1

Fonte: Inmetro, 2012.

Já a Tabela 6 demonstra o nível de eficiência de acordo com a pontuação obtida, calculada pela equação demonstrada na Figura 29.

Tabela 6 – Classificação do nível de eficiência de acordo com a pontuação obtida.

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: Inmetro, 2012.

Figura 29 – Cálculo da pontuação do nível de eficiência da unidade habitacional autônoma.

$$PT_{UH} = (a \times EqNumEnv) + [(1 - a) \times EqNumAA] + Bonificações$$

Equação 2.1 –
pontuação total
do nível de
eficiência da UH

Onde:

PT_{UH} : pontuação total do nível de eficiência da unidade habitacional autônoma;

a: coeficiente da Tabela 2.3 adotado de acordo com a região geográfica (mapa político do Brasil) na qual a edificação está localizada;

EqNumEnv: equivalente numérico do desempenho térmico da envoltória da unidade habitacional autônoma quando ventilada naturalmente, descrito no item 3.1.2.1 (método prescritivo) ou 3.1.3 (método de simulação) e após a verificação dos pré-requisitos da envoltória (item 3.1.1);

EqNumAA: equivalente numérico do sistema de aquecimento de água, conforme item 3.2;

Bonificações: pontuação atribuída a iniciativas que aumentem a eficiência da edificação, definida no item 3.3.

Fonte: Inmetro, 2012.

O coeficiente da equação de eficiência está separado por região geográfica na Tabela 7, usado na equação da Figura 29.

Tabela 7 – Coeficiente da equação de eficiência por região geográfica.

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

Fonte: Inmetro, 2012.

Na Tabela 8 estão destacados os critérios de absorvância, transmitância térmica e capacidade térmica que as coberturas e vedações devem atender segundo critérios para zona bioclimática 3.

Tabela 8 – Pré-requisitos de absorvância solar, transmitância térmica e capacidade térmica para as diferentes Zonas Bioclimáticas.

Zona Bioclimática	Componente	Absorvância solar (adimensional)	Transmitância térmica [W/(m²K)]	Capacidade térmica [kJ/(m²K)]
ZB1 e ZB2	Parede	Sem exigência	$U \leq 2,50$	$CT \geq 130$
	Cobertura	Sem exigência	$U \leq 2,30$	Sem exigência
ZB3 a ZB6	Parede	$\alpha \leq 0,6$	$U \leq 3,70$	$CT \geq 130$
		$\alpha > 0,6$	$U \leq 2,50$	$CT \geq 130$
	Cobertura	$\alpha \leq 0,6$	$U \leq 2,30$	Sem exigência
		$\alpha > 0,6$	$U \leq 1,50$	Sem exigência
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
ZB8	Parede	$\alpha \leq 0,6$	$U \leq 3,70$	Sem exigência
		$\alpha > 0,6$	$U \leq 2,50$	Sem exigência
	Cobertura	$\alpha \leq 0,4$	$U \leq 2,30$	Sem exigência
		$\alpha > 0,4$	$U \leq 1,50$	Sem exigência

Fonte: NBR 15.575-4, NBR 15.575-5 e NBR 15220-3 (ABNT, 2013).

Em um item de considerações, é informado que coberturas vegetadas não precisam atender ao pré-requisito de absorvância.

Com isso, a Tabela 9 demonstra os valores das propriedades encontrados para os métodos tradicionais e sustentável de cobertura e vedação.

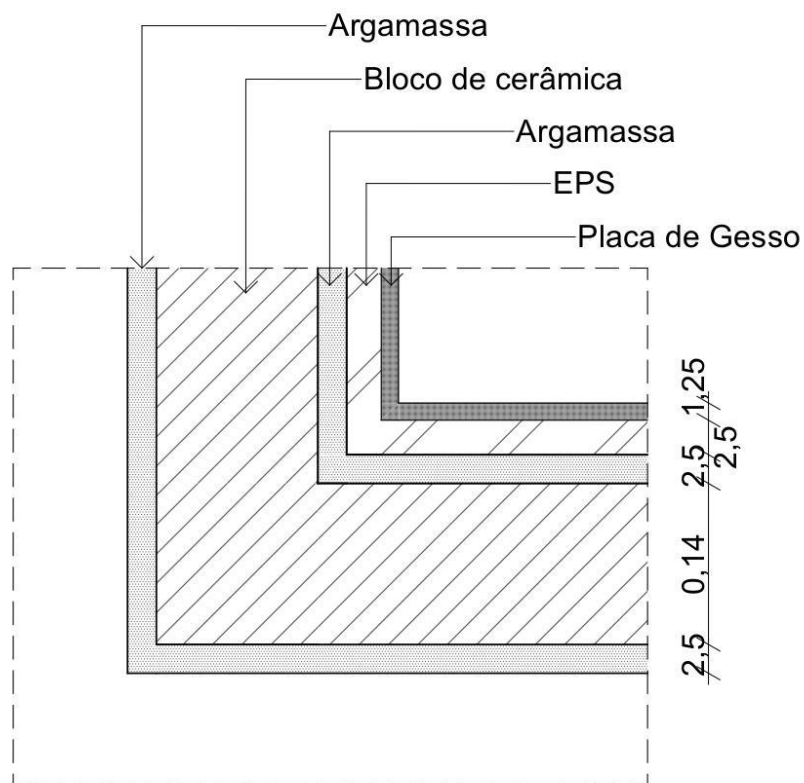
Tabela 9 – Resultados obtidos nas simulações energéticas.

Método		Propriedade		
		Absorvância solar	Transmitância térmica	Capacidade térmica
Tradicional	Parede	$\alpha < 0,6$	2,45	130,22
		$\alpha > 0,6$	2,45	130,22
	Cobertura	$\alpha < 0,6$	2,08	-
		$\alpha > 0,6$	2,08	-
Sustentável	Parede	$\alpha < 0,6$	0,449	80,701
		$\alpha > 0,6$	0,449	80,701
	Cobertura	$\alpha < 0,6$	Não há critério para cobertura de telhado verde	
		$\alpha > 0,6$		

Fonte: Elaborada pela autora.

Como em um primeiro momento nenhuma das duas opções - bloco cerâmico e argamassa para a tradicional e Steel frame para o sustentável - atendem as duas propriedades da envoltória para todas as cores de fachadas (fator influente na absorção da parede), foi escolhida outra opção, intermediária (Figura 30) entre as duas, que apresenta as mesmas camadas da opção tradicional, adicionando internamente uma camada de poliestireno expandido (EPS) e uma placa de gesso, aumentando o conforto térmico na edificação.

Figura 30 – Detalhe da vedação final.



Fonte: Elaborada pela autora.

O cálculo desta composição foi feito com o auxílio da ferramenta Calculadora de Propriedades da Projeteer (PROJETEE, 2022). Os resultados obtidos estão expostos na Tabela 10.

Tabela 10 – Resultados finais de propriedades da envoltória.

Método		Propriedade		
		Absortância solar	Transmitância térmica	Capacidade térmica
Intermediário	Composição Intermediária de vedação	$\alpha < 0,6$	0,8	160,00
		$\alpha > 0,6$	0,8	160,00
	Telhado verde	$\alpha < 0,6$	Não há critério para cobertura de telhado verde	
	$\alpha > 0,6$			

Fonte: Elaborada pela autora.

Com isso, a edificação atende ao critério das propriedades térmicas de envoltória.

Outro fator influente neste crédito é o atendimento aos critérios de ventilação na edificação, os critérios de área de abertura em relação à área de piso está exposto na Tabela 11, assim como seu cálculo efetuado para cada cômodo na Tabela 12.

Tabela 11 – Percentual de áreas mínimas para ventilação em relação à área útil do ambiente.

Ambiente	Percentual de abertura para ventilação em relação à área de piso (A)		
	ZB 1 a 6	ZB 7	ZB 8
Ambientes de permanência prolongada	$A \geq 8\%$	$A \geq 5\%$	$A \geq 10\%$

Nota: Nas ZB 1 a 7 e nas cidades que possuam médias mensais das temperaturas mínimas abaixo de 20°C, as aberturas para ventilação devem ser passíveis de fechamento durante o período de frio (excetuam-se as áreas de ventilação de segurança como as relativas às instalações de gás).

Fonte: Adaptado de NBR 15575-4 (ABNT, 2013)

Tabela 12 – Cálculo das aberturas para ventilação.

Ambiente		Abertura para ventilação	
Nome	Área	Requerido	Calculado
Sala/Cozinha	17,71	1,41	1,5
Quarto Solteiro	5,92	0,47	0,75
Quarto Casal	8,74	0,69	0,75
Banheiro	3,00	0,24	0,24

Fonte: Elaborada pela autora

O critério para atendimento da ventilação cruzada é o somatório das áreas efetivas para ventilação nas demais orientações (A1), dividido pelo somatório das áreas efetivas localizadas na fachada da orientação com maior abertura (A2), sem maior que 0,25. Este cálculo está exposto na Tabela 13.

Tabela 13 – Cálculo da ventilação cruzada.

Ambiente	Abertura para ventilação		
	Nome	A1	A2
Sala/Cozinha	0,75	0,75	1,0
Quarto Solteiro	0,75	1,68	0,45
Quarto Casal	0,75	1,68	0,45
Banheiro	0,24	1,68	0,14

Fonte: Elaborada pela autora

Para o atendimento de Iluminação Natural, a área de abertura deve ser igual ou maior que 12,5% da área do ambiente, como mostra a Tabela 14.

Tabela 14 – Cálculo da iluminação natural.

Ambiente	Iluminação		
	Nome	Área Ambiente	Requerido
Sala/Cozinha	17,71	2,21	1,5
Quarto Solteiro	5,92	0,74	0,75
Quarto Casal	8,74	1,09	0,75
Banheiro	3,00	0,375	0,24

Fonte: Elaborada pela autora

Como a abertura não estava atendendo ao requerido (marcado em vermelho), foi alterado o tamanho das esquadrias para atendimento do critério de ventilação cruzada e iluminação natural. As novas medidas estão descritas na Tabela 15.

Tabela 15 – Novas medidas das esquadrias.

Ambiente	Medida
Sala/Cozinha	1,5m x 1,5m
Quarto Solteiro	1,5m x 1,0m
Quarto Casal	1,5m x 1,5m
Banheiro	0,80m x 0,60m

Fonte: Elaborada pela autora.

E feito novamente os cálculos, os critérios foram atendidos. Como mostrados nas Tabelas 16 e 17.

Tabela 16 – Cálculo da ventilação cruzada.

Ambiente	Abertura para ventilação		
	Nome	A1	A2
Sala/Cozinha	1,125	1,125	1,0
Quarto Solteiro	0,75	1,68	0,45
Quarto Casal	1,125	1,68	0,67
Banheiro	0,48	1,68	0,28

Fonte: Elaborada pela autora

Tabela 17 – Cálculo da iluminação natural.

Ambiente	Iluminação		
	Nome	Área Ambiente	Requerido
Sala/Cozinha	17,71	2,21	2,25
Quarto Solteiro	5,92	0,74	0,75
Quarto Casal	8,74	1,09	1,125
Banheiro	3,00	0,375	0,48

Fonte: Elaborada pela autora

EAp2

Objetivo é reduzir o consumo de energia com aquecimento de água e perdas térmicas relativas à distribuição de água quente.

Para atender ao requisito, é preciso utilizar fontes de aquecimento de água eficientes, segundo metodologia descrita na etiquetagem PBE EDIFICA (Inmetro, 2012), e apresentar equivalente numérico referente.

O chuveiro especificado anteriormente para a residência tem selo A do Procel, porém segundo a metodologia descrita na etiquetagem PBE EDIFICA (Inmetro, 2012), o aparelho elétrico recebe classificação E (Figura 31), para uma potência maior que 4.600W. Portanto, não é ganho nenhum ponto neste crédito.

Figura 31 – Classificação de chuveiros elétricos.

A classificação dos aparelhos recebe eficiência:

- D, para aparelhos com potência $P \leq 4.600 \text{ W}$;
- E, para aparelhos com potência $P > 4.600 \text{ W}$.

Equipamentos com potência regulável serão classificados pela maior potência.

Equipamentos não classificados pelo Inmetro receberão classificação nível E.

Fonte: Inmetro, 2012.

EAp3

Promover a qualidade das instalações elétricas de baixa tensão e sistemas elétricos, conforme normas técnicas brasileiras.

Comprovar que os sistemas elétricos foram projetados em conformidade com as normas técnicas brasileiras.

- NBR 5410 (ABNT, 2004);
- NBR 15920 (ABNT, 2011);
- NBR 16401-1 (ABNT, 2008);
- NBR 15848 (ABNT, 2010);
- NBR 7198 (ABNT, 1993);
- NBR 16274 (ABNT, 2014);
- NBR IEC 62116 (ABNT, 2012).

Deverá ser apresentado um laudo técnico de inspeção visual dos sistemas instalados, assinado por profissional qualificado.

Este pré-requisito só é possível ser alcançado após a instalação dos sistemas elétricos.

EAp4

O objetivo é reduzir o consumo energético da residência com iluminação interior definindo pelo menos 50% dos pontos de luz, lâmpadas e luminárias precisam ter selo PROCEL, INMETRO ou eficiência superior a 75 lm/W.

Todos os pontos de luz serão especificados com a lâmpada especificada no Anexo A, que atende ao critério do pré-requisito.

No manual do usuário deve constar a diretriz para que sejam instalados equipamentos eficientes.

EAc1

A partir do edifício base (baseline) deve-se aprimorar o desempenho energético da edificação.

Com base no Quadro 11, a pontuação alcançada de acordo com a redução da porcentagem de acordo com o baseline:

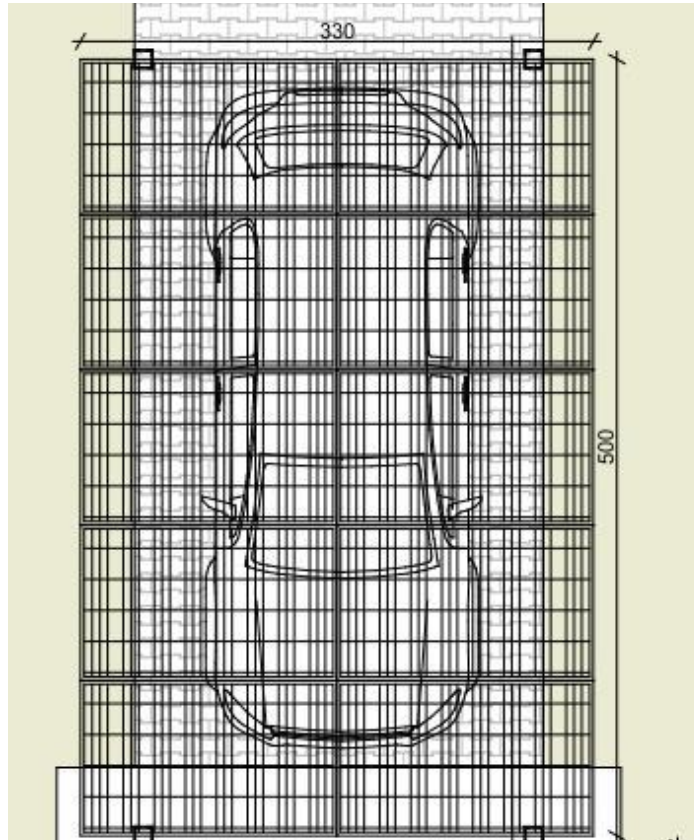
Quadro 11 - Porcentagem de redução de acordo com o edifício base.

Porcentagem de Redução	Pontos
10%	2
20%	4
30%	6
40%	8
50%	10

Fonte: GBC Brasil, 2022.

O projeto prevê a instalação de painéis fotovoltaicos (Figura 32) para produção de toda a energia que é consumida na edificação, assim os pontos desse crédito são todos alcançados. Os painéis serão instalados acima da cobertura da garagem. É importante frisar que não foram dimensionados a quantidade de painéis e a produção possível da localização, podendo o projeto de cobertura da garagem ser modificado para atender esta demanda.

Figura 32 – Localização dos painéis fotovoltaicos.



Fonte: Elaborado pela autora.

Para calcular o consumo total da edificação foi feita simulação energética da edificação, para isso foi definido alguns parâmetros de simulação.

O primeiro parâmetro a ser definido é o uso e ocupação da edificação, foi definido que a família é composta por 3 pessoas, um casal e um filho. Para o quarto de casal a ocupação máxima é de duas pessoas e uma para o quarto de solteiro. Para o banheiro a ocupação máxima é de uma pessoa, já a sala e cozinha podem comportar os três ocupantes. Foram definidos dois diferentes padrões de ocupação, um para dias de semana e outro para dias de fim de semana. Como mostrado na Tabela 18.

Tabela 18 – Padrão de ocupação para dias de semana e final de semana.

Hora	Dormitórios		Sala	
	Dias de Semana (%)	Final de Semana (%)	Dias de Semana (%)	Final de Semana (%)
1 h	100	100	0	0
2 h	100	100	0	0
3 h	100	100	0	0
4 h	100	100	0	0
5 h	100	100	0	0
6 h	100	100	0	0
7 h	100	100	0	0
8 h	0	100	0	0
9 h	0	100	0	0
10 h	0	50	0	0
11 h	0	0	0	25
12 h	0	0	0	75
13 h	0	0	0	0
14 h	0	0	25	75
15 h	0	0	25	50
16 h	0	0	25	50
17 h	0	0	25	50
18 h	0	0	25	25
19 h	0	0	100	25
20 h	0	0	50	50
21 h	50	50	50	50
22 h	100	100	0	0
23 h	100	100	0	0
24 h	100	100	0	0

Fonte: Inmetro, 2012.

Outro parâmetro para a simulação é a atividade metabólica dos ocupantes, definido pelo Inmetro no RTQ-R, explicitado na Tabela 19.

Tabela 19 – Taxas metabólicas para cada atividade.

Ambiente	Atividade realizada	Calor produzido (W/m ²)	Calor produzido para área de pele = 1,80 m ² (W)
Sala	Sentado ou assistindo TV	60	108
Dormitórios	Dormindo ou descansando	45	81

Fonte: Inmetro, 2012.

Também foi definido uma rotina para o uso de iluminação (Tabela 20).

Tabela 20 – Padrão de uso de iluminação.

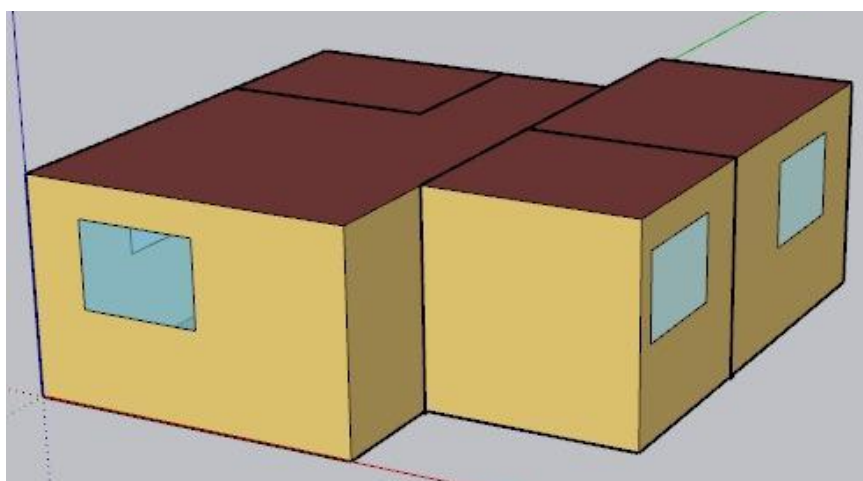
Hora	Dormitórios		Sala	
	Dias de Semana (%)	Final de Semana (%)	Dias de Semana (%)	Final de Semana (%)
1 h	0	0	0	0
2 h	0	0	0	0
3 h	0	0	0	0
4 h	0	0	0	0
5 h	0	0	0	0
6 h	0	0	0	0
7 h	100	0	0	0
8 h	0	0	0	0
9 h	0	100	0	0
10 h	0	0	0	0
11 h	0	0	0	100
12 h	0	0	0	100
13 h	0	0	0	0
14 h	0	0	0	0
15 h	0	0	0	0
16 h	0	0	0	0
17 h	0	0	100	100
18 h	0	0	100	100
19 h	0	0	100	100
20 h	0	0	100	100
21 h	100	100	100	100
22 h	100	100	0	0
23 h	0	0	0	0
24 h	0	0	0	0

Fonte: Inmetro, 2012.

Os equipamentos utilizados na simulação foram os equipamentos já definidos em projeto. Quanto aos seus padrões de uso, foi definido que o refrigerador será usado 24 horas por dia, todos os dias da semana, o chuveiro será usado uma vez ao dia por habitante durante 10 minutos, a televisão terá o mesmo padrão que a ocupação da sala, a lavadora foi definida que terá um uso por semana, e os equipamentos de ar condicionado têm o mesmo padrão de ocupação da sala ou do quarto, dependendo da localização. O fogão não foi utilizado para a soma da potência, segundo determinação do Inmetro.

O modelo utilizado teve como base a planta já especificada anteriormente, foi feita a construção do modelo tridimensional (Figura 33) no software *SketchUp Make* (TRIMBLE INC, 2022) para criar as zonas térmicas para análise energética da residência. A partir disso foi utilizado o software *Energy Plus versão 9.1* (EnergyPlus, 2022) para inserção das informações de materiais, clima, orientação e ocupação.

Figura 33 – Modelo tridimensional da residência.



Fonte: Elaborada pela autora.

A descrição dos materiais utilizados e suas propriedades estão expostas no Quadro 12.

Quadro 12 – Propriedades térmicas adotadas na simulação.

Propriedades dos materiais adotadas						
	Material	Espessura (m)	Condutividade (W/mK)	Densidade (kg/m ³)	Calor Esp. (J/kgK)	Absortância (α)
Piso	Piso cerâmico	0.01	0.9	1500	920	-
	Contrapiso	0.05	1.15	2000	1000	-
	Argamassa de regularização	0.02	1.15	2000	1000	-
	Camada de brita	0.03	1.6	2850	840	-
Cobertura	Telhado verde	0.36	0.35	1100	1200	-
Parede	Reboco	0.02	1.15	2000	1000	0.5
	Tijolo cerâmico	0.02	0.9	1600	920	-
	EPS	0,025	0.035	38	1.42	-
	Chapa gesso acartonado	0,0125	0.35	1000	0.84	-
Outros	Metal porta externa	0.04	55	7800	460	-
	Madeira porta interna	0.025	0.15	600	1340	-
AirGap						
	Material	Espessura (m)	Resistência térmica (m ² K/W)			
Parede	Camada de ar horizontal	0.03	0.16			

Fonte: Elaborada pela autora.

Com essas informações inseridas no software, foi feita a simulação e o consumo da edificação resultante foi de 780 kWh por mês. O consumo encontrado foi relativamente alto para o

padrão e tamanho da edificação, o que pode ser explicado pelos parâmetros inseridos para climatização dos ambientes, pois é considerado que os ar condicionados ficam ligados durante toda a ocupação dos ambientes para atender o conforto dos habitantes quando a temperatura está acima ou abaixo do previsto.

Mesmo instalando os painéis fotovoltaicos e produzindo toda a energia que é consumida na residência, ainda sim é cobrado uma taxa mínima de consumo pelos serviços prestados pela concessionária, esta taxa depende da potência instalada na edificação, como o consumo da edificação em questão está entre 12.000 e 25.000W (bifásico) o custo de disponibilidade que deverá ser pago corresponde a 50 kWh.

Considerando a tarifa do mês de setembro de 2022 para Classe de consumo residencial bifásico de R\$ 0,7482 o kWh, foi calculada a taxa mínima, somando os custos com Iluminação pública, o valor mensal a ser pago é R\$ 45,47.

Calculando o gasto total mensal com a mesma tarifa, considerando que não haveria nenhuma produção no local, o custo total da residência seria de R\$ 583,60. Com isso, a instalação dos painéis possibilitaria uma economia de 92,21% do gasto total com energia elétrica (usando o valor calculado no crédito 7 desta categoria). O tempo de retorno do investimento nos painéis (R\$ 23.337,00), usando a economia que eles trazem, seria de 3 anos e meio.

EAc2

Receber o nível A de eficiência na ENCE geral, conforme a normativa do PBE EDIFICA.

Atendendo este crédito 2 pontos são somados a pontuação.

Pelo nível de dificuldade de simular e verificar o nível da eficiência conforme a normativa, este crédito não foi perseguido.

EAc3

Desempenho aprimorado da envoltória, determinar a eficiência por métodos prescritivos ou simulação computacional atendendo nível A ou B da ENCE geral.

Pelo nível de dificuldade de simular e verificar o nível da eficiência conforme a normativa, este crédito não foi perseguido.

EAc4

Objetivo é o incentivo de fontes eficientes de aquecimento para uso de água quente na residência através do uso de aquecimento por energia solar. Este crédito não foi perseguido.

EAc5

Este crédito tem por objetivo reduzir o consumo energético com iluminação interior e exterior da residência.

Como todas as lâmpadas internas da residência foram definidas com eficiência superior, já é atendida a primeira opção. Para atendimento da segunda opção e ganho do segundo ponto, todas as luzes exteriores instaladas terão sensores de presença e serão definidas no Anexo A.

Como 100% das lâmpadas externas foram definidas com este modelo, o crédito é atendido com desempenho exemplar.

EAc6

O objetivo é incentivar a opção pela aquisição de equipamentos eletrodomésticos eficientes.

Pelo menos 80% dos equipamentos listados abaixo devem ter o selo nível A da etiqueta PROCEL.

Todos os equipamentos definidos abaixo têm o Selo nível A da etiqueta Procel, e estão definidos no Anexo A, ganhando 1 ponto.

- Refrigerador.
- Lavadora de roupas.
- Fornos, fogões e cooktop.
- Televisor.
- Equipamento de ar condicionado.

Da lista os seguintes não serão instalados na edificação:

- Micro-ondas.
- Ventilador de teto.
- Secadora de roupas.
- Frigobar.
- Bombas e motobombas centrífugas.

EAc7

O objetivo do crédito é o incentivo à produção de energia renovável.

Para atender ao crédito é preciso projetar um sistema de geração de energia in loco ou fora do terreno, segundo as porcentagens do Quadro 13 ou 14.

Quadro 13 – Produção de energia no terreno.

Residências Unifamiliares	
Porcentagem de Geração	Pontos
10% - 30%	1
31% - 50%	2
51% - 80%	3
> 81%	4
> 90%	Desempenho Exemplar

Fonte: GBC Brasil, 2022.

Quadro 14 – Produção de energia fora do terreno.

Residências Unifamiliares	
Porcentagem de Geração	Pontos
30% - 50%	1
51% - 70%	2
71% - 90%	3
> 90%	4
100%	Desempenho Exemplar

Fonte: GBC Brasil, 2022.

Para dimensionar o valor a ser investido para instalação do sistema de produção de energia elétrica, através de painéis fotovoltaicos, para o consumo obtido através de simulação energética. Foi utilizado uma ferramenta online (RENOWATT, 2022) que gera o valor a ser investido, colocando o consumo como dado. O valor obtido foi de R\$ 23.337,00 para um consumo de 780 kWh por mês.

Com isso, além dos 4 pontos é alcançado desempenho exemplar.

EAc8

Certificar que os sistemas relacionados à energia estão devidamente instalados, calibrados e obedecem ao desempenho conforme projeto.

Este crédito só é possível alcançar através de comissionamento feito por profissional habilitado após a instalação dos equipamentos.

EAc9

O objetivo do crédito é garantir a gestão de energia através do rastreamento do seu uso, através de medição individual dos sistemas. É sugerido:

a) Instalar medidores de energia para todas as fontes de energia utilizadas pela residência.

Para atender este critério, é necessário instalar medidores individuais de energia, que meçam separadamente o consumo com iluminação, climatização e aquecimento de água (chuveiro).

b) Se comprometer a compartilhar os dados de uso final de energia com o GBC Brasil no período de, pelo menos, 5 anos.

Se os itens sugeridos forem executados, é possível ganhar mais um ponto.

4.2.4 MATERIAIS E RECURSOS (MR)

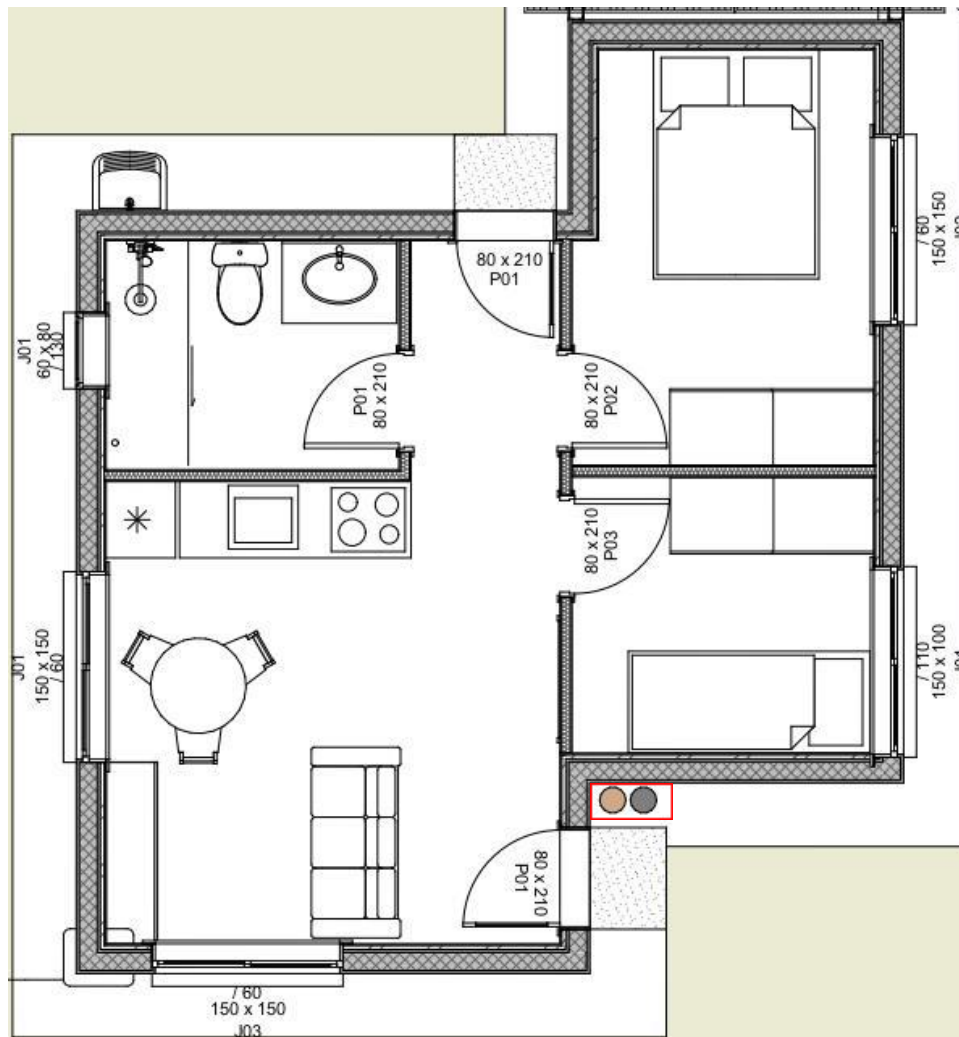
O objetivo desta categoria é reduzir a geração de resíduos, enquanto melhor o ambiente domiciliar por meio da gestão responsável de resíduos e seleção de materiais com melhor desempenho ambiental.

MRp1

Este pré-requisito prevê a criação de um plano de gerenciamento de resíduos da construção e operação, com o objetivo de reduzir o volume de resíduos sólidos dispostos em aterros e preparar a residência para dar a correta destinação dos resíduos gerados nas atividades domésticas.

Como o plano já é um requisito obrigatório para liberação da construção pela prefeitura, obter este requisito não haverá dificuldade. A cidade de Porto Alegre tem coleta seletiva, auxiliando a destinação correta de todos os resíduos gerados na residência, será instalado duas lixeiras (Figura 34), conforme o layout a seguir com capacidade de 50 litros, para lixo orgânico (cinza) e recicláveis (marrom). Atendendo assim ao pré-requisito.

Figura 34 – Disposição das lixeiras.



Fonte: Planta elaborada pela autora.

MRp2

Este pré-requisito tem por objetivo inibir a extração de madeira de florestas primitivas e a comercialização de madeiras ilegais. Para atender ao requisito é preciso utilizar 100% de madeira legalizada, incluindo as madeiras reutilizadas e de uso temporário.

Além dos materiais instalados permanentemente, quando for elaborada a compra dos materiais durante a obra é importante defini-los a partir de madeira legalizada, uma forma de verificar este requisito é verificando o fornecedor, da mesma forma definida no crédito MRc2. Os documentos necessários para comprovação exigidos são: DOF (Documento de Origem Florestal) e Nota Fiscal. Se os documentos forem fornecidos, o pré-requisito é atendido.

MRc1

Este crédito fomenta a reutilização ou reciclagem dos resíduos gerados na construção.

Para atender ao crédito e ganhar os 3 pontos é preciso reciclar pelo menos 80% dos resíduos Classe A e B (CONAMA) gerados e comprovar a correta destinação de todos os resíduos Classe A, B e C.

Para isso deverá ser definida uma empresa para destinar corretamente todos os resíduos gerados pela construção da edificação. No Anexo A há uma lista de empresas que podem ser escolhidas para atendimento ao crédito e ganho dos 3 pontos.

MRc2

O crédito incentiva a utilização de madeira certificada, com o emprego de produtos provenientes de espécies nativas devidamente legalizadas ou de reflorestamento.

Para isso é preciso especificar ao menos 50% das madeiras utilizadas e providenciar o selo FSC ou CERFLOR.

Foi especificado no Anexo A uma empresa que possui o certificado FSC e CERFLOR em suas florestas, e fornece um kit porta atendendo as especificações de projeto. Todas as portas da edificação terão esta especificação. Como a edificação somente utiliza as portas internas como itens permanentes de madeira na edificação, é atendido ao crédito, ganhando os 2 pontos.

MRc3

Este crédito estimula o uso de materiais certificados de acordo com a norma ISO 14024 – Rotulagem Ambiental do Tipo I (selos verdes).

Para alcançar o ponto é preciso instalar 5 materiais certificados por terceira parte de acordo com a norma. Uma forma de alcançar este crédito é utilizar matérias de aço na estrutura, uma

vez definida como concreto armado, que tenham o selo verde, no Anexo A são citados exemplos de produtos de um fornecedor de aço que fornecem a certificação dos materiais que podem ser usados para ganho do ponto do crédito, já que o projeto estrutural não foi contemplado neste trabalho. Este crédito é de fácil obtenção, pois a definição de barras de diferentes bitolas já contam como mais de um produto para o crédito.

MRc4

Utilizar materiais provenientes de reuso, com conteúdo reciclado, de rápida renovação e recicláveis.

Para atender ao crédito e ganhar 3 pontos é necessário atender 3 itens de uma lista, os itens a serem atendidos serão:

- a) Materiais de reuso - 2,5% do custo total de materiais
- b) Materiais regionais - 20% do custo total de materiais
- d) Materiais de rápida renovação - 1% do custo total de materiais

Uma produtora local de cimento poderá ser a fornecedora do material para a fase de fundação, com a prática o coprocessamento na fabricação do produto, “O coprocessamento é a operação de reaproveitamento e destinação final, em uma única operação de queima de resíduos industriais com características físico-químicas compatíveis ao processo de produção de clínquer, em fornos rotativos da indústria cimenteira.” (ITAMBÉ, 2022). Para comprovar os itens do critério, será preciso pedir ao fornecedor a composição do material para documentação, além de apresentar:

- descrição do material/produto/insumo;
- quantidade adquirida;
- custo unitário;
- nome do fabricante/fornecedor;
- tipo de cada material existente no produto final;

- porcentagem, em peso, de cada material no produto final (reutilizado, regional, reciclado, rapidamente renovável e reciclável);
- declaração ambiental do produto e/ou laudos técnicos;
- comprovação de autenticidade/origem das informações referentes ao produto preferível do ponto de vista ambiental.

Se todos os itens forem seguidos é possível o ganho de mais 3 pontos.

MRc5

Incentivar o uso de produtos e materiais que possuam informação sobre seu ciclo de vida disponível e que possuam baixo impacto ambiental, social e econômico.

A opção 3 deste crédito requer que 5 produtos tenham DAP (Declaração Ambiental de Produto) específica ou setorial para ganho de 3 pontos.

Atendendo o crédito MRc3, automaticamente este crédito é atendido, pois a empresa fornecedora do aço fornece DAP (Declaração Ambiental de Produto) específica com as informações do ciclo de vida dos seus materiais.

MRc6.1

Utilização de projetos modulares e sistemas desmontáveis para minimizar os resíduos gerados pelos sistemas estruturais na construção civil.

- a) Modularidade/repetição da estrutura: dimensionamento em medidas facilmente reaproveitáveis em novos projetos;
- b) Modo de aplicação/fixação: estruturas metálicas parafusadas e não soldadas;

O crédito não foi perseguido, uma vez que a estrutura definida não é modular.

MRc6.2

Adoção de técnicas de projeto e procedimentos para minimizar os resíduos gerados na construção pelos elementos não estruturais.

Este crédito não foi perseguido, pois não foi definido nenhum elemento não estrutural que se encaixe no padrão de modularidade.

4.2.5 QUALIDADE AMBIENTAL INTERNA (QAI)

Esta categoria incentiva evitar a poluição do ar e a melhora da qualidade e conforto dos ambientes. Provando que a prevenção de problemas relacionados à qualidade ambiental interna é geralmente mais barata do que a identificação e resolução dos problemas após ocorrerem.

QAIp1

O objetivo deste pré-requisito é minimizar o vazamento de gases de combustão no interior da edificação para não causar impactos na saúde dos ocupantes.

Para atendimento do crédito, como o único aparelho que realiza combustão é o fogão, a porta de saída do ambiente foi definida com uma abertura permanente e também deverá ser instalado um sensor permanente de monóxido de carbono com acionamento de alarme sonoro quando o nível atingir 25 partes por milhão, especificado no Anexo A.

Este crédito é de fácil obtenção uma vez que o sensor custa em média R\$ 100,00.

QAIp2

O objetivo deste pré-requisito é reduzir o mofo e exposição a poluentes internos em cozinhas e banheiros.

A opção escolhida para atender foi através de sistemas passivos, por ventilação cruzada. No banheiro a quantidade de fluxo de ar deve proporcionar de 6 a 10 renovações, enquanto na cozinha 10 a 15.

Como foi verificado anteriormente, no pré-requisito 1 da categoria de Energia e Atmosfera a edificação atende ao critério exigido para ventilação.

QAip3

Atender ao nível mínimo de desempenho em um dos critérios térmico, acústico ou lumínico segundo norma NBR 15575 (ABNT, 2021).

O critério de desempenho térmico mínimo é atendido, porém foi avaliado o critério lumínico, para isso foram analisados os critérios de atendimento do desempenho mínimo na norma em questão. Existem dois critérios a serem atendidos, o fator de luz diurna para iluminação natural e nível de iluminamento geral para iluminação artificial.

O fator de luz diurna deve ser medido no local, conforme procedimentos e critérios previstos na norma NBR 15575 (ABNT, 2021), atendendo ao Quadro 15.

Quadro 15 – Fator de luz diurna

Ambiente	FLD (%)
	Mínimo
Sala de estar, dormitório, cozinha, área de serviço	≥ 0,5
Banheiro, corredor interno à unidade, corredor uso comum, garagens	Não requerido

Fonte: NBR 15575-1 (ABNT, 2021).

Para a determinação do nível de iluminamento geral o procedimento geral está previsto no Anexo B da norma NBR 15575-1 (ABNT, 2021). O nível a ser atendido está resumido no Quadro 16.

Quadro 16 – Iluminamento para iluminação artificial

Ambiente	Iluminamento (Lux)
	Mínimo
Sala, dormitório, banheiro, serviço, garagens cobertas	≥ 100
Cozinha, copa	≥ 100
Corredores	≥ 100
Garagem e estacionamentos descobertos	≥ 20

Fonte: NBR 15575-1 (ABNT, 2021).

O nível calculado de cada ambiente está na Tabela 21. Foi calculada a quantidade de Lumens requerida por ambiente de acordo com o iluminamento (Lux) requerido no Quadro 16.

Tabela 21 – Iluminação dos ambientes

Ambiente		Iluminação	
Nome	Área Ambiente	Lumens Requerido	Lumens Calculado
Sala/Cozinha	17,71	1771	2040
Quarto Solteiro	5,92	594	1020
Quarto Casal	8,74	874	1020
Banheiro	3,00	300	1020

Fonte: Elaborada pela autora.

Todos os ambientes atendem ao critério mínimo de desempenho, atendendo ao pré-requisito.

QA1c1

O objetivo é proporcionar adequado desempenho térmico de residências ventiladas naturalmente, expostas ao clima das várias regiões brasileiras.

Porto Alegre está inserida na Zona Bioclimática 3 da divisão, atender ao crédito com nível intermediário garante 2 pontos, nível superior garante 3 pontos. O atendimento tem que ser em todos os ambientes de alta permanência, como sala e quartos, podendo haver exceção em apenas 1 cômodo.

Como a comprovação do atendimento ao crédito deve ser feita por simulação, não foi perseguido este crédito no projeto, devido a sua complexidade.

QAic2

Este crédito é baseado nos mesmos critérios do crédito anterior, porém se aplica para desempenho lumínico.

Como a comprovação do atendimento ao crédito deve ser feita por simulação, não foi perseguido este crédito no projeto, devido a sua complexidade.

QAic3

Este crédito é baseado nos mesmos critérios do crédito QAic1, porém se aplica para desempenho acústico.

Como a comprovação do atendimento ao crédito deve ser feita por simulação, não foi perseguido este crédito no projeto, devido a sua complexidade.

QAic4

O objetivo do crédito é adotar uma boa técnica de projeto para reduzir e controlar os níveis de umidade no interior da residência.

Para conseguir os pontos desse crédito é preciso atender as normas NBR 9574 (ABNT, 1986) e NBR 9575 (ABNT, 2010), com os seguintes critérios:

- a) impermeabilizar os locais diretamente expostos a água, como os boxes de chuveiros e duchas, até 10 cm acima do nível dos registros, $h=1,10m$ usualmente;
- b) proteger com revestimento adequado o entorno das torneiras (banheiros, cozinha, áreas de serviço);
- c) revestir com produtos adequados os ambientes com chuveiros e duchas, expostos a nuvens de vapores.

Atendendo aos itens é possível ganhar mais 1 ponto.

QAIC5

Reduzir a exposição dos ocupantes da residência a poluentes provenientes da garagem.

A garagem projetada não está acoplada à residência, sendo assim o projeto ganha um ponto automaticamente.

QAIC6

O objetivo é reduzir e controlar a exposição dos trabalhadores durante a obra e dos ocupantes da residência a contaminantes aéreos, eliminando as fontes de contaminação.

Para ganhar os 3 pontos será analisado todos os 3 critérios, listados a seguir:

Critério 1

- Após a instalação, vedar todos os dutos e aberturas para minimizar a contaminação durante as obras. Remover as vedações após o término de todas as fases de construção.
- Reservar um local específico para fumantes no canteiro de obras, com uma distância mínima de 8 metros do refeitório, vestiários e principais atividades. Este local deve possuir a sinalização adequada.

Como não há a instalação de dutos de ventilação no local, somente é recomendado haver uma área reservada para fumantes no canteiro durante a obra para atendimento ao crédito e ganhar 3 pontos.

Critério 2

- Realizar uma limpeza após o término das obras, na fase de pré-ocupação, conforme diretrizes abaixo:
 - limpeza e aspiração de todos os cômodos da residência;
 - limpeza e higienização dos banheiros, incluindo azulejos;

- limpeza e higienização da cozinha, incluindo azulejos;
- limpeza de vidros face interna e externa;
- limpeza e aspiração dos caixilhos;
- limpeza externa e interna de armários;
- tiragem de pó externo e interno dos móveis;
- remoção de excessos de massa, tinta ou cimento nas superfícies da residência.

É fortemente indicado que esse serviço seja realizado por uma empresa ou profissional especializado.

Critério 3

- Projetar e instalar capachos de uso permanentes em todas as entradas da residência, com pelo menos, 0,60 metros de comprimento na direção do deslocamento principal, e de fácil limpeza.

O critério 3 é facilmente alcançado com a instalação de capachos, este item deverá estar listado no manual da edificação para atendimento.

QA1c7

Este crédito tem como objetivo diminuir a produção e consumo de materiais com conteúdo contaminantes e perigosos que possam causar danos aos ocupantes, usuários, instaladores e operários da construção. Utilizando os procedimentos sugeridos pelo Guia de Certificação.

- a) Quando forem utilizados compensados de madeira ou produtos confeccionados com fibras agrícolas, incluindo materiais de preenchimento, os limites de ureia formaldeído dos mesmos devem estar classificados pela Classe E1, possuindo no máximo 8mg de formol a cada 100 g painel, conforme estabelecido pela norma NBR 15.316 (ABNT, 2014).

b) Quando forem utilizadas tintas, vernizes, adesivos e selantes, o teor de compostos orgânicos voláteis deve estar dentro dos limites descritos abaixo:

- Tintas, revestimentos e adesivos em aerossol aplicados em paredes internas e em tetos não podem exceder os níveis de COV, nos limites estabelecidos pelo *Green Seal Standard GS-11*, Tintas, segunda edição, de 12 de Maio de 2008, ou pela Organização Internacional de Normalização (ISO), 11890-2 Tintas e vernizes - Determinação das emissões de compostos orgânicos voláteis (COV).
- Todos os adesivos e selantes utilizados no interior da residência devem cumprir os requisitos estabelecidos pela *South Coast Air Quality Management District* (SCAQMD), regra #1168. Os adesivos do tipo aerossol devem seguir padrões estabelecidos pelo *Green Seal Standard* para adesivos comerciais (GS-36), requisitos em vigor desde 19 de outubro de 2000.

Se todos os itens forem atendidos é possível ganhar mais 2 pontos.

QAIC8

O objetivo é promover bem-estar e melhora na saúde dos ocupantes, para isso é recomendado seguir os seguintes parâmetros escolhidos para obter 1 ponto:

1. Plano de integração de obras de arte ao empreendimento

Para atender este item é recomendada a incorporação de obras de arte de artistas locais no design da edificação.

2. Guia Saúde e Bem-Estar

É recomendado elaborar um guia explicativo (disponível a todos os moradores e incluso no Manual de Operação, Uso e Manutenção) com o objetivo da familiarização dos usuários com os benefícios de elementos incorporados ao projeto, descrevendo as estratégias priorizadas para alcançar o maior conforto e bem-estar dos usuários.

3. Protocolo de Limpeza

Criar um plano de limpeza e boas práticas que deverá ser disponibilizado aos moradores e incluído no Manual de Operação, Uso e Manutenção. O plano deve incluir:

- I. Uma lista das superfícies do ambiente que são altamente tocadas e com pouco toque;
- II. Um cronograma que especifique a frequência com que cada superfície deve ser limpa, higienizada ou desinfetada (ex: semanalmente, diariamente), para cada superfície altamente tocada e com pouco toque.
- III. Lista de produtos com qualquer programa de etiquetagem Tipo 1, conforme definido pela ISO 14024: 1999, desenvolvido por um membro Global do Ecolabelling Networking, deve ser cumprida por pelo menos 75% dos produtos calculados por custo.

4. Espaço para atividades físicas

O espaço pode ser reservado ou estar há uma distância de menos de 1 quilômetro da residência.

Este item é atendido, pois há um parque e uma academia há uma distância caminhável de menos de 1 km.

Se todos os itens sugeridos forem atendidos, é ganho um ponto do crédito.

4.2.6 REQUISITOS SOCIAIS (RS)

A categoria de requisitos sociais aborda boas práticas sociais, de legalidade, qualidade e acessibilidade. Fornecendo medidas para qualificação dos operários da obra, contratação de empresas que possuem políticas claras de responsabilidade socioambiental, garantir a acessibilidade universal da edificação, além de manter a legalidade do projeto.

RSp1

O objetivo do pré-requisito é o incentivo a escolha de construtoras, fornecedores de materiais e serviços que atendam aos quesitos de legalidade, formalidade e qualidade.

Este requisito só é possível ser atendido quando em fase de escolha dos fornecedores serem verificados todos os documentos necessários.

A construtora ou o responsável técnico deve apresentar os seguintes documentos da empresa e de sua principal subcontratada, quando aplicável:

- a) Prova de inscrição no Cadastro Nacional de Pessoas Jurídicas;
- b) Prova de regularidade com o Fundo de Garantia do Tempo de Serviço (FGTS);
- c) Prova de inexistência de débitos inadimplidos perante a justiça do trabalho, mediante a apresentação de certidão negativa ou positiva com efeito de negativa, nos termos do Título VII-A da consolidação das leis do trabalho, aprovada pelo decreto-lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943;
- d) Certidão negativa no Cadastro Nacional de Empresas Inidôneas e Suspensas – CEIS, mantido pela Controladoria-Geral da União (www.portaldatransparencia.gov.br/ceis);
- e) Emissão de Certidão Negativa de Multas Ambientais;
- f) Declaração assinada pelo representante legal conforme diretrizes definidas pelo pré-requisito.

RSc1

O objetivo deste crédito é projetar a residência levando em consideração sua longevidade, prevendo expansibilidade, acessibilidade ou adaptabilidade para pessoas da terceira idade e com necessidades especiais. Para isso é preciso projetar conforme os padrões de acessibilidade universal da normativa NBR 9050 (ABNT, 2015). O crédito não foi perseguido, porém é sabido que os projetos realizados pelo governo tem uma quantidade

mínima de unidades que atendam o critério de acessibilidade, e isto não tem um custo elevado, uma vez que a adaptação consiste em sua maior parte na instalação de móveis e bancadas há uma altura mais baixa que o padrão, e instalações de barras para apoio.

RSc2

Este crédito prevê boas práticas sociais para o projeto e obra, com o incentivo a educação dos colaboradores através das seguintes práticas:

- a) Educação para a Gestão de RCD (Resíduos de Construção e Demolição)
- b) Desenvolvimento Pessoal dos Colaboradores
- c) Capacitação Profissional dos Colaboradores
- d) Equidade Social na comunidade

O crédito poderá ser atendido durante a fase de obra com capacitações para os trabalhadores envolvidos.

RSc3

O objetivo é desenvolver e estimular através da educação a mudança de comportamento efetiva dos moradores para uma operação e manutenção mais sustentável.

Para ganhar a pontuação é preciso realizar orientação para pelo menos 50% dos moradores e empregados com carga mínima de 4 horas abrangendo os seguintes temas:

- identificação de todo equipamento instalado;
- instrução de como utilizar as medidas implantadas e operar os equipamentos instalados;
- informação de como manter as medidas e equipamentos.

Se o treinamento for efetuado é conquistado 1 ponto do crédito.

RSc4

O objetivo é fomentar a transformação da indústria em direção à sustentabilidade. Para atingir os objetivos do crédito é preciso ter ao menos 5 empresas e/ou profissionais no projeto e obra que sejam membros do GBC Brasil. O item poderá ser atendido contratando profissionais membros do GBC Brasil para realizar projetos, comissionamento dos equipamentos, treinamento em obra, etc. Este item está atrelado à preocupação da empresa que realizará o projeto com a incorporação de profissionais que estejam preparados para realizar projetos mais sustentáveis.

4.2.7 INOVAÇÃO E PROJETO (IP)

Esta categoria incentiva projeto integrado e planejado, gerenciamento da qualidade visando durabilidade, realização do manual do usuário e inovação nas práticas de sustentabilidade. Aborda também a obtenção do desempenho exemplar, obtido nas outras categorias já explicitadas, e a importância de um profissional credenciado, com conhecimento na área de sustentabilidade e gestão integrada de projetos.

IPp1

Para atingir o pré-requisito é preciso desenvolver um manual de operação, uso e manutenção que contenha informações sobre os equipamentos instalados e como operá-los, aumentando sua vida útil. Com isto, é recomendado este manual conter os itens listados a seguir.

a) Plantas de arquitetura, instalações elétricas e hidráulicas, paisagismo, ar condicionado, luminotécnico, desenhos de simulação energética, irrigação, estrutura, memorial descritivo e qualquer outra informação de projeto que tenha sido realizada para o desenvolvimento da residência. Incluir TODOS os projetos complementares.

b) *Checklist* da Certificação GBC Brasil preenchido com os itens atendidos.

c) Cópia de cada Formulário enviado com seus devidos documentos anexados, de forma que fique claro o atendimento de cada crédito.

d) Manuais dos fabricantes de todos os equipamentos, luminárias, dispositivos e sistemas instalados.

e) Informações gerais sobre uso eficiente da água, energia e recursos naturais.

f) Guia especial de operação e manutenção para todos os equipamentos instalados na residência, incluindo:

- equipamento de aquecimento e resfriamento;

- equipamento de ventilação mecânica;

- equipamento de controle de umidade;

- sistema de energia renovável; e

- sistema de irrigação, captação de água de chuva ou de águas cinzas.

g) Guia especial com relação às atividades e escolhas dos ocupantes, incluindo:

- materiais de limpeza, métodos e compra;

- paisagismo nativo;

- impactos de fertilizantes e pesticidas químicos;

- irrigação;

- iluminação;

- seleção de aparelhos.

h) Informação educacional sobre “energia verde”.

Contendo todos estes itens no manual, é atingido o pré-requisito.

IPc1

O objetivo do crédito é maximizar as melhorias técnicas, ambientais e econômicas no projeto. Para isso é preciso reunir e envolver a equipe de projeto para atender os itens listados a seguir.

a) Incluir como membros da equipe, além de arquitetura, equipes cujos recursos incluam ao menos 3 das seguintes habilidades:

- Engenharia Mecânica (climatização, ventilação e exaustão);
- Instalações Hidráulicas e sanitárias (esgoto, águas pluviais e de reuso / drenagem);
- Edifícios Verdes, Projetos Sustentáveis, Consultoria Ambiental ou coordenação do processo de projeto integrado;
- Paisagismo, Restauração do Habitat ou Urbanização;
- Projetos de Automação e Elétrica.

b) Envolver ativamente todos os membros das equipes envolvidas para a realização de um trabalho que deve:

- definir cronogramas, responsabilidades, premissas, metas, objetivos e restrições do projeto (Programa de Necessidades / Plano de Trabalho);
- desenvolver o projeto conceitual ou esquemático (Estudo Preliminar);
- planejar a aplicação da Certificação GBC Brasil Casa.

c) Conduzir pelo menos 2 workshops com as equipes de projeto, para atualizar questões de projeto, apresentar aos novos membros das equipes, os objetivos principais do trabalho, discutir problemas encontrados, rever responsabilidades e definir os próximos passos. Um workshop inicial deverá ser realizado e recomenda-se que pelo menos um encontro adicional seja realizado a cada fase de projeto.

Seguindo os 3 itens o projeto pode ganhar mais 3 pontos.

IPc2

O objetivo é promover conscientização e educação pública geral sobre a certificação do GBC Brasil.

Para isso é preciso atender os itens listados a seguir.

- a) Abrir a residência para visitação e educação do público em geral, para uma visitação que dure pelo menos 2 horas por dia, em pelo menos 2 fins de semana, ou para uma visita técnica promovida pelo GBC Brasil ou outro órgão a sua escolha, que atenda um número mínimo de 5 participantes.
- b) Publicação uma página na internet que forneça informação detalhada sobre características e benefícios de casas sustentáveis, apresentando o projeto da residência em questão e destacando todos os seus diferenciais.
- c) Publicar um livro ou artigo em jornal ou revista sobre seu projeto, dando ênfase a Certificação GBC Brasil Casa® e aos quesitos de sustentabilidade adotados.
- d) Exibir a placa de Certificação do GBC Brasil Casa® no exterior da entrada principal da residência.

Seguindo os 4 itens o projeto pode ganhar mais 2 pontos.

IPc3

Esse crédito é reservado para inovações além do guia de certificação.

No total são possíveis obter 5 pontos, sendo que até 4 deles podem ser por desempenho exemplar, que foi a escolha para atendimento e o outro ponto será previsto que terá um profissional acreditado pelo GBC Brasil, a acreditação Profissional LEED GA (Green Associate) é o primeiro passo para se tornar um Profissional LEED AP (Accredited Professional), que é um profissional que tem completo domínio da ferramenta LEED, a acreditação é realizada mediante uma prova testando os conhecimentos acerca da ferramenta de certificação, para isso o GBC fornece cursos preparatórios.

Os créditos que atingiram performance exemplar durante a realização do projeto foram:

IMPc4 – Preservação e Restauração do Habitat

IMPc9 - Redução de Ilha de Calor

EAc5 – Iluminação Artificial – Otimizada

MRc2 – Madeira Certificada

Com isso, o projeto ganha mais 5 pontos.

4.2.8 CRÉDITO REGIONAL (CR)

Esta categoria seleciona alguns créditos de prioridade de acordo com cada região do país, nos quais influenciam diretamente nas questões ambientais, sociais e econômicas do desenvolvimento dos projetos. Para a região Sul, o crédito a ser atendido é o CRc3.

CRc3

Este crédito tem por objetivo o incentivo do desenvolvimento e criação de cadeias produtivas referentes à construção civil, em diferentes regiões do país, mais especificamente a região Sul.

Para ganhar 1 ponto é necessário atender 4 créditos, para 2 pontos os 8 créditos listados:

- IMP Crédito 5 – Proximidade a Recursos Comunitários e Transporte Público
- IMP Crédito 9 – Redução de Ilha de Calor
- IMP Crédito 10 – Controle e Gerenciamento de Águas Pluviais
- UEA Crédito 2 – Medição Setorizada do Consumo de Água
- EA Crédito 3 – Desempenho Aprimorado da Envoltória
- EA Crédito 4 – Fontes Eficientes de Aquecimento Solar
- EA Crédito 7 – Energia Renovável
- MR Crédito 2 – Madeira Certificada

Como os créditos 3 e 4 da categoria de Energia e Atmosfera não são atendidos, é obtido apenas 1 ponto neste crédito.

4.3 CHECKLIST FINAL

Com todos os créditos verificados um a um no projeto e implementados para tornar o projeto mais sustentável, o *checklist* final da edificação está exemplificado na Tabela 22.

Tabela 22 – Checklist final.



Certificação GBC Brasil Casa - Versão 2

Checklist Simples

110 Pontos Possíveis

Nome do Projeto:

Para preenchimento deste checklist, coloque a numeração dos créditos correspondentes no quadrado cinza do lado esquerdo e nos quadrados cinzas do lado direito, coloque apenas um X quando o item estiver sendo atendido. A somatória das células é automática e a pontuação final aparecerá no último item abaixo.

Sim	?	Não			
19	1	11	Implantação (IMP)		21 Pontos
S			Pré-Requisito 1	Controle da erosão, sedimentação e poeira na atividade da Construção	Obrigatório
S			Pré-Requisito 2	Orientações de Arquitetura Bioclimática	Obrigatório
S			Pré-Requisito 3	Não utilizar Plantas Invasoras	Obrigatório
S			Pré-Requisito 4	Seleção do Terreno	Obrigatório
		10	Crédito 1	Desenvolvimento Urbano Certificado (ou IMP2 a IMP5)	10
1		1	Crédito 2	Urbanização do Entorno e Ruas Caminháveis	1 a 2
3			Crédito 3	Localização Preferencialmente Desenvolvida	1 a 3
2			Crédito 4	Preservação ou Restauração do Habitat	1 a 2
3			Crédito 5	Proximidade a Recursos Comunitários e Transporte Público	1 a 3
1			Crédito 6	Acesso a Espaço Aberto	1
1			Crédito 7	Redução do Impacto da Obra no Terreno	1
4	1		Crédito 8	Paisagismo	1 a 5
2			Crédito 9	Redução de Ilha de Calor	1 a 2
2			Crédito 10	Controle e Gerenciamento de Águas pluviais	1 a 2
9	2	0	Uso Eficiente da Água (UEA)		12 Pontos
S			Pré-Requisito 1	Uso Eficiente da Água - Básico	Obrigatório
S			Pré-Requisito 2	Medição Única do Consumo de Água	Obrigatório
3			Crédito 1	Uso Eficiente da Água - Otimizado	1 a 3
	2		Crédito 2	Medição Setorizada do Consumo de Água	1 a 2
3			Crédito 3	Uso de Fontes Alternativas Não Potáveis	1 a 3
3			Crédito 4	Sistemas de Irrigação Eficiente	2 a 3
	1		Crédito 5	Plano de Segurança da Água	1
17	3	8	Energia e Atmosfera (EA)		28 Pontos
S			Pré-Requisito 1	Desempenho Mínimo da Envoltória	Obrigatório
S			Pré-Requisito 2	Fontes de Aquecimento de Água Eficientes	Obrigatório
S			Pré-Requisito 3	Qualidade e Segurança dos Sistemas	Obrigatório
S			Pré-Requisito 4	Iluminação Artificial - Básica	Obrigatório
10			Crédito 1	Desempenho Energético Aprimorado	1 a 10
		2	Crédito 2	Obter a Etiqueta PBE Edifica	1 a 2
		4	Crédito 3	Desempenho Aprimorado da Envoltória	1 a 4
		2	Crédito 4	Fontes Eficientes de Aquecimento Solar	1 a 2
2			Crédito 5	Iluminação Artificial - Otimizada	1 a 2
1			Crédito 6	Equipamentos Eletrodomésticos Eficientes	1
4			Crédito 7	Energia Renovável	1 a 4
	2		Crédito 8	Comissionamento dos Sistemas Instalados	2
	1		Crédito 9	Medição Básica de Energia	1
0	12	2	Materiais e Recursos (MR)		14 Pontos
S			Pré-Requisito 1	Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção e Operação	Obrigatório
S			Pré-Requisito 2	Madeira Legalizada	Obrigatório
	3		Crédito 1	Gerenciamento de Resíduos da Construção	1 a 3
	2		Crédito 2	Madeira Certificada	1 a 2
	1		Crédito 3	Rotulagem Ambiental Tipo I - Materiais Certificados	1
	3		Crédito 4	Rotulagem Ambiental Tipo II - Materiais Ambientalmente Preferíveis	1 a 3
	3		Crédito 5	Rotulagem Ambiental Tipo III - Declaração Ambiental do Produto	1 a 3
		1	Crédito 6.1	Desmontabilidade e Redução de Resíduos - Sistemas Estruturais	1
		1	Crédito 6.2	Desmontabilidade e Redução de Resíduos - Elementos Não-estruturais	1

Continua

continuação

Sim	?	Não				
1	7	10	Qualidade Ambiental Interna (QAI)		18 Pontos	
S			Pré-Requisito 1	Controle de Emissão de Gases de Combustão	Obrigatório	
S			Pré-Requisito 2	Exaustão Localizada - Básica	Obrigatório	
S			Pré-Requisito 3	Desempenho mínimo do Ambiente Interno	Obrigatório	
		3	Crédito 1	Desempenho Térmico	1 a 3	
		3	Crédito 2	Desempenho Luminico	1 a 3	
		3	Crédito 3	Desempenho Acústico	1 a 3	
	1		Crédito 4	Controle de Umidade Local	1	
1			Crédito 5	Proteção de Poluentes Provenientes da Garagem	1	
	3		Crédito 6	Controle de Partículas Contaminantes	1 a 3	
	2		Crédito 7	Materiais de Baixa Emissão	1 a 2	
	1	1	Crédito 8	Saúde e Bem Estar	1 a 2	
0	4	1	Requisitos Sociais (RS)		5 Pontos	
S			Pré-Requisito 1	Legalidade e Qualidade	Obrigatório	
		1	Crédito 1	Acessibilidade Universal	1	
	2		Crédito 2	Boas Práticas Sociais para Projeto e Obra	1 a 2	
	1		Crédito 3	Boas Práticas Sociais para Operação e Manutenção	1	
	1		Crédito 4	Liderança em Ação	1	
5	5	0	Inovação e Projeto (IP)		10 Pontos	
S			Pré-Requisito 1	Manual de Operação, Uso e Manutenção	Obrigatório	
	3		Crédito 1	Projeto Integrado e Planejamento	3	
	2		Crédito 2	Educação e Divulgação	1 a 2	
5			Crédito 3	Inovação e Projeto	1 a 5	
1	0	1	Créditos Regionais (CR)		2 Pontos	
			Crédito 1	Prioridades Regionais - Norte	1 a 2	
			Crédito 2	Prioridades Regionais - Nordeste	1 a 2	
1		1	Crédito 3	Prioridades Regionais - Sul	1 a 2	
			Crédito 4	Prioridades Regionais - Sudeste	1 a 2	
			Crédito 5	Prioridades Regionais - Centro-Oeste	1 a 2	
52	34	33			110 Pontos	

Verde: 40 - 49 pontos, Prata: 50 - 59 pontos, Ouro: 60 - 79 pontos, Platina: 80 - 110 pontos

Fonte: Adaptado de GBC Brasil, 2022.

A pontuação final do projeto ficou entre 52 e 86 pontos, com 52 alcançados através de estratégias de projeto e definições prévias, podendo ser alcançado mais 34 pontos se executadas as sugestões feitas nos demais créditos. Com isso o projeto pode alcançar o nível prata à platina.

Tabela 23 – Pontuação por categoria.

SIM	TALVEZ	NÃO	CATEGORIA	TOTAL POSSÍVEL
19	1	11	IMPLANTAÇÃO	21
9	2	0	USO EFICIENTE DA ÁGUA	12
17	3	8	ENERGIA E ATMOSFERA	28
0	12	2	MATERIAIS E RECURSOS	14
1	7	10	QUALIDADE AMBIENTAL INTERNA	18
0	4	1	REQUISITOS SOCIAIS	5
5	5	0	INOVAÇÃO E PROJETO	10
1	0	1	CRÉDITO REGIONAL	2
52	34	33	TOTAL	110

Fonte: Elaborada pela autora.

4.4 TAXA DE CERTIFICAÇÃO

As taxas para certificar a casa estão expostas na Figura 35. O total é R\$ 9.200,00, considerando que a empresa seja Membro do GBC Brasil.

Figura 35 – Taxa para certificação da residência



Certificação GBC Brasil Casa
Tabela de Valores 2022 - Ajustada anualmente pelo índice geral de preços do mercado – IGPM.

TAXAS GBC BRASIL CASA (Unifamiliar)						
Área Total Construída	Membros GBC Brasil			Não-Membros GBC Brasil		
	área ≤ 300m²	301m² ≤ área ≤ 600m²	área > 601m²	área ≤ 300m²	301m² ≤ área ≤ 600m²	área > 601m²
Taxa de Inscrição	R\$ 770.00	R\$ 1.540.00	R\$ 3.080.00	R\$ 930.00	R\$ 1.850.00	R\$ 3.690.00
Avaliação de Projeto	R\$ 3.080.00	R\$ 4.600.00	R\$ 6.140.00	R\$ 3.690.00	R\$ 5.530.00	R\$ 7.360.00
Auditoria de Obra	R\$ 2.300.00	R\$ 3.080.00	R\$ 4.610.00	R\$ 2.770.00	R\$ 3.690.00	R\$ 5.530.00

Fonte: GBC Brasil, 2022.

4.5 ORÇAMENTO

Neste item, foram orçados, com base na Tabela SINAPI de 2022, os itens de cobertura e vedação vertical da edificação convencional e os itens da edificação sustentável (Figuras 36, 37, 38, 39 e 40). O orçamento permite comparar os gastos com a vedação vertical e com a cobertura para as duas soluções avaliadas.

Figura 36 – Orçamento da Cobertura em telha cerâmica

ORÇAMENTO						
CÓDIGO	DESCRIÇÃO DO INSUMO	UNIDADE DE MEDIDA	ORIGEM DO PREÇO	PREÇO MEDIANO R\$	QUANTIDADE	PREÇO TOTAL R\$
COBERTURA TRADICIONAL						
36789	TELHA CERAMICA TIPO AMERICANA, COMPRIMENTO DE *45* CM, RENDIMENTO DE *12* TELHAS/M2	Un.	CR	4,10	787.00	R\$ 3,226.24
36225	FORRO DE PVC LISO, BRANCO, REGUA DE 20 CM, ESPESSURA DE 8 MM A 10 MM, COMPRIMENTO 6 M (SEM COLOCACAO)	m ²	CR	45,76	37.38	R\$ 1,710.51
36250	RODAFORRO EM PVC, PARA FORRO DE PVC, COMPRIMENTO 6 M	m	CR	6,25	50.22	R\$ 313.88
	MADEIRA PARA TELHADO	m ²	Particular	100	65.57	R\$ 6,557.40
7181	CUMEEIRA PARA TELHA CERAMICA, COMPRIMENTO DE *41* CM, RENDIMENTO DE *3* TELHAS/M	Un.	CR	6,86	24.00	R\$ 164.64
						R\$ 11,972.67

Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 37 – Orçamento da cobertura com telhado verde

ORÇAMENTO						
CÓDIGO	DESCRIÇÃO DO INSUMO	UNIDADE DE MEDIDA	ORIGEM DO PREÇO	PREÇO MEDIANO R\$	QUANTIDADE	PREÇO TOTAL R\$
COBERTURA TELHADO VERDE						
3743	LAJE PRE-MOLDADA CONVENCIONAL (LAJOTAS + VIGOTAS) PARA PISO, UNIDIRECIONAL, SOBRECARGA DE 200	m ²	CR	72,71	37,38	R\$ 2.717,90
11621	MANTA ASFALTICA ELASTOMERICA EM POLIESTER ALUMINIZADA 3 MM, TIPO III,	m ²	CR	56,08	37,38	R\$ 2.096,27
	TELHADO VERDE	m ²	Particular		37,38	R\$ 9.221,76
						R\$ 14.035,93

Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 38 – Orçamento da vedação de alvenaria

ORÇAMENTO						
CÓDIGO	DESCRIÇÃO DO INSUMO	UNIDADE DE MEDIDA	ORIGEM DO PREÇO	PREÇO MEDIANO R\$	QUANTIDADE	PREÇO TOTAL R\$
VEDAÇÃO TRADICIONAL						
7267	BLOCO CERAMICO / TIJOLO VAZADO PARA ALVENARIA DE VEDACAO, 6 FUROS NA	Un.	CR	0,72	3651,00	R\$ 2.628,95
371	ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA MULTIUSO, PARA REVESTIMENTO INTERNO E EXTERNO E	Kg	CR	0,69	7382,46	R\$ 6.353,81
						R\$ 8.982,76

Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 39 – Orçamento da vedação de alvenaria revestida com EPS e placa de gesso

ORÇAMENTO						
CÓDIGO	DESCRIÇÃO DO INSUMO	UNIDADE DE MEDIDA	ORIGEM DO PREÇO	PREÇO MEDIANO R\$	QUANTIDADE	PREÇO TOTAL R\$
VEDAÇÃO DE ALVENARIA REVESTIDA COM EPS E PLACA DE GESSO						
7267	BLOCO CERAMICO / TIJOLO VAZADO PARA ALVENARIA DE VEDACAO, 6 FUROS NA	Un.	CR	0,72	3651,00	R\$ 2.628,95
371	ARGAMASSA INDUSTRIALIZADA MULTIUSO, PARA REVESTIMENTO INTERNO E EXTERNO E	Kg	CR	0,69	7382,46	R\$ 6.353,81
3408	POLUESTIRENO EXPANDIDO/ EPS (ISOPOR), TIPO 2F, PLACA, ISOLAMENTO TERMOACUSTICO, E=20MM, 1000X500 MM	m²	C	14,99	97,13	R\$ 1.455,90
39416	PLACA / CHAPA DE GESSO ACARTONADO, RESISTENTE A UMIDADE (RU), COR VERDE, E	m²	CR	29,72	15,74	R\$ 467,79
						R\$ 10.906,45

Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 40 – Orçamento da vedação de steel frame

ORÇAMENTO						
CÓDIGO	DESCRIÇÃO DO INSUMO	UNIDADE DE MEDIDA	ORIGEM DO PREÇO	PREÇO MEDIANO R\$	QUANTIDADE	PREÇO TOTAL R\$
VEDAÇÃO STEEL FRAME						
3413	PAINEL DE LA DE VIDRO SEM REVESTIMENTO	m²	CR	69,37	97,125	R\$ 6.737,56
39416	PLACA / CHAPA DE GESSO ACARTONADO, RESISTENTE A UMIDADE (RU), COR VERDE, E	m²	CR	29,72	15,74	R\$ 467,79
39412	PLACA / CHAPA DE GESSO ACARTONADO, STANDARD (ST), COR BRANCA, E = 12,5 MM,	m²	C	20,32	57,775	R\$ 1.173,99
11062	PLACA CIMENTICIA LISA E = 10 MM, DE 1,20 X	m²	CR	53,11	97,125	R\$ 5.158,31
36887	TELA DE FIBRA DE VIDRO, ACABAMENTO	m²	CR	11,55	97,125	R\$ 1.121,79
						R\$ 14.659,44

Fonte: Elaborado pela autora.

Legenda origem do preço:

C - preço do insumo coletado pelo IBGE

CR - preço obtido por meio do coeficiente de representatividade do insumo

Com o orçamento realizado é verificado que a substituição da cobertura tradicional pelo telhado verde teve um aumento de 14% no gasto de materiais, e a substituição da vedação vertical um aumento de 17%, o custo da substituição da cobertura de telha cerâmica e vedação em alvenaria por telhado verde e acréscimo de isolamento com EPS e chapa de gesso representa um aumento de 15,98% no custo com a envoltória da edificação.

4.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS DA CERTIFICAÇÃO

Para melhor visualização da relação dos itens incorporados com seu custo e ganho de pontuação, foi combinado os dados dos itens de maior relevância para o projeto sustentável.

Tabela 24 – Relação dos itens com a pontuação e preço.

Item	Preço	Aumento (%)	Crédito	Pontos
Projeto paisagismo	R\$ 754,58	-	IMPp3, IMPc4, 7, 8 e 10	9
Telhado verde	R\$ 14.035,93	14%	IMPc9 e EAp1	2
Restritores de vazão	R\$ 10,00	-	UEAc1	3
Cisterna	R\$ 2.000,00	-	UEAc3	3
Vedação	R\$ 10.906,45	17%	EAp1	-
Painéis fotovoltaicos	R\$ 23.337,00	-	EAc1 e EAc7	14
Lâmpadas	R\$ 170,85	-	EAp4 e EAc5	2
Sensor de CO	R\$ 100,00	-	QAIp1	-

Fonte: Elaborado pela autora.

5 CONCLUSÕES

A sustentabilidade envolvendo a construção civil é um assunto amplo e complexo, uma vez que a indústria é uma das que mais produz resíduos e muitas vezes sem a devida destinação final correta, e também resulta em extrações do meio ambiente muitas vezes descontrolada, além de promover produtos “sustentáveis”, que muitas vezes degradam mais o meio ambiente que outros produtos tradicionais no mercado. Em vista disso, este trabalho se propôs a analisar a comparação de uma residência unifamiliar de interesse social substituindo métodos tradicionais da construção por métodos sustentáveis através da aplicação de critérios da certificação ambiental GBC Brasil CASA, a fim de identificar os métodos e escolhas que tornam a edificação mais sustentável.

Durante o desenvolvimento da categoria de IMPLANTAÇÃO pode-se verificar que a localização é um fator que influencia também na pegada de carbono – medida que calcula a emissão total de gases de efeito estufa equivalente liberados na atmosfera – da edificação e dos moradores da residência, pois a disponibilidade de serviços e infraestrutura em torno da residência diminuem o deslocamento para realizar suas atividades de rotina e o uso de materiais locais o deslocamento de transporte destes ao local da construção. A orientação da residência influencia na climatização da edificação, pois a quantidade de insolação que determinado ambiente recebe é definida por isso, e os ambientes que são ocupados com uma maior frequência são mantidos mais ou menos aquecidos dependendo da disposição dos ambientes. A escolha de materiais e vegetação do projeto de paisagismo influenciam tanto no consumo de água da residência, quanto no impacto da obra no terreno e no ciclo hidrológico natural, adotando estratégias com pavimentos permeáveis ou vegetação aumenta o volume escoado, diminuindo a taxa de impermeabilização do solo.

Adotando medidas para USO EFICIENTE DA ÁGUA verifica-se que a escolha de equipamentos hidrossanitários mais eficientes, juntamente com estratégias para reaproveitamento de água da chuva, pode-se ter uma economia significativa no consumo e gasto da edificação para este fim, podendo chegar até 39,07% adotando todas as medidas de economia.

A categoria de ENERGIA E ATMOSFERA envolveu a adaptação do projeto da envoltória da edificação, um fator que influencia muito no consumo energético da edificação e na eficiência da envoltória, pela capacidade dos materiais de conduzir, absorver e transmitir a radiação solar. As aberturas de janelas influenciam no atendimento de critérios para uma ventilação e iluminação natural mais eficientes, o tamanho das aberturas foi um fator que a residência do método tradicional não estava atendendo e que foi alterado no projeto sustentável, aumentando também o conforto dos moradores. A escolha dos equipamentos foi um fator que influenciou no consumo de energia, pois a escolha de equipamentos com selo nível A da etiqueta PROCEL, garante que os equipamentos têm um consumo menor e são mais eficientes. A produção de energia no terreno através da instalação de painéis fotovoltaicos foi uma opção viável de implementação na residência, desde que a especificação e projeto dos painéis atendam ao consumo da residência, pode reduzir em até 100% o consumo de energia elétrica, o que reduziu o gasto com energia elétrica em 92,21%. Vale ressaltar que a Caixa Econômica Federal conta com uma linha de crédito, o Crédito Energia Renovável que permite o financiamento integral da construção de sistemas fotovoltaicos para pessoas físicas com taxas reduzidas, o que seria uma opção viável para esta melhoria na residência.

A escolha de MATERIAIS E RECURSOS levou em conta não somente o gerenciamento de resíduos na construção, como na destinação correta dos resíduos gerados nas atividades domésticas, através da separação dos tipos de resíduos e orientação para escolha de empresas adequadas para esta atividade, além de contar com a coleta seletiva disponível na cidade de Porto Alegre. Além disso, também foi levado em conta a legalidade e certificação dos produtos utilizados durante a construção, sugerindo o uso de fornecedores de materiais como madeira, aço, cimento que são utilizados em grandes quantidades, que atendessem ao critério.

Quanto a QUALIDADE AMBIENTAL INTERNA, as escolhas de estratégias para evitar a poluição do ar e aumento no conforto dos ambientes foram determinação de aberturas permanentes e sugestão de instalação de sensor de monóxido de carbono e atendimento do critério de ventilação cruzada por meio das aberturas de esquadrias, evitando o mofo e exposição a poluentes internos. Também foi calculado a iluminação dos ambientes para garantir uma adequada iluminação artificial, além da natural. Quanto aos créditos que eram comprovados por simulação, houve uma dificuldade na elaboração, pois sua complexidade impossibilitou o seu desenvolvimento. Também foram sugeridas medidas para controlar os

níveis de umidade, reduzir a exposição dos trabalhadores e ocupantes a contaminantes aéreos e para realização da correta limpeza dos ambientes.

Na categoria de REQUISITOS SOCIAIS apenas foi sugerido medidas abordando boas práticas sociais, de legalidade, qualidade e acessibilidade, uma vez que os critérios de atendimento somente podem ser executados durante a definição dos fornecedores, construção ou após a ocupação.

Abordando questões de escolha de equipes de projeto, estratégias de pós obra e desempenho exemplar nos critérios de outras categorias, INOVAÇÃO E PROJETO também foi majoritariamente sugeridas medidas para seu atendimento.

A categoria de CRÉDITO REGIONAL para a região Sul prioriza o atendimento de estratégias mais relevantes para esta região, das 8 estratégias apenas duas não foram passíveis de implementação no projeto.

A taxa de certificação é um ponto a ser considerado, pois é um custo relativamente alto para a maioria das classes sociais brasileiras, podendo as medidas serem adotadas através da divulgação dos conceitos da certificação, projetando e gerenciando bem a construção das edificações.

Além disso, com o orçamento realizado pode se verificar que a substituição da cobertura tradicional pelo telhado verde teve um aumento de 14% no gasto de materiais, e a substituição da vedação vertical um aumento de 17%, porém comprovados o aumento na eficiência da envoltória.

Uma dificuldade na realização do trabalho é a gama de conhecimento necessária para a aplicação da certificação. As diversas categorias exigem um conhecimento muito específico de cada área, o que justifica a incorporação de uma equipe multidisciplinar para execução dos diversos projetos.

Uma vez que a classificação da residência poderia chegar à nível final de Certificação Platina, se as medidas adotadas na residência forem executadas, podem tornar ela mais sustentável, pois a economia proporcionada pela substituição dos materiais e incrementos ao projeto pode ser considerável, como comprovados os resultados das categorias principalmente de USO EFICIENTE DA ÁGUA e ENERGIA E ATMOSFERA. A adoção das medidas não apenas

torna a edificação mais sustentável, mas melhora o conforto dos habitantes, com medidas que comprovem através de normativas o real desempenho da residência.

5.1 SUGESTÃO PARA TRABALHOS FUTUROS

Como citado anteriormente, a comprovação dos critérios da QUALIDADE AMBIENTAL INTERNA, de desempenho térmico, lumínico e acústicos foi uma impossibilidade neste trabalho, em função da complexidade da simulação da edificação, recomenda-se para trabalhos futuros a realização de tais simulações e comprovação dos desempenhos da edificação.

REFERÊNCIAS

ABRELPE. **PANORAMA DE RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL 2018/2019**. São Paulo: 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5.410**: Instalações elétricas em baixa tensão. Rio de Janeiro, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7.198**: Projeto e execução de Instalações prediais de água quente. Rio de Janeiro, 1993.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9.050**: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro, 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9574**: Execução de Impermeabilização. Rio de Janeiro, 1986.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9575**: Impermeabilização - Seleção e projeto. Rio de Janeiro, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 14.024**: Rótulos e declarações ambientais – Rotulagem ambiental Tipo I – Princípios e Procedimentos. Rio de Janeiro, 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.316**: Painéis de fibra de média densidade Parte 2: Requisitos e métodos de ensaio . Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.527**: Aproveitamento de água de chuva de coberturas para fins não potáveis - Requisitos. Rio de Janeiro, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.575-1**: Edificações habitacionais — Desempenho Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.575-3**: Edificações habitacionais — Desempenho Parte 3: Requisitos para os sistemas de pisos. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.575-4**: Edificações habitacionais — Desempenho Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedações verticais externas e internas SVVIE. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.575-5**: Edificações habitacionais — Desempenho Parte 5: Requisitos para os sistemas de coberturas. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.848**: Sistemas de ar condicionado e ventilação – Procedimentos e requisitos relativos às atividades de construção, reformas, operação e manutenção das instalações que afetam a qualidade do ar interior (QAI). Rio de Janeiro, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.920**: DEAC – Dimensionamento Econômico e Ambiental de Condutores Elétricos. Rio de Janeiro, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16.274**: Sistemas fotovoltaicos conectados à rede - Requisitos mínimos para documentação, ensaios de comissionamento, inspeção e avaliação de desempenho. Rio de Janeiro, 2014.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16.401-1**: Instalações de ar-condicionado - Sistemas centrais e unitários Parte 1: Projeto das instalações. Rio de Janeiro, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR IEC 62.116**: Procedimento de ensaio de anti-ilhamento para inversores de sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica. Rio de Janeiro, 2012.

BENVENUTTI, B. **COMPARAÇÃO DO COMPORTAMENTO TÉRMICO DE DIFERENTES COMPOSIÇÕES DE PAINÉIS DE VEDAÇÃO DO SISTEMA *LIGHT STEEL FRAMING***. Trabalho de Conclusão do curso de Engenharia Civil, UFRGS. Porto Alegre, 2020.

CLIMATE DATA. **Clima Porto Alegre: Temperatura, Tempo e Dados climatológicos**. Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/rio-grande-do-sul/porto-alegre-3845/>>. Acesso em Setembro de 2022.

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO. **Nosso Futuro Comum**. 2 ed. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1991.

ECO SUSTENTÁVEL. **Cisterna Vertical Black TecnoTri**. Disponível em: <<https://www.ecosustentavel.eng.br/cisterna-vertical-black-tecnotri>>. Acesso em Setembro de 2022

ECOTELHADO. **Telhado verde ecológico.** Disponível em: <<https://ecotelhado.com/sistema/telhado-verde/>>. Acesso em Setembro de 2022.

ENERGYPLUS. Disponível em: <<https://energyplus.net/>>. Acesso em: Setembro de 2022.

FCK CONCRETOS. **Pavimentação.** Disponível em: <<https://fckconcretos.com.br/pavimentacao/>>. Acesso em Setembro de 2022.

FIBARO. **Detector de monóxido de carbono – Sensor CO.** Disponível em: <<https://www.fibaro.com/pt/products/co-sensor/>>. Acesso em Setembro de 2022.

GOOGLE MAPS. Disponível em: <<https://www.google.com/maps/place/R.+Marieta,+101+-+Partenon,+Porto+Alegre+-+RS,+90660-150/@-30.0671064,-51.2035383,63a,35y,128.32h,45.05t/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x95197874f51c8fb5:0xe26b274b73d15831!8m2!3d-30.0676725!4d-51.2028079>> . Acesso em Setembro de 2022.

GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL. **Guia De Certificação Casa.** Disponível em: <https://www.gbcbrazil.org.br/wp-content/uploads/2019/06/GBC_CASA_final.pdf>. Acesso em Setembro de 2022.

GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL. **Home – GBC Brasil.** Disponível em: <<https://www.gbcbrazil.org.br/>>. Acesso em Setembro de 2022.

HADAD. **Nosso Futuro Comum.** 2 ed. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1991.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA -INMETRO. Portaria n.º 18, de 16 de janeiro de 2012. **Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética das Edificações Residenciais RTQ-R.**

ITAMBÉ. **Coprocessoamento.** Disponível em: <<https://www.cimentoitambe.com.br/conheca-a-itambe/responsabilidade-socioambiental/coprocessoamento/>>. Acesso em Setembro de 2022.

LE CORBUSIER. **PLANEJAMENTO URBANO.** 3 ed. São Paulo: Editora Perspectiva, 2000.

KLEPEIS, N., NELSON, W., OTT, W. et al. **The National Human Activity Pattern Survey (NHAPS): a resource for assessing exposure to environmental pollutants.** J Expo Sci Environ Epidemiol 11, 231–252 (2001).

PORTO ALEGRE. **DECRETO Nº 21.110, DE 14 DE JULHO DE 2021.** Fixa os preços a serem cobrados, pelos serviços de distribuição de água e remoção de esgotos prestados pelo Departamento Municipal de Água e Esgotos (DMAE). **Lex:** PREFEITO MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE, artigo 94, inciso II, da Lei Orgânica do Município.

PROJETEEE. **CALCULADORA DE PROPRIEDADES.** Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/projeteee/componentes-construtivos/>>. Acesso em Outubro de 2022.

PREFEITURA DE PORTO ALEGRE. **Destinação Final de RCC.** Disponível em: <www2.portoalegre.rs.gov.br/smam/default.php?p_secao=359>. Acesso em Setembro de 2022.

RENEWATT. **Simulador de Investimento.** Disponível em: <<https://www.simulador.renowatt.eng.br/>>. Acesso em Setembro de 2022.

SUNCALC. **SUNRISE, SUNSET, SHADOW LENGTH, SOLAR ECLIPSE, SUNLIGHT PHASES CALCULATOR.** Disponível em: <<https://www.suncalc.org/#/-30.0676,-51.2029,3>>. Acesso em Setembro de 2022.

USGBC. **Indoor Water Reuse Reduction.** Disponível em: <<https://www.usgbc.org/credits/new-construction-core-and-shell-data-centers-new-construction-warehouse-and-distribution-0?view=resources&return=/credits/New%20Construction/v4.1/Water%20efficiency>>. Acesso em: Setembro de 2022.

TRIMBLE INC. Disponível em: <<https://www.sketchup.com/offline-download>>. Acesso em: Setembro de 2022.

ANEXO A – Catálogo de Materiais e Instalações

Tabela A1 – Materiais e equipamentos

	<p>Piso Permeável Drenante em Concreto Poroso</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 10x20x06 cm ✓ 10x20x08 cm ✓ 10x20x10 cm ✓ 20x20x06 cm ✓ 20x20x08 cm ✓ 22x11x06 cm ✓ 22x11x08 cm ✓ 22x11x10 cm ✓ Resistência a compressão: >/= 20MPa <p>Coefficiente de Permeabilidade:</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ Conforme Norma ACI 522 R-06 >/= 4821 mm/h ✓ Permeabilidade de 100% do índice pluviométrico. <p>✓ Índice de Refletância Solar (SRI) >29</p> <p>✓ Índice adequado para diminuir o efeito das ilhas de calor nos grandes centros urbanos.</p>
	<p>Kit Vaso Sanitário com Caixa Acoplada Aspen Branco Acionamento Duplo 3/6L Deca</p>
	<p>Torneira para Lavatório baixa Deca Link de mesa Cromado</p>
	<p>Torneira de parede para cozinha Aspen 1167 C35</p> <p>* Como a vazão máxima da torneira com o restritor que o fabricante fornece é maior do que a requerida pelo crédito, será instalado um outro restritor, como o abaixo que reduz a vazão para 6 lpm.</p>
	<p>Restritor de Vazão Censi 0131</p>



Chuveiro Elétrico Advanced Multitemperaturas Branco

*Como o chuveiro possui uma vazão de 4 – 18,5 litros por minuto também será instalado um restritor que reduz a vazão para 6 lpm.



Torneira para Jardim Blukit Acionamento Restrito 1/2" e 3/4" Níquelado



Hidrômetro Multimag ITRON Classe de precisão B



Hidrômetro Flodis ITRON Classe de Precisão C

	<p>Lâmpada Led Bulbo TKL 12W Taschibra E27 Bivolt 85Lm/W</p>
	<p>Luminária Solar 30 Leds Arandela com Sensor de Presença Automático Luz Externa de Parede Jardim</p>
	<p>Detector de CO com acionamento de alarme sonoro</p>

Fonte: Elaborada pela autora.

Os equipamentos utilizados na simulação energética da edificação, definidos na Categoria de Energia e Atmosfera, estão listados a seguir:

- Geladeira / Refrigerador Brastemp Frost Free, 2 Portas, 375 Litros - BRM44HB 54 kW/h
- Lavadora de Roupas Brastemp 12Kg Cesto Inox - 12 Programas de Lavagem Branca BWK12AB 220V / 580W
- Fogão 5 Bocas Electrolux Prata Automático com Ultra Chama e Vidro Interno Removível (76LSU) – Bivolt / 25W
- Smart TV 43” Full HD LED TCL Android TV 43S615 / 75W
- LG DUAL Inverter VOICE Quente/Frio 220V / 1085W

A Figura A1 exemplifica o certificado da empresa que poderá fornecer os materiais permanentes da edificação compostos por madeira.

Figura A1 – Certificado FSC Eucatex

SCS Global Services declara que uma auditoria independente foi concluída e a conformidade com o(s) padrão(s) aplicável(eis) está confirmada para:

Novo Prisma Agro-Florestal Ltda.

Rua Ribeirão Preto, 811, CEP: 13323-902 – Salto –SP, Brasil

Esta operação cumpre com todos os requisitos necessários para ser certificada como:

Certificação de Plantação Bem Manejada

Novo Prisma Agro-Florestal Ltda. demonstrou cumprir com todas as qualificações necessárias para ser certificada como Plantação Bem Manejada em concordância com os Princípios e Critérios do Forest Stewardship Council®, verificado através do Padrão Harmonizado entre as Certificadoras: FSC-STD-BRA-01-2014 V1-1, FSC-STD-50-001 V2-0, Indicadores de COC da SCS para EMFs V8-0.

Para os seguintes produtos:

Eucalyptus grandis, *Eucalyptus urophylla*, *Eucalyptus urophylla* var. *platyphylla*, *Eucalyptus resinifera*, *Eucalyptus saligna*, *Eucalyptus tereticornis*, *Eucalyptus camaldulensis* e híbridos.

Código de Certificação: SCS-FM/COC-00040P

Código de Licença Marca: Registrada: FSC-C005495

Data de emissão: 30 setembro 2016 Data de validade: 29 setembro 2022

Este certificado em si não constitui evidência de que um determinado produto fornecido pelo titular deste certificado possui certificação FSC (ou Madeira Controlada do FSC). Os produtos ofertados, enviados, ou vendidos pelo titular deste certificado podem ou não ser considerados cobertos pelo escopo deste certificado quando a designação FSC estiver claramente indicada nas etiquetas e notas de envio. A lista das espécies/produtos cobertos pelo escopo deste certificado, assim como as designações do FSC, podem ser encontradas em <http://info.fsc.org> ou fornecidas mediante solicitação para a SCS. A validade deste certificado deve ser confirmada através do site <http://info.fsc.org>. Este certificado deverá permanecer sobre propriedade da SCS, e este certificado assim como todos os cópias ou reproduções deverão ser devolvidas para a SCS imediatamente se solicitado. Quando um certificado abrange mais de um local, os produtos e processos/atividades abrangidos são realizados pela rede de locais participantes e não necessariamente por cada um deles.

SCSglobal
SERVICES



Brendan Grady, Director, Forest Management
SCS Global Services
2000 Powell Street, Ste. 600, Emeryville, CA 94608 USA



The mark of
responsible forestry



Printed June 17, 2021

Fonte: Eucatex, 2022.

A Tabela A2 exemplifica materiais que poderão ser utilizados no projeto estrutural da edificação.

Tabela A2 – Materiais de aço

Fornecedor	Produto
ArcelorMittal	Vergalhão Barra Reta CA 50 8mm/10mm/16mm/20mm/25mm
ArcelorMittal	Rolo CA60 nervurado
ArcelorMittal	Arame Recozido
ArcelorMittal	Barra Chata 1x1/4", 1x3/16"
ArcelorMittal	Cantoneiras 1x1/8", 1 1/4x1/8"

Fonte: ArcelorMittal.

No site da prefeitura de Porto Alegre são definidas as seguintes empresas atualmente licitadas para receber resíduos da Construção Civil:

- **RC Chaves** - Rua Professor João de Souza Riberio, 495 – Porto Alegre/RS.
- **Mineração Vera Cruz Ltda** - Beco do David, 124 – Porto Alegre/RS.
- **Braserv Ltda Engenharia e Serviços Técnicos** - Av. Ricardo Leonidas Ribas, nº 275 – Distrito Industrial da Restinga – Porto Alegre/RS.
- **Move Soluções em Transporte LTDA** - Rua Padre Maximiliano Kolbe, nº 187 – Bairro Humaitá – Porto Alegre/RS.
- **Central de Resíduos Ecovillage II** - Avenida Assis Brasil, nº 10700 – Porto Alegre/RS.
- **Retro Entulho** - R. Cel. Timóteo, nº 362 – Cristal - Porto Alegre/RS.
- **Transportadora Ecolix de Resíduos Ltda** - Rua João Paris, 1200 – Porto Alegre/RS.