



UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CAMPUS AGRESTE
NÚCLEO DE TECNOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

ÉRIKA JULLIANY DE OLIVEIRA MENDES

**CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL SELO CASA AZUL + CAIXA DE UM
EMPREENDIMENTO HABITACIONAL DE INTERESSE SOCIAL NA CIDADE DE
CARUARU, PERNAMBUCO**

Caruaru

2022

ÉRIKA JULLIANY DE OLIVEIRA MENDES

**CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL SELO CASA AZUL + CAIXA DE UM
EMPREENDIMENTO HABITACIONAL DE INTERESSE SOCIAL NA CIDADE DE
CARUARU, PERNAMBUCO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Engenharia Civil do
Campus Agreste da Universidade Federal de
Pernambuco – UFPE, na modalidade de artigo
científico, como requisito parcial para obtenção
do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de concentração: Tecnologia Ambiental

Orientadora: Profa. Dra. Maria Isabela Marques da Cunha Vieira Bello

Caruaru

2022

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me fortalecido ao ponto de superar as dificuldades e também por toda saúde que me deu e que permitiu alcançar esta etapa tão importante da minha vida. Em especial ao meu pai Jozimar e a minha mãe Edneide, por tudo que fizeram por mim ao longo dessa caminhada, não medindo esforços, sempre acreditando, me lembrando do meu potencial, me aconselhando nos momentos que pensei em fraquejar e sendo meus alicerces e minha inspiração. Gratidão por tudo, sem vocês nada disso seria possível.

Ao meu irmão, Everton pelas ajudas e por sempre está aqui, você é meu sinônimo de perseverança e comprometimento. Obrigada por se orgulhar de mim quando falam meu nome e por me defender de qualquer pessoa que queira me tirar o riso.

Ao meu namorado, Antônio Victor, por ser meu porto seguro e sempre acreditar no meu potencial, me motivando ser melhor a cada dia, por ser meu ombro amigo e não medir esforços para me ajudar.

A minha orientadora, professora Maria Isabela pela orientação, pelo apoio e por me incentivar a sempre ir além no desenvolvimento desse trabalho, pela compreensão, confiança e todos os seus ensinamentos. Aos amigos que a universidade me presenteou, em especial, Gabriel Cavalcanti, Priscila Santos, Ricardo Sérgio, Anderson Lima, Vitor Macêdo, Floro Neto, Lucas Gabriel, William Matheus e João Pedro, obrigada a todos vocês pelo companheirismo e por tornarem a caminhada mais alegre.

Sou grata a MRV, por ter me ensinar dia após dia ser uma profissional melhor, a todos os meus amigos da Qualidade e Pós Entrega, em especial a Carlos Sarmiento, Manoel Neto e Matheus Gomes. Aos meus amigos de obra, em especial Maria Brunna e Jeniel por dividirem o dia a dia comigo e sempre me estenderem a mão quando preciso.

E por fim a UFPE que foi minha segunda casa por muitos anos e por ter a oportunidade de concluir o curso de Engenharia Civil em uma das melhores universidades do Brasil. Aos professores, pelas correções e ensinamentos que me permitiram obter um melhor desempenho no meu processo de formação profissional.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Localização da obra.....	13
Figura 2 – Parque Caminho das Orquídeas.....	13
Figura 3 – Planta baixa apartamento com área privativa (esquerda) e sem (direita).....	13
Figura 4 – Coletores de resíduos – pós obra.....	16
Figura 5 – Paisagismo.....	17
Figura 6 – Equipamentos lazer-social e bem estar.....	18
Figura 7 – Equipamentos esportivos.....	18
Figura 8 – Medição FLD.....	20
Figura 9 – Sensores e iluminação de LED.....	20
Figura 10 – Medição individualizada de gás.....	21
Figura 11 – Torneiras.....	23
Figura 12 – Registros.....	23
Figura 13 – Duplo acionamento nas descargas.....	23
Figura 14 – Medição individualizada de água.....	23
Figura 15 – Baias.....	24
Figura 16 – Caçamba de rejeito.....	24
Figura 17 – Caçamba de entulho.....	24
Figura 18 – Fôrmas de alumínio- parede de concreto.....	25
Figura 19 – Reuso de água na lavagem do mictório.....	25

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Etapas da pesquisa e finalidade.....	14
Tabela 2 – Qualidade urbana e bem-estar - Parque Caminho das Orquídeas.....	15
Tabela 3 – Eficiência energética e conforto ambiental: Parque Caminho das Orquídeas.....	18
Tabela 4 – Áreas dos cômodos e janelas.....	19
Tabela 5 – Gestão eficiente de água: Parque Caminho das Orquídeas.....	22
Tabela 6 – Produção sustentável: Parque Caminho das Orquídeas.....	23
Tabela 7 – Desenvolvimento sustentável: Parque Caminho das Orquídeas.....	26
Tabela 8 – Inovação: Parque Caminho das Orquídeas.....	27
Tabela 9 – Orçamento por indicador.....	32

Certificação ambiental Selo Casa Azul + Caixa de um empreendimento de habitação social na cidade de Caruaru, Pernambuco.

Environmental Certification Casa Azul + Caixa of a social housing project in the Caruaru city, Pernambuco.

RESUMO

Os avanços no âmbito da construção civil causaram vários impactos ambientais, devido a ausência de políticas de desenvolvimento sustentável. Em 2010 foi criada a certificação ambiental Selo Casa Azul, da Caixa Econômica Federal, que leva em consideração o índice de medidas sustentáveis dos projetos desenvolvidos para a realidade da construção brasileira de interesse habitacional. Este artigo apresenta uma proposta de melhorias na adoção de práticas sustentáveis, fundamentadas nos critérios estabelecidos pela certificação ambiental Selo Casa Azul + Caixa e sua viabilidade econômica, aplicada ao empreendimento do Programa Minha Casa Minha Vida, o condomínio Parque Caminho das Orquídeas, localizado na cidade de Caruaru, Pernambuco e executado pela MRV Engenharia. Foram realizadas análises qualitativas e quantitativas para implementação dessas mudanças. O estudo consistiu na etapa de avaliação com base nos critérios do checklist, atualizado em abril de 2022, do Selo Casa Azul + Caixa, proposição de soluções e análise de viabilidade econômica das soluções propostas. Os custos das melhorias foram calculados de acordo com a tabela de Sistema Nacional de Preços e Índices para a Construção Civil (SINAPI), utilizando a plataforma Orçafascio e através de pesquisa local. A obra atingiu a gradação Topázio, antiga Prata, devido a mudanças sofridas no checklist do Selo Casa Azul + Caixa no ano de 2022. Para atingir a gradação Safira, anteriormente nomeada como Ouro, seria necessário atingir mais 5 pontos e o custo seria de no mínimo R\$ 20.126,00 reais, ou seja, menos que 1% do custo total da obra. A Categoria Diamante poderia ser obtida com 25 pontos, que geraria um custo mínimo de R\$ 1.268.369,38 reais, ou seja, 6% do custo total da obra. Os resultados mostram ser economicamente e socialmente viável aderir a soluções sustentáveis nas habitações de interesse social, sendo importante incentivar todas as partes envolvidas no processo (poder público, órgão financiador, construtoras e sociedade).

Palavras-chave: Viabilidade econômica. Desenvolvimento sustentável. Sinapi.

ABSTRACT

The advances in civil construction have caused several environmental impacts, due to the absence of sustainable development policies. In 2010 it was created the Seal Casa Azul +Caixa environmental certification, from Federal Savings Bank, which takes into account the index of sustainable measures of the projects developed for the reality of Brazilian construction of housing interest. This paper presents a proposal for improvements in the adoption of sustainable practices, based on the criteria established by the environmental certification Seal Casa Azul + Caixa and its economic feasibility, applied to the enterprise of the program my house my life, the condominium Parque Caminho das Orquídeas, located in the city of Caruaru, Pernambuco and executed by MRV Engenharia. Qualitative and quantitative analyses were conducted to implement these changes. The study consisted of the evaluation stage based on the checklist criteria, updated in April 2022, of the Seal Casa Azul+Caixa, proposing solutions and analyzing the economic feasibility of the proposed solutions. The costs of the improvements were calculated according to the National System of Prices and Indexes for Construction (SINAPI), using the Orçafascio platform and through local research. The project reached the Topaz gradation, formerly Silver, due to changes made in the checklist for the Casa Azul + Caixa Seal in 2022. To reach the Sapphire gradation, previously named Gold, it would be necessary to reach 5 more points and the cost would be at least R\$ 20,126.00 reais, that is, less than 1% of the total cost of the work. The Diamond Category could be obtained with 25 points, which would generate a minimum cost of R\$ 1,268,369.38 Reais, or 6% of the total cost of the work. The results show that it is economically and socially feasible to adopt sustainable solutions in social housing, and it is important to encourage all parties involved in the process (government, financing agency, construction companies and society).

Keywords: Economic viability. Sustainable development. Sinapi.

1 INTRODUÇÃO

Grande parte das atividades humanas que impactam o meio ambiente tem ligações com a indústria da construção civil, e esta indústria, bem como o espaço construído, tem impactos dominantes em aspectos econômicos, sociais e ambientais. Atualmente, considerando a preocupação cada vez maior com as questões ambientais, torna-se necessário pesquisar novas alternativas para minimizar o impacto ambiental no setor da construção civil (CIB, 2002).

O conceito de construção sustentável baseia-se no desenvolvimento de modelos que permitam à construção civil enfrentar e propor soluções aos principais problemas ambientais de nossa época, sem renunciar à moderna tecnologia e a criação de edificações que atendam às necessidades de seus usuários. O projeto sustentável, por ser interdisciplinar e ter premissas mais abrangentes, garante maior cuidado com as soluções propostas, tanto do ponto de vista ambiental quanto dos aspectos sociais, culturais e econômicos (Ambiente Brasil, 2011).

De acordo com John & Prado (2010), o Selo Casa Azul (SCA) criado em 2009, foi o primeiro sistema de classificação da sustentabilidade de projetos desenvolvido no Brasil. Em cada projeto é possível fazer algo pelo desenvolvimento sustentável dentro do orçamento existente. Com ele, a Caixa Econômica Federal pretende incentivar o uso racional de recursos naturais na construção de empreendimentos habitacionais, reduzir o custo de manutenção dos edifícios e as despesas mensais de seus usuários, bem como promover a conscientização de empreendedores e moradores acerca das vantagens das construções sustentáveis.

Um ano após criação do Selo, a Caixa Econômica Federal criou o Guia de Sustentabilidade Ambiental do Selo Casa Azul e em 2019 foi necessário renovar as diretrizes a fim de adequá-las a realidade da construção civil sendo nomeado como Guia Selo Casa Azul + Caixa. Em abril de 2022 ocorreu alteração da nomenclatura das gradações atualmente nomeadas como: Cristal, Topázio, Safira e Diamante respectivamente na antiga atualização de 2019: Bronze, Prata, Ouro e Diamante, existindo significativas mudanças nos indicadores e também na gradação. Este guia tem a finalidade de instruir profissionais, estudantes e empresas voltadas para área de construção civil a desenvolver projetos sustentáveis com o objetivo final de aquisição do Selo. (Guia Selo Casa Azul + Caixa, 2022).

Bello e Freitas (2013) propuseram melhorias na adoção de soluções sustentáveis aplicadas a projetos de Habitação de Interesse Social (HIS), baseadas nos critérios anteriormente estabelecidos pela certificação ambiental Selo Casa Azul desenvolvida para o contexto brasileiro. A pesquisa foi realizada por meio de implementação de dois estudos de caso em empreendimentos do Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV) da região metropolitana de Salvador. Os estudos envolveram uma avaliação fundamentada nos critérios Selo Casa Azul e a proposição de soluções acompanhada da análise da viabilidade econômica. Os resultados revelam que menos de 50% dos critérios adotados pelo Selo Casa Azul nas diferentes categorias foram contemplados pelos empreendimentos estudados. Estimou-se que para atendimento das categorias Bronze e Prata os empreendimentos estudados teriam um acréscimo de custos inferior a 1,5%. Para a categoria Ouro estima-se um incremento maior, variando entre 3,64% e 7,23% do custo total da obra.

Dinamarco (2016) realizou uma avaliação da viabilidade de aquisição do Selo Casa Azul por parte do condomínio Neo Niterói. Constatou-se que o condomínio estaria apto a possível aquisição do Selo Casa Azul na gradação de nível Prata, caso atendesse a alguns critérios obrigatórios, descritos no manual do Selo Casa Azul.

Duarte (2016) analisou e relacionou aspectos envolvidos na certificação ambiental Selo Casa Azul e desenvolveu um estudo de caso no conjunto habitacional Leonel Brizola da cidade de Santa Maria/RS a partir dos critérios do Selo visando à gradação Bronze.

Este artigo apresenta uma proposta de melhorias na adoção de práticas sustentáveis, fundamentadas nos critérios estabelecidos pela certificação ambiental Selo Casa Azul +Caixa, e sua viabilidade econômica, aplicada ao empreendimento do Programa Minha Casa Minha Vida, o condomínio Parque Caminho das Orquídeas, localizado na cidade de Caruaru, Pernambuco e executado pela MRV Engenharia.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Histórico da política habitacional brasileira

De acordo com o art. 23º, IX, da constituição federal brasileira de 1988, sabe-se que o direito à moradia consiste em uma competência da União, dos Estados e Municípios no âmbito de promover programas de moradia e melhoria das condições habitacionais e de saneamento básico. No mesmo artigo, relata também no inciso VI que deve existir a proteção do meio ambiente, combatendo a poluição de todas as formas.

Para Smolka (1987), na segunda metade do século XX, em meados de 1960, surgiu no Brasil o Sistema Financeiro de Habitação (SFH), instituído pela lei de nº 4.380/64, com objetivo de diminuir o déficit habitacional brasileiro existente, que era devido ao alto índice de desemprego e queda da renda e o ramo imobiliário através de uma suposta multiplicação de renda e emprego no setor da construção civil. Para isso, foram utilizados captação de letras imobiliárias e cadernetas de poupança e de Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (Santos,1999)

Segundo dados estatísticos da Fundação Pinheiro (2012), o déficit habitacional brasileiro no ano de 2009 foi de 5,998 milhões de domicílios. Com a finalidade de reduzir o déficit e facilitar o acesso a moradia para pessoas de menor poder aquisitivo, surgiu em 2009, por parte do governo federal, o programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV). O programa é subdividido em três faixas de análise de acordo com a renda mensal familiar: (a) Faixa 1: até 3 salários-mínimos; (a) Faixa 2: de 3 a 6 salários-mínimos; e (c) Faixa 3: de 6 a 10 salários-mínimos. Dessa forma, o programa não visa apenas a construção de habitações de interesse popular, como

também possui o intuito de estimular a economia através da implementação de habitações de mercado, atingindo a classe média e dando maior segurança às construtoras.

Do ponto de análise de Negreiros e Garcia (2014), o PMCMV envolveu recursos volumosos do Orçamento Geral da União e do Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FGTS), para garantir a oferta de crédito e de subsídios às famílias brasileiras.

No ano de 2009, aliado ao PMCMV, foi criado o Selo Casa Azul por uma equipe técnica da Caixa Econômica Federal (CEF), juntamente com professores da Escola Politécnica da USP, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) e a Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

De acordo com a pesquisa realizada pelo Ministério das Cidades (2014), a política habitacional brasileira passou enormes transformações desde 2003, ano em que foi criado o Ministério das Cidades, um novo marco político da habitação social, ênfase no subsídio à demanda e na reestruturação do sistema de crédito imobiliário. Já no ano de 2008, foi criado o Plano Nacional de Habitação (PLANHAB), que estabeleceu as diretrizes da política habitacional e sua integração com a política urbana para pessoas que possuem baixa renda.

2.2 Certificação Selo Casa Azul + Caixa

O Selo Casa Azul + Caixa, consiste em uma certificação consideravelmente de baixo custo de produção que os principais objetos desse selo são incentivar a prática do uso sensato dos recursos naturais no âmbito da construção civil, com finalidade de reduzir o custo de manutenção no empreendimento e as despesas mensais dos seus usuários. (Guia Selo Casa Azul + Caixa, 2022).

Em 2009, o Selo Casa Azul(SCA),possuía 3 níveis de gradação: Bronze, Prata e Ouro, mas no ano de 2019, com propósito de implementar inovações tecnológicas na obra de habitação de interesse social, ajustando as suas diretrizes aos novos cenários urbanos foi instituído o nível diamante e a certificação ambiental de origem brasileira, passou a ser chamada de Selo Casa Azul + Caixa. Em abril de 2022, existiu uma nova atualização nos parâmetros e nomenclaturas a gradação Bronze passou a se chamar Cristal, a Prata nomeada de Topázio, a gradação Ouro de Safira e Diamante permanece conforme atualização anterior.

Para obter o Casa Azul +Caixa, pode apresentar os projetos, checklist para análise e a carta proposta para a Caixa Econômica Federal (CEF): construtoras, incorporadoras, poder público local, empresas públicas de habitação, cooperativas, associações e entidades sem fins lucrativos, que atendem as regras de financiamento da Caixa (Guia Selo Casa Azul + Caixa, 2022). O não cumprimento das práticas, gera uma multa de 10% no valor do investimento que

deve ser paga a CEF. Os itens avaliativos são subdivididos nas categorias: Qualidade urbana e bem-estar; Eficiência energética e conforto ambiental; Gestão eficiente da água; Produção sustentável; Desenvolvimento social e Inovação.

O processo de avaliação consiste em um total de 52 critérios, divididos em 6 grupos + critério bônus, que classificam os empreendimentos em 4 categorias de acordo com o cumprimento desses critérios: Há 16 critérios obrigatórios para a obtenção da gradação Cristal. Para a gradação Topázio 17 critérios obrigatórios, igualmente para a gradação Safira. Já para obter a gradação Diamante, devem ser atendidos mais 24 critérios obrigatórios. (Guia Selo Casa Azul + Caixa,2022). Os seis grupos de avaliação, são:

- **Qualidade urbana e bem-estar:** avalia se o projeto está inserido em uma região dotada de infraestrutura que se destaque por: qualidade, bem-estar, segurança e saúde para seus habitantes. Preocupa-se também com a relação entre o empreendimento e sua vizinhança, considerando os impactos causados por ambos.
- **Eficiência energética e conforto ambiental:** trata dos aspectos relacionados com o planejamento e a concepção do projeto do empreendimento, considerando-se, principalmente, as ações relativas à adaptação da edificação às condições climáticas, às características físicas e geográficas locais e à previsão de espaços na edificação destinados a usos e fins específicos. Na perspectiva de eficiência energética, o objetivo é a redução do consumo e a otimização da quantidade de energia gasta pelos usuários, mediante a utilização de equipamentos mais eficientes, uso de fontes alternativas de energia, dispositivos economizadores e medições individualizadas, proporcionando uma redução nas despesas mensais dos moradores.
- **Gestão eficiente da água:** objetiva melhorar o gerenciamento e a redução do consumo de água, tanto por unidade habitacional como pelo condomínio.
- **Produção sustentável:** objetiva reduzir a perda de materiais e geração de resíduos, além de evitar o uso de materiais de baixa qualidade, melhorando o desempenho e reduzindo o desperdício de recursos naturais e financeiros.
- **Desenvolvimento social:** busca promover a sustentabilidade do empreendimento por meio de ações que abrangem os diversos agentes envolvidos na elaboração do projeto, construção e ocupação das edificações, ampliando a consciência ambiental, além de contribuir para a redução de algumas desigualdades sociais.
- **Inovação:** busca implantar soluções socioambientais voltadas a tecnologia de sistemas eficientes da automação predial, como por exemplo, aplicação do Building Information

Modeling (BIM), disponibilidade de Wi-fi e tomadas USB nas áreas de uso comum ou qualquer outra proposta tecnológica inovadora.

- **Critério bônus:** consiste em um critério de livre escolha, com o intuito incentivar e avaliar outras práticas sustentáveis que não estão previstas nos critérios acima mencionados impostas no projeto.

Existem também, identificadores #mais de cada grupo acima mencionado e para sua obtenção, é necessário que o projeto atenda os critérios obrigatórios de cada grupo de avaliação e atingir a pontuação mínima determina para cada tópico. O empreendimento pode obter apenas, os identificadores #mais caso não atenda os critérios para obtenção das gradações Diamante, Safira, Topázio e Cristal.

A pontuação mínima determinada para cada critério é: (a) **Qualidade urbana e bem-estar:** 20 pontos, **Eficiência energética e conforto ambiental:** 20 pontos (c) **Gestão eficiente da água:** 12 pontos; (d) **Produção sustentável:** 14 pontos; (e) **Desenvolvimento social:** 13 pontos; (f) **Inovação:** 10 pontos

3 MATERIAIS E MÉTODOS

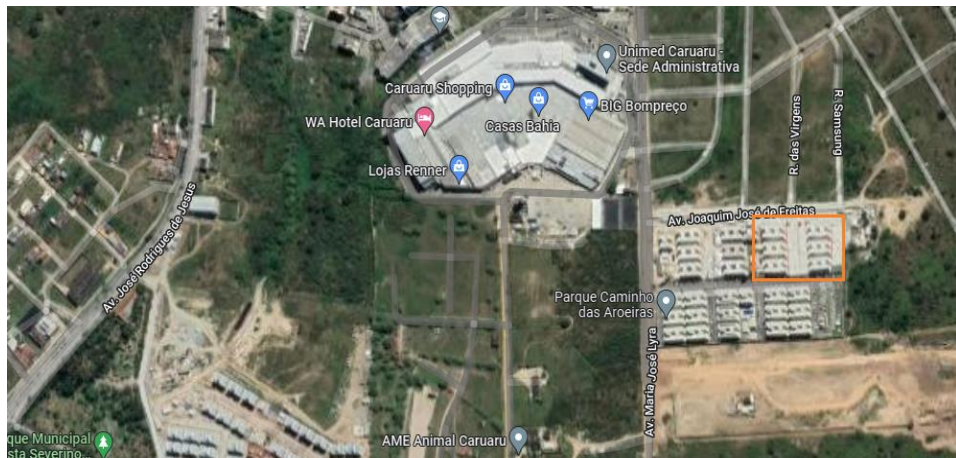
3.1 Características do empreendimento

O empreendimento estudado trata-se de um condomínio residencial, localizado na cidade de Caruaru, agreste central pernambucano. O empreendimento está localizado na Av. Joaquim José de Freitas, Bairro Indianópolis (Figura 1). É composto por 13 (treze) blocos de 04 pavimentos (térreo + 03 andares). Possui infraestrutura em sapata corrida dos blocos (1, 2, 3, 12 e 13) e radier (4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11), com superestrutura de parede de concreto, moldada em loco (Figura 2).

Baseado na NBR 15220-3 (2005), a cidade de Caruaru está localizada no zoneamento bioclimático 8, onde deve possuir ventilação cruzada permanente, em salas e dormitórios por isso todos os blocos do empreendimento são em formato de H, bem localizados garantindo o sombreamento das fachadas.

O empreendimento possui área de 12.336,13 m². Os apartamentos possuem área construída de 42 m² em cada apartamento, com exceção dos apartamentos do Bloco 1, o qual foi projetado para Portadores de Necessidades Especiais (PCD) e possuem área de 45,30 m². Os apartamentos 101 e 103 de todos os 13 blocos possuem área privativa de 10,18 m² a mais. Na Figura 3 são apresentadas as plantas baixas dos apartamentos com e sem área privativa.

Figura 1. Localização da Obra



Fonte: A autora (2022)

Figura 2. Parque Caminho das Orquídeas



Fonte: A autora (2022)

Figura 3. Planta baixa apartamentos com área privativa (esquerda) e sem(direita)



Fonte: MRV (2020)

A obra consiste em uma Habitação de Interesse Social (HIS), na qual segue os padrões normativos da Caixa Econômica Federal (CEF), para obtenção do Selo Casa Azul + Caixa. Seu projeto possui como pilar soluções eficazes e sociambientalistas que alinha esses conceitos a sua construção, ocupação e manutenção, incentivando o uso racional dos recursos naturais, qualidade da habitação e de vida dos moradores, do seu entorno e de inovações voltadas ao desenvolvimento sustentável do meio ambiente. Aliado as diretrizes propostas, o Parque Caminho das Orquídeas possui escopo: Selo MRV + Verde e Selo Obra Verde, que são selos da própria MRV Engenharia, nos quais contém itens aplicados com base nos itens do Selo Casa Azul + Caixa

3.2. Metodologia

Os estudos consistiram nas etapas de avaliação com base nos critérios Selo Casa Azul + Caixa, proposição de soluções e análise da viabilidade econômica das soluções propostas. Na Tabela 1 estão apresentadas as etapas da pesquisa e sua finalidade.

Tabela 1. Etapas da pesquisa e finalidade

ETAPAS	FINALIDADE DO INSTRUMENTO
1	Identificar o atendimento dos critérios da metodologia de certificação Selo Casa Azul +Caixa.
2	Verificar qual a gradação atingida pelo empreendimento analisado, no Selo Casa Azul + Caixa.
3	Analisar a viabilidade econômica das propostas.
4	Identificar o percentual relativo ao custo adicional no orçamento total da obra necessário para atender as categorias superiores analisadas, se existir.

Fonte: A autora (2022)

Na primeira etapa foi identificado o atendimento dos critérios da metodologia de certificação. Foram realizados registros fotográficos e análise de documentos, como projetos arquitetônicos e orçamentos. Considerou-se a categoria Cristal, conforme o Checklist Selo Casa Azul+Caixa, se for obtido 50 pontos. Para a categoria Topázio, foram considerados 60 pontos. Para a categoria Safira foram considerados 80 pontos e para categoria Diamante, 100 pontos e o indicador #maisinovação.

A partir das informações obtidas, foram analisados e contabilizados os critérios atendidos, os quais foram classificados como atendidos ou não atendidos.

A segunda etapa do estudo consistiu na verificação de qual nível do Selo Casa Azul + Caixa foi atingido através das pontuações dos critérios, pelo empreendimento estudado. A verificação das propostas de soluções analisadas levou em consideração os itens propostos no checklist do Selo Casa Azul + Caixa atual.

Na terceira etapa foi realizada a análise de viabilidade econômica dessas propostas, a qual foi feita a partir do orçamento total da obra e do orçamento de cada uma das propostas de soluções para atingir um nível de gradação maior nos itens do checklist do Selo. Os custos das melhorias foram calculados de acordo com a tabela de Sistema Nacional de Preços e Índices para a Construção Civil (SINAPI), utilizando a plataforma Orçafascio e uma pesquisa de campo realizada na região de Caruaru.

Ao final, identificou-se o percentual relativo ao custo adicional no orçamento total da obra para atender às categorias Cristal, Topázio, Safira e Diamante.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Análise qualitativa com base no checklist do Selo Casa Azul+ Caixa

4.1.1 Qualidade urbana e bem-estar

Na Tabela 2 é apresentada a pontuação total da categoria “Qualidade urbana e bem-estar” obtida pelo empreendimento. Com um total de 21 pontos, foi atingida a quantidade mínima de 20 pontos para obter o indicador #mais nesta categoria. As análises dos critérios dessa categoria estão detalhadas a seguir.

Tabela 2. Pontuação da categoria “Qualidade urbana e bem-estar” - Parque Caminho das Orquídeas

Categoria	Critério	Faixa de Pontuação		Obrigatório ou Livre Escolha	Projeto atende?	Pontuação pretendida
4.1.1 QUALIDADE URBANA E BEM-ESTAR	a) Qualidade e infraestrutura no espaço urbano	2	4	Obrigatório	sim	4
	b) Relação com o entorno: interferências e impactos no empreendimento	3	3	Obrigatório	sim	3
	c) Separação de resíduos	2	3	Obrigatório	sim	2
	d) Melhorias no entorno	2	3	Livre Escolha	não	-
	e) Recuperação de áreas degradadas e/ou contaminadas	3	3	Livre Escolha	não	-
	f) Revitalização de edificações existentes e ocupação de vazios urbanos	3	4	Livre Escolha	não	-
	g) Paisagismo	2	3	Obrigatório Diamante	sim	3
	h) Equipamentos de lazer, sociais, de bem-estar e esportivos	1	4	Livre Escolha	sim	4
	i) Adequação às condições do terreno com topografia adversa	3	3	Livre Escolha	sim	3
	j) Soluções sustentáveis de mobilidade	2	4	Obrigatório Diamante	sim	2
PONTUAÇÃO TOTAL PRETENDIDA						21

Fonte: A autora (2022)

a) Qualidade e infraestrutura no espaço urbano.

Com intuito de promover qualidade de vida urbana a todos os moradores, o empreendimento está inserido em área urbana, com vias de acesso iluminadas, com saneamento básico e rede elétrica, além de possuir em sua proximidade, shopping center, mercados, centros médicos.

A Avenida Joaquim José de Freitas, que é a via de acesso principal ao condomínio, foi pavimentada pela construtora e existe a presença de linhas de transporte público nas proximidades, a linha 116,460,120 que levam e trazem para a região central da cidade, coordenada pela empresa Tabosa e a linha 340 que leva para o bairro Rendeiras.

A pontuação desse critério é de 4 pontos e engloba o item Melhorias do entorno, do checklist disponibilizado para análise da certificação, não podendo ser pontuado em ambos os critérios.

b) Relação com o entorno: interferência e impactos no empreendimento

O Parque Caminho das Orquídeas, antes e no momento da sua execução, foram feitos laudos de ruídos ambientais, para analisar se a obra poderia causar problemas ao bem-estar da população circunvizinhas e dos condôminos. Executada também, a perícia preliminar para sondar se o empreendimento poderia causar algum dano, por falta de segurança, não seguimento de normas técnicas ou qualidade no produto no fim de obra.

c) Separação de resíduos

A existência de coletores destinados para a separação correta dos resíduos é algo presente no empreendimento (Figura 4), baseado no que foi proposto no projeto executivo e no período de obra, nos procedimentos do setor de gestão ambiental da MRV, responsável pela obra.

Figura 4. Coletores de resíduos - pós-obra



Fonte: A autora (2021)

Para atingir 3 pontos neste item, seria necessário que existisse a compostagem dos resíduos orgânicos, o que não tem. Contudo, atinge um valor de 2 pontos devido a coleta seletiva.

d) Paisagismo

Baseado na zona bioclimática da região de Caruaru, o Parque Caminho das Orquídeas, possui espécies que não são invasoras, existem a presença de orquídeas, gramas, palmeiras (Figura 5). Existe um pomar com mudas enxertadas, como goiabeira, jabuticabeira, limoeiro, que são, de acordo com a NBR 15220-3 (2005) típicas da região. Obtém 3 pontos nesse tema, por possuir árvores frutíferas e ter paisagismo igual a 15 % da área do terreno.

Figura 5. Paisagismo



Fonte: A autora (2022)

e) Equipamentos de lazer, sociais, de bem-estar e esportivos

O projeto analisado possui equipamentos que incentivam práticas saudáveis e servem como atrativo para a convivência social dos moradores, sendo assim, obtendo o valor máximo neste critério (4 pontos), por seguir Unidades Habitacionais (UH)=208 e possuir de acordo com o critério do Guia do Selo Casa Azul (2022): “101 A 500 UH – 4 equipamentos, sendo no mínimo 1 social ou bem-estar e 1 esportivo”.

Como o Parque Caminho das Orquídeas possui mais de 2 equipamentos esportivos, o critério de pontuação é máximo. Já os equipamentos que foram previstos no tema Soluções sustentáveis de mobilidade, Paisagismo e Melhorias no entorno, a pontuação deverá ser concedida uma única vez. Nas Figuras 6 e 7 mostram-se respectivamente os equipamentos de lazer, social e bem-estar e os equipamentos esportivos do condomínio.

f) Adequação às condições de terreno com topografia adversa

Foram analisados os impactos devido a construção do empreendimento em relação ao uso do solo, levando em consideração a quantidade de terra que foi movimentada, para esse critério. Verificou-se o projeto de terraplanagem, onde foi realizado corte e aterro no terreno. Como comprovação de execução, foi analisado a Ficha de Verificação de Serviço (FVS) e seu Croqui.

Figura 6. Equipamentos lazer- social e bem-estar**Figura 7.** Equipamentos esportivos

Fonte: A autora (2021)

g) Soluções sustentáveis

O Parque Caminho das Orquídeas possui um bicicletário para incentivar o uso dos moradores por transportes menos poluentes, sendo uma solução simplificada de acordo com o número de vagas superior a 10% do número de UH, que é igual a 208 apartamentos.

4.1.2. Eficiência energética e conforto ambiental

A pontuação total atingida pelo empreendimento foi de 20 pontos (Tabela 3), sendo igual a pontuação mínima de 20 pontos e assim atingindo o indicador #mais nesse tema. As análises dos itens deste critério estão detalhadas a seguir.

Tabela 3. Pontuação da categoria “Eficiência energética e conforto ambiental”: Parque Caminho das Orquídeas

Categoria	Critério	Faixa de Pontuação		Obrigatório ou Livre Escolha	Projeto atende?	Pontuação pretendida
4.1.2 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E CONFORTO AMBIENTAL	a) Orientação ao sol e estratégias bioclimáticas	3	4	Livre Escolha para Cristal	sim	3
	b) Desempenho e conforto térmico	0	4	Obrigatório	sim	1
	c) Desempenho e conforto lumínico	0	4	Obrigatório	sim	1
	d) Dispositivos economizadores de energia	2	3	Obrigatório	sim	2
	e) Medição individualizada de gás	1	3	Obrigatório	sim	3
	f) Ventilação e iluminação natural dos banheiros	2	3	Livre Escolha	sim	3
	g) Iluminação natural de áreas comuns	3	3	Livre Escolha	não	-
	h) Sistema de aquecimento solar	2	4	Livre Escolha	não	-
	i) Geração de energia renovável	3	5	Obrigatório Diamante	sim	5
	j) Elevadores eficientes	2	2	Livre Escolha	sim	2
	k) Gestão de energia	1	1	Livre Escolha	não	-
PONTUAÇÃO TOTAL PRETENDIDA						20

Fonte: A autora (2022)

a) Orientação ao sol e estratégias bioclimáticas

Os blocos do empreendimento do estudo de caso, possuem implantação para atender as condições de conforto térmico, conforme a zona bioclimática 8, que é a zona da região. Por esse motivo, os 13 blocos foram projetados em formato de H, o que facilita o fluxo dos ventos, por ventilação cruzada e foram projetados levando em contrapartida, a orientação do sol, para não deixar cômodos superaquecidos durante o verão.

b) Desempenho e conforto térmico

O projeto atende a condição para que o usuário tenha conforto, baseado nas condições bioclimáticas da zona 8, que tem como fundamento para melhorar o índice de ventilação natural a quantidade de raios solares que são presentes em cada cômodo do apartamento.

Na NBR (15220-3) (2005), para a zona 8 abertura para ventilação deve ser grande e com sombreamento das aberturas. A abertura para ventilação (A) é medida de acordo com a parte 4, item 11.3 dessa norma, onde $A \geq 8\%$ da área do piso. A área de cada cômodo e janela do empreendimento estudado, expresso na Tabela 4, desse modo, atendendo conforme o Selo, o desempenho térmico mínimo, atingindo pontuação mínima de 1.

Existe um laudo de desempenho térmico que comprova as diretrizes atendidas na NBR 15575(2021).

Tabela 4. Áreas dos cômodos e janelas

Cômodo	Janela
Sala = 10,92 m ²	1,96 m ²
Banheiro = 3,045 m ²	0,6 m ²
Cozinha = 6,63 m ²	1,15 m ²
Quarto Casal = 8,06m ²	1,73 m ²
Quarto Solteiro = 8,06m ²	1,44 m ²

Fonte: A autora (2022)

c) Desempenho e conforto lúmico

Levando em consideração o índice de iluminação de cada ambiente para que não consuma energia elétrica em grandes proporções. Esse parâmetro foi analisado através do luxímetro (Figura 8), baseado nos procedimentos fornecidos pela construtora, atendendo em todos os 13 blocos, o quantitativo de Fator de Luz Diurna (FLD). O cálculo deste fator, consiste na razão percentual entre o valor de iluminância no ambiente e a iluminância externa do próprio ambiente analisado, baseado na NBR 15575 (2021) que trata do desempenho de edificações habitacionais no quesito qualidade e conforto. Como os apartamentos possuem o desempenho lumínico mínimo nos ambientes sala de estar, dormitório, copa/cozinha e área de serviço – 1 ponto de acordo com o laudo lúmico analisado e a medição do FLD realizada.

Figura 8. Medição FLD

Fonte: A autora (2021)

c) Dispositivos economizadores de energia

Existem dispositivos economizadores de energia, na área comum, os postes não permanecem ligados o dia todo, só são acionados quando está no fim da tarde, quando existe sombras as fotocelas são ativadas. Já nos halls dos blocos, existem sensores de presença para acionar as lâmpadas quando passa alguém e se desligam logo em seguida.

As iluminações de LED nos halls também auxiliam no consumo eficiente de energia, devido a consumir menos energia como informada no memorial descritivo e mostrado na Figura 9.

Figura 9. Sensores e iluminações de LED

Fonte: A autora (2022)

d) Medição individualizada de gás

Há medição individualizada de gás em cada apartamento, seguindo diretrizes de projeto e dando instruções no manual do proprietário. Cada apartamento possui seu próprio registro, não precisa do uso de botijão de gás (Figura 10), pois o sistema de gás consiste em Gás

Liquefeito de Petróleo (GLP) armazenados em cilindros na casa do gás, e em seguida segue através de canalização, para os apartamentos.

Figura 10: Medição individualizada de gás



Fonte: A autora (2022)

e) Geração de energia renovável

Considerando um critério obrigatório para o nível Diamante e um critério de livre escolha para os outros níveis (Safira, Topázio e Cristal). Para reduzir o consumo de energia elétrica perante a concessionária, no empreendimento foi imposto um sistema solar, gerando energia renovável.

O sistema de energia fotovoltaica, consiste em 30 painéis situados em cima do bloco 1, por receber mais raios ultravioletas no decorrer do dia, devido a sua localização e possui um inversor da Growatt, modelo: MID 15KTL3-X, o projeto propõe uma média de geração anual de 22.128KWh/ano. A energia fotovoltaica é utilizada para abastecimento das áreas comuns, reduzindo o valor da conta no final do mês, com objeto de obter uma economia de no mínimo 25% da energia consumida.

f) Ventilação e iluminação natural dos banheiros

Todos os banheiros possuem janela voltada para o exterior da edificação, tornando o ambiente iluminado e ventilado.

g) Elevadores eficientes:

No bloco 1, destinado aos Portadores de Necessidades Especiais (PNE), existe elevador com uso de lâmpadas eficientes na cabine, com sistema inteligente que reduz o consumo de energia elétrica e o custo gerado com manutenções.

4.1.3 Gestão eficiente da água

Na Tabela 5 é apresentada a pontuação total da categoria “Gestão eficiente da água” obtida no Parque Caminho das Orquídeas. A pontuação total foi de 5 pontos, não atingindo a quantidade mínima de 12 pontos para obter o indicador #mais nesta categoria.

Tabela 5. Pontuação da categoria “Gestão eficiente de água”: Parque Caminho das Orquídeas

Categoria	Critério	Faixa de Pontuação		Obrigatório ou Livre Escolha	Projeto atende?	Pontuação pretendida
4.1.3 GESTÃO EFICIENTE DA ÁGUA	a) Dispositivos economizadores de água	2	3	Obrigatório	sim	3
	b) Medição individualizada de água	2	2	Obrigatório	sim	2
	c) Áreas permeáveis	4	4	Obrigatório	não	-
	d) Pegada hídrica	2	2	Livre Escolha	não	-
	d) Reuso de águas servidas/cinzas	3	5	Livre Escolha	não	-
	e) Aproveitamento de águas pluviais	2	4	Obrigatório Diamante	não	-
	f) Retenção ou infiltração de águas pluviais	3	3	Livre Escolha	não	-
PONTUAÇÃO TOTAL PRETENDIDA						5

Fonte: A autora (2022)

a) Dispositivos economizadores de água:

Para diminuir o consumo de água foram colocadas torneiras com arejadores (Figura 11), descargas com duplo acionamento (Figura 12), conforme memorial descritivo e registros reguladores de vazão no banheiro e outro na cozinha, sendo acionamento individualizado (Figura 13).

b) Medição individualizada de Água

Nos Halls dos 4 pavimentos existem hidrômetros individualizados, separados pelo número de cada apartamento, sendo 4 hidrômetros por andar, pois possuem em cada andar, 4 apartamentos enumerados da seguinte forma: no térreo: 101, 102, 103 e 104; no primeiro andar: 201, 202, 203 e 204; no segundo andar: 301, 302, 303 e 304 e no terceiro andar 401, 402, 403 e 404. Esses hidrômetros individualizados de acordo com a NBR 5626(1998), servem para promover economia de água (Figura 14).

No ano de 2016, foi sancionada a lei 13.312 que obriga os novos condomínios a possuírem medição individualizada de água, essa nova lei foi alteração no Art.29 da lei 11.445 (2007) que obriga a sustentabilidade financeira (Agência Senado, 2016). Só entrou em vigor em 12 de julho de 2021 e não atinge condomínios construídos antes disso, mas pode ser adotado pelos condomínios anteriormente construídos, mas precisam passar por uma análise pela Caixa Econômica Federal.

4.1.4 Produção sustentável

Na Tabela 6 é apresentada a pontuação total obtida na categoria “Produção Sustentável”. O empreendimento obteve o indicador #mais por possuir 17 pontos, sendo quantidade de pontos mínima de 14 pontos. As análises dos itens deste critério estão detalhadas a seguir.

Figura 11. Torneiras



Fonte: A autora (2022)

Figura 12. Duplo acionamento nas descargas



Fonte: A autora (2022)

Figura 13. Registros



Fonte: A autora (2022)

Figura 14. Medição individualizada de água



Fonte: A autora (2022)

Tabela 6. Pontuação na categoria “Produção sustentável”: Parque Caminho das Orquídeas

Categoria	Critério	Faixa de Pontuação		Obrigatório ou Livre Escolha	Projeto atende?	Pontuação pretendida
4.1.4 PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL	a) Gestão de resíduos da construção e demolição	0	4	Obrigatório	sim	4
	b) Fôrmas e escoras reutilizáveis	0	3	Obrigatório	sim	3
	c) Madeira certificada	0	3	Obrigatório	sim	3
	d) Coordenação modular	3	3	Livre Escolha	não	-
	e) Componentes industrializados ou pré-fabricados	1	4	Livre Escolha	sim	4
	f) Uso de agregados reciclados	3	3	Livre Escolha	não	-
	g) Gestão eficiente da água no canteiro de obras	3	4	Obrigatório Diamante	sim	3
	h) Mitigação do Desconforto da População Local Durante as Obras	2	2	Livre Escolha	não	-
PONTUAÇÃO TOTAL PRETENDIDA						17

Fonte: A autora (2022)

a) Gestão de resíduos da construção e demolição

Para diminuir a quantidade de resíduos, foi elaborado o Projeto de Gerenciamento de Resíduos na Construção Civil (PGRCC), baseado nas etapas construtivas e nas diretrizes impostas nas Resoluções 307 e 348 do Conama.

Na fase da execução da obra, existiam coletores de materiais de acordo com as especificações (entulho, rejeito, resíduo perigoso, gesso), sendo colocados em caçambas abertas dentro da obra (Figura 16 e 17). Os materiais recicláveis, como papel, plástico, madeira e metal eram armazenados em baias com dimensões especificadas no PGRC, distintas de acordo com o material como as baias de armazenamento de madeira (Figura 15). Os materiais como entulho de agregados, rejeito, gesso eram enviados para o CTR de Caruaru ou para o aterro público da cidade. Os materiais recicláveis eram doados a uma cooperativa cadastrada no sistema.

Figura 15: Baias



Figura 16: Caçamba de rejeito



Figura 17: Caçamba de entulho



Fonte: A autora (2021)

b) Fôrmas e escoras reutilizáveis

A obra foi feita com fôrmas e escoras de alumínio, um caso típico de sistema que evita desperdícios, por ser altamente reutilizáveis para os blocos. Todos os 13 são feitos de parede de concreto a piscina e o castelo d'água também. A guarita, lixeira, administrativo, casa do gás, áreas gourmet e central de telecomunicação, foram utilizados blocos de concreto com fôrmas de madeira que são reutilizáveis.

c) Madeiras certificadas

As madeiras utilizadas (portas, pisos laminados e telhados) possuem Forest Stewardship Council (FSC), com função permanente e termos de garantias conforme manual do proprietário.

d) Componentes industrializados ou pré-fabricados

Com uso de sistema construtivo no qual existem componentes industrializados, projetados com base nas normas técnicas, uso de painéis fabricados nas fachadas, paredes construídas com

formas de alumínio (Figura 18), que na própria forma já possui a escada jacaré, para assim agilizar o processo de construção de uma escada baseado na NBR 9062(2017), que trata sobre projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado e explanados no escopo do Selo MRV + Verde.

Figura 18. Fôrmas de alumínio – parede de concreto



Fonte: A autora (2021)

e) Gestão eficiente de água no canteiro

Com base nas políticas sustentáveis da empresa, foi criado o selo obra verde, que existe um escopo voltado a sustentabilidade, reduzindo o consumo de água em atitudes. No âmbito do uso humano, o reuso da água das lavagens das mãos para a lavagem do mictório (Figura 19), a criação de um sistema de calha onde a água coletada é armazenada em uma caixa d'água e utilizada para regar as plantas da horta do canteiro.

Figura 19. Reuso da água na lavagem do mictório



Fonte: A autora (2021)

No âmbito da produção, não atende ao critério, pois o sistema construtivo é de parede de concreto e utiliza-se muita água para a lavagem do mesmo, que necessita atingir a cura. Vale salientar que ocorre também a lavagem das fôrmas, que nelas são aplicadas desmoldantes antes de iniciar a concretagem para facilitar a desforma, que conseqüentemente devem ser lavadas

para que sejam reutilizadas, pois se a crosta de desmoldante for acumulada na placa, pode alterar as dimensões dos próximos vãos que serão concretados com a mesma fôrma.

4.1.5 Desenvolvimento social

Na Tabela 7 consta a pontuação total da categoria “Desenvolvimento sustentável”. A pontuação total atingida pelo empreendimento foi de 5 pontos, não conseguindo alcançar a quantidade mínima de 13 pontos para obter o indicador #mais nesta categoria. As análises dos itens deste critério estão detalhadas a seguir.

Tabela 7. Pontuação da categoria “Desenvolvimento sustentável”: Parque Caminho das Orquídeas

Categoria	Critério	Faixa de Pontuação		Obrigatório ou Livre Escolha	Projeto atende?	Pontuação pretendida
4.1.5 DESENVOLVIMENTO SOCIAL	a) Capacitação dos moradores para gestão, manutenção e operação do empreendimento	3	4	Obrigatório	sim	4
	b) Ações de desenvolvimento social no território	2	3	Obrigatório	não	-
	c) Educação ambiental dos trabalhadores e moradores	1	2	Obrigatório	não	-
	d) Ações de planejamento financeiro	2	2	Livre Escolha	não	-
	e) Inclusão de trabalhadores e fornecedores locais	1	1	Livre Escolha	sim	1
	f) Capacitação dos trabalhadores do empreendimento	2	2	Livre Escolha	não	-
	g) Ações para desenvolvimento socioeconômico	2	2	Livre Escolha	não	-
	h) Ações de integração comunitária	2	2	Livre Escolha	não	-
PONTUAÇÃO TOTAL PREENDIDA						5

Fonte: A autora (2022)

a) Capacitação dos moradores para gestão, manutenção e operação

Os moradores são informados sobre a gestão e como solicitar as manutenções e operações. Todas as informações estão contidas nos manuais que são entregues ao morador no ato da entrega de chaves. Depois da obra entregue, que foi no dia 18/09/2021, existe o apoio da construtora para solucionar manutenções, através da equipe Qualidade e Pós Entrega (QPE). Aos moradores são entregues manuais do proprietário no qual possuem as garantias de cada item do apartamento e o prazo que pode ser acionado para que a QPE vá solucionar a tratativa.

Para o síndico, é apresentado o manual do síndico e o manual do proprietário, contendo informações de períodos que deve serem feitas as manutenções preventivas e quando existe garantia nos itens da área social comum. Os termos de garantia explanados no manual do proprietário são válidos a partir da emissão do habite-se ou do aceite do termo de recebimento do imóvel, o que ocorrer primeiro. As garantias variam de 0 a 60 meses de acordo com o item

dentro das especificações do manual, depois do prazo, quem deve fazer o reparo é o próprio morador, se for do apartamento e se forem causados devido a falha nas manutenções das áreas comuns é de responsabilidade da administração do condomínio. No próprio manual explicita como deve ser acionada a equipe da QPE para atendimento.

As garantias da construtora não abrangem danos causados por fenômenos naturais, como chuvas de granizo, enchentes, abalos sísmicos, rajadas de vento de alta intensidade etc. Qualquer dano causado por alteração feita pelo proprietário e se futuramente causar qualquer problema, quem tem que arcar com a mão de obra para reparo dos danos, é o próprio proprietário, pois não possui mais assistência da QPE devido a perda de garantia, que se for feita qualquer mudança ou dano estrutural, são perdas de todos os itens listados no manual.

b) Inclusão de trabalhadores e fornecedores locais

A adoção de profissionais da cidade de Caruaru e de fornecedores locais faz com que aumente o quantitativo da economia da cidade. Demonstrado através do escopo do Selo Obra Verde, que serve como plano de desenvolvimento social do empreendimento.

4.1.6 Inovação

Na Tabela 8 estão apresentados os resultados da pontuação da categoria “Inovação”. O somatório de pontos total atingido pelo empreendimento foi de 7 pontos, não obtendo a quantidade mínima de 10 pontos necessária para o indicador #mais nesta categoria. As análises dos itens deste critério estão detalhadas a seguir.

Tabela 8. Pontuação da categoria “Inovação”: Parque Caminho das Orquídeas

Categoria	Critério	Faixa de Pontuação		Obrigatório ou Livre Escolha	Projeto atende?	Pontuação pretendida
4.1.6 INOVAÇÃO	a) Aplicação do BIM na gestão integrada do empreendimento	3	3	Livre Escolha	não	-
	b) Gestão para redução das emissões de carbono	2	5	Obrigatório Diamante	sim	5
	c) Sistemas eficientes de automação predial	3	4	Livre Escolha	não	-
	d) Conectividade	2	2	Obrigatório Diamante	sim	2
	e) Ferramentas digitais voltadas a práticas de sustentabilidade	2	2	Livre Escolha	não	-
	f) Possibilidade de adequação futura das unidades	1	3	Livre Escolha	não	-
	g) Outras propostas inovadoras	3	10	Livre Escolha	não	-
PONTUAÇÃO TOTAL PRETENDIDA						7

Fonte: A autora (2022)

a) Conectividade

Analisando manual descritivo da obra, Anexo C-Segurança e Tecnologia. Foi deixada uma tubulação seca e soldada para futura instalação de internet Wi-Fi nas áreas de lazer conforme projeto CFTV. Para a sala de administração foi deixado uma tubulação seca e sondada para que seja instalado um ponto fixo de internet. No interior dos apartamentos, existem 2 tomadas USB sendo uma na sala e a outra no quarto de casal.

b) Gestão redução das emissões de carbono

A gestão é feita através do portal climas, onde todo mês foram colocadas campanhas de meio ambiente, onde existiu o acompanhamento de indicadores da obra, como por exemplo, quantitativo de resíduos, consumo de água e energia.

4.1.7 Critério bônus

O critério bônus, é um item de livre escolha que tem como objetivo incentivar a adoção de outras práticas de sustentabilidade não previstas nas categorias anteriormente mencionadas e se existisse a proposta deveria ser apresentada a caixa para possível análise e aprovação. A obra não possui critério bônus.

4.2 Análise Quantitativa com Base no Checklist do Selo Casa Azul + Caixa

O orçamento do Parque Caminho das Orquídeas foi de R\$ 20.938.976,79, sendo R\$18.773.324,26 em habitação e R\$ 2.165.652,53 no quesito de infraestrutura e equipamentos comunitários.

Nos itens do checklist do Selo Casa Azul + Caixa, a obra atingiu 75 pontos mais 3 #mais em “Qualidade urbana e bem estar”, “Produção sustentável” e “Eficiência energética e conforto ambiental”, atingindo a gradação Topázio. Com 80 pontos obtinha-se a gradação Safira e para ser um empreendimento Diamante teria que obter 100 pontos e #mais inovação.

Com base nos critérios, foi feito o orçamento de medidas que poderiam ser tomadas pela construtora para aumentar o nível da gradação da obra, de acordo com a plataforma Orçafascio de acordo com a tabela SINAPI baseado nos valores dos produtos em Pernambuco e uma pesquisa realizada em campo na cidade de Caruaru.

Para obter a gradação Safira, seria necessário obter mais 5 pontos. Para conseguir o nível Diamante, 25 pontos e conseguir atingir a pontuação mínima de 10 pontos na categoria Inovação. Pode adotar as seguintes medidas, de acordo com o passo a passo do checklist

adotando medidas não atendidas por categoria e poderiam ser realizadas diante da perspectiva da obra

a) Recuperação de áreas degradadas e/ ou contaminadas (3 pontos):

O projeto consiste em um sistema que irá captar águas pluviais das áreas internas através de canaletas e tubulações até o ponto de destinação final. O valor total dessa medida, consiste em aproximadamente R\$ 400.000,00 segundo dados orçamentários da construtora. De acordo com a Câmara Brasileira da Indústria da Construção (2021), os valores do índice nacional da construção civil, no período previsto de execução, em janeiro de 2021, foram de:

- O custo de materiais por m² foi de 653,37(R\$/m²),
- O valor do m² do concreto com Fck = 25 Mpa foi de 196,95 para execução dos 520 m² de canaletas, totalizando R\$ 102.414.
- O preço quilograma (kg) do aço CA-50 de bitola 10 mm, foi de R\$ 46,16 por kg.
- O valor da mão de obra também teve aumento, a hora do pedreiro a R\$ 21,40 e a do servente de R\$ 15,04.

Assim, valor total do sistema de captação de águas pluviais das áreas internas através de canaletas e tubulações é relativo a 2% do valor total da obra, porém não foi executado no período antes da entrega do Orquídeas, ainda em projeto. Previsão de conclusão em dezembro de 2023.

b) Sistema de aquecimento solar (4 pontos):

Para possível atendimento deste critério, foi orçado a instalação desse tipo de sistema de acordo com as especificações informadas no Guia do Selo Azul + Caixa (2022), composto por placa solar e reservatório térmico (Boiler) para os 208 apartamentos. O sistema orçado consiste em um aquecedor solar de instalação externa, kit compacto, conjunto com reservatório térmico de 200 L, placa coletora de 2,0 m² já inclusos acessórios, exceto a instalação, que seria realizada pelos eletricitistas da própria construtora.

O valor previsto de acordo com a plataforma OrçaFascio é de R\$ 3.176,5 por apartamento, totalizando aproximadamente R\$ 661.000,00 sendo um valor relativo a 3,15% total da obra.

De acordo com os dados da Companhia Pernambucana de Energia (Celpe), um chuveiro elétrico de 4.200Watts que é o que está entre o limite estipulado de 5.500 Watts no apartamento, consome em 5 minutos, cerca de 0,35 KWh, que para a dermatologista Marcia Purceli e a pediatra Ana Escobar (2011), 5 minutos é o tempo ideal para um banho. Na tabela de tarifas de energia elétrica da Celpe, resolução homologatória nº 2.861 de 27 de abril de 2021, o preço da tarifa por KWh é de R\$ 0,61 ficando R\$ 0,86 com os tributos. Levando em consideração uma

população média por apartamento de 3 pessoas, tomando 1 banho por dia de 5 minutos, seria pago R\$27,09 na conta de energia elétrica mensal. O uso do aquecedor solar impactaria na economia dos proprietários dos apartamentos na conta de energia de aproximadamente R\$325 reais ano.

c) Iluminação natural de áreas comuns (3 pontos):

Para atender esse critério, com intuito de diminuir o consumo da energia elétrica, que consiste em um grande ofensor na receita do condomínio mensalmente, a presença de janelas de maiores dimensões nas áreas comuns e nos hall's dos blocos, diminuiriam esse índice.

De acordo com o software Orçafascio, a janela maxim ar em alumínio perfil 25, 60x80 cm, perfil de 4 a 5 cm já com vidro, sem alizares possui dispêndio de R\$ 225,67. Os blocos possuem 3 janelas no total nos halls, for colocada mais uma em cada hall, colocando uma no térreo que não existe, totalizando 7 janelas. Desse modo a despesa seria de R\$ 11.734,84, sendo 0,06 % do valor relativo da obra, valor esse irrisório pelo seu benefício aos moradores.

d) Áreas permeáveis (4 pontos):

Essa proposta é atendida se existissem mais áreas verdes, no condomínio. As 220 vagas de garagens se fossem construídas em solo e colocado grama esmeralda, por ser mais comum na região e em condomínios, esse item seria atendido. As vagas comuns são 204 e possuem 11,50 m² e as demais são vagas PCDs que possuem 12,50 m². No software Orçafascio e no orçamento por tarefa da obra, o preço total da grama seria de R\$ 26.603,64 e o salário mensal de 2 jardineiros para execução do serviço seria de R\$ 5.158,76, totalizando no valor de R\$31.762,04, sendo quase 2% do valor total da obra. Como benefício, uma melhor qualidade do ar, diminuição das ilhas de calor, redução da velocidade de águas pluviais para os moradores.

e) Reuso de águas servidas / cinzas (3 pontos):

Esse item poderia ser atendido se fosse feito um sistema de irrigação no qual as torneiras de jardins fossem de água reaproveitada. O sistema consiste em captação, tratamento e reservação até que fossem destinadas para as torneiras de jardins. Esse item é possível ser adotado nas áreas comuns do empreendimento, obtendo 3 pontos, já nas unidades habitacionais, não parece muito eficiente visto a ausência da cultura de reaproveitamento da população.

O valor para ser projetado tal proposta é de aproximadamente, R\$ 150.000,00 Sendo uma redução de aproximadamente 23% do valor total na conta do empreendimento perante a Companhia Pernambucana de Saneamento, baseado no percentual de um empreendimento de São Paulo (G1, 2014). Valor percentual relacionado ao total da obra, seria próximo a 0,72 %.

f) Coordenação modular (3 pontos):

Em cada bloco foi utilizado:

- 529,20 kg de aço CA-50 Ø 6,3 mm com precificação de R\$ 2.833,76, sendo o valor por kg igual a R\$5.35;
- 620,05 kg de aço CA-50 Ø 10 mm precificado em R\$ 3.287,63 com valor por kg igual a R\$ 5.30 e
- 942,97 kg de CA-50 Ø 12,5 mm no qual foi pago R\$ 4.820,65 com o preço por quilo de R\$ 5.11.

O valor total de aço utilizado para a infraestrutura em um bloco foi de R\$10.942,04 e no total da obra, nos 13 blocos construídos, R\$ 142.246,52. Já na superestrutura, foi gasto em telas e armações em cada bloco R\$ 41.790,58. Como se nota, o consumo de kg de aço é o segundo maior ofensor no orçamento da obra, perdendo apenas para o concreto e como a quantidade de aço não é exata, existe grandes desperdícios de materiais tanto no ato da compra, aumentando o custo devido a margem de erros e no ato do corte e dobra. O percentual desse item no custo final da obra, seria de aproximadamente 0,68%.

g) Ações de planejamento financeiro (2 pontos):

De acordo com o levantamento da região de Caruaru, um curso nesse tema consiste na faixa de R\$ 1.500 para a equipe em geral. Este valor é ínfimo em relação ao custo da obra, possui porcentagem em relação ao valor final do empreendimento de 0,007 % e traria grandes benefícios para os moradores de como gerir sua carteira financeira. É necessário ser apresentado o Relatório com base nas ações realizadas.

h) Educação ambiental dos empregados e moradores (2 pontos):

Com a mesma ideia do item anterior (item g), o levantamento feito nos limites de Caruaru, esse item só não foi atendido pelo empreendimento pois não existe a presença de um relatório de execução do plano de desenvolvimento social. As ações foram realizadas, como divulgações de campanhas voltadas a sustentabilidade no período de execução de obra e manual básico da sustentabilidade entregue aos moradores no final. O custo é irrelevante, o importante é a reação a implantação de ideias sustentáveis na mente das pessoas envolvidas.

i) Aplicação do BIM na gestão integrada do empreendimento (3 pontos):

O preço pago para que essa alternativa seja concretizada seria apenas a mudança de software onde são criados os projetos. O pagamento do pacote para que um determinado computador,

em especial o do engenheiro e do auxiliar de engenharia, tenha acesso ao sistema para que quando for necessário fazer o Asbiult ou alguma modificação é de R\$1.268,00 pago mensalmente por acesso. Como a obra durou 1 ano, o custo final para acesso a um ano de Revit em 1 computador é de R\$10.063,00 se for pago anualmente, conforme site da Autodesk, com economia de 34% em comparação com o preço mensal. A instalação do programa feito em 2 computadores, teria custo final de R\$ 20.126,00. Percentual relativo cerca de 0,1% do valor final do orçamento do empreendimento.

j) Ferramentas digitais voltadas a prática de sustentabilidade (2 pontos):

O atendimento ao item seria atingido se a equipe de TI fizesse apenas uma adaptação no aplicativo disponibilizado para os clientes e síndicos, com o intuito de por exemplo, divulgar informações sustentáveis através de lembretes. Esse critério não teria custo que impactasse a obra, pois consiste em uma atualização do sistema da própria empresa, que nesse sentido, teria um olhar voltado a sustentabilidade de maneira tecnológica. Tendo tempo previsto de execução de 1 mês para finalização dos ajustes no aplicativo. De acordo com o Talent.com (2022), o salário mensal de um técnico em informática é de R\$ 1.750,00 então o custo relativo é 0,008%.

Na Tabela 9, tem-se o orçamento de critérios que poderiam ser realizados pela obra com base na sua estrutura e orçamento para obter a gradação Safira ou Diamante.

Tabela 9. Orçamento por indicador, passível a ser adotado para aumento de gradação no Selo Casa Azul + Caixa no empreendimento: Parque Caminho das Orquídeas.

Categoria	Critério	Pontos	Custo (R\$)	Percentual relativo ao custo da obra (%)
4.1.1 Qualidade urbana e bem-estar	a) Recuperação das áreas degradadas e /ou contaminadas	3	400.000,00	2,000
4.1.2 Eficiência energética e conforto ambiental	b) Sistema de aquecimento solar	4	661.000,00	3,150
	c) Iluminação natural das áreas comuns	4	11.734,84	0,060
4.1.3 Gestão eficiente da água	d) Áreas permeáveis	4	31.762,04	2,000
	e) Reuso de água servidas/cinzas	3	150.000,00	0,720
4.1.4 Produção sustentável	f) Coordenação modular	3	142.246,52	0,680
	g) Ações de planejamento financeiro	2	1.500,00	0,007
4.1.5 Desenvolvimento social	h) Educação ambiental dos empregados e moradores	2	0	0,000
	i) Aplicação do BIM na gestão integrada do empreendimento	3	20.126,00	0,100
4.1.6 Inovação	j) Ferramentas digitais voltadas a prática de sustentabilidade	2	1.750,00	0,008
Total		30	1.420.119,76	6,78

Fonte: A autora (2022)

Através da Tabela 9 pode-se verificar o custo de cada critério adotado para aumento de nível com base nos parâmetros intitulados pelo checklist do Selo Casa Azul + Caixa e o seu determinado percentual relativo relacionado com o custo do total da obra. O custo total dos critérios sugeridos foi de R\$ 1.420.119,76, ou seja 6,78% do custo total da obra e uma pontuação de 30 pontos.

Verifica-se uma variação de custo de R\$ 0 (zero) quanto à educação ambiental dos empregados e moradores, até o máximo de R\$ 661.000,00 (3,15% do custo da obra), relativo ao sistema de aquecimento solar. Dos 10 critérios sugeridos, 9 tem um custo menor do que 3%.

Para atingir a gradação Safira, seria necessário atingir mais 5 pontos e o custo seria de no mínimo R\$ 20.126,00 reais, ou seja, menos que 1% do custo total da obra.

A Categoria Diamante poderia ser obtida com o atendimento a critérios elencados na Tabela 9 que resultariam em 25 pontos, com custo mínimo de R\$ 1.268.369,38 reais, ou seja, 6% do custo total da obra.

Os resultados deste estudo mostram ser economicamente viável aderir a soluções mais sustentáveis, inclusive nas habitações de interesse social. Para tanto, é importante incentivar todas as partes envolvidas no processo (poder público, órgão financiador, construtoras e sociedade).

5 CONCLUSÕES

Neste artigo foram propostas melhorias de práticas sustentáveis fundamentadas nos critérios estabelecidos pela certificação ambiental Selo Casa Azul + Caixa e sua viabilidade econômica, aplicada ao empreendimento condomínio Parque Caminho das Orquídeas. Os estudos consistiram na avaliação, proposição de soluções e análise da viabilidade econômica.

No critério “Qualidade urbana e bem-estar”, a pontuação total obtida pelo empreendimento foi de 20 pontos, com isso obtém o indicador #mais nesta categoria. Em “Eficiência energética e conforto ambiental” foi atingida a pontuação total de 21 pontos, portanto maior do que a pontuação mínima de 20 pontos e obtendo o #mais nessa categoria. A pontuação total do critério de “Gestão eficiente da água” foi de 5 pontos, não atingindo a quantidade mínima de 12 pontos. Os critérios do item “Produção sustentável” obtiveram o indicador #mais por possuir 17 pontos, que é maior que quantidade mínima de 14 pontos. O item “Desenvolvimento social” atingiu 5 pontos de um mínimo de 13 pontos e o item “Inovação” atingiu 7 pontos de um mínimo de 10 pontos. O indicador #mais foi obtido nos temas “Qualidade urbana e bem-estar”, “Eficiência energética e conforto ambiental” e “Produção sustentável”. A obra não possui critério bônus.

Nos itens do checklist do Selo Casa Azul + Caixa, a obra atingiu 75 pontos mais 3 indicadores #mais, atingindo a gradação Topázio. Com 80 pontos a gradação seria Safira e para ser um empreendimento Diamante teria que obter 100 pontos e indicador #mais inovação. Devido ao aumento dos custos de serviços e mão de obra e a mudança nos parâmetros de checklist do Selo, ficando mais rigoroso nos critérios e pontuações a obra não conseguiu atingir a gradação do empreendimento da mesma construtora, entregue no ano de 2020, o Parque Caminho das Aroeiras que alcançou a gradação Ouro, atual Safira.

O custo total dos 10 critérios sugeridos para atendimento é de R\$ 1.420.119,76, ou seja 6,78% do custo total da obra, sendo que 9 deles tem um custo menor do que 3%. Para atingir a gradação Safira, seria necessário atingir mais 5 pontos e o custo de no mínimo R\$ 20.126,00 reais, ou seja, menos que 1% do custo total da obra. A Categoria Diamante poderia ser obtida com mais 25 pontos, e essas medidas gerariam um custo mínimo de R\$ 1.268.369,38 reais, ou seja, 6% do custo total da obra, mostrando ser economicamente e socialmente viável aderir a soluções mais sustentáveis, inclusive nas habitações de interesse social.

REFERÊNCIAS

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 5626: **Instalação predial de água fria**. Rio de Janeiro, 1998.

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575: **Edificações habitacionais - Desempenho**. Rio de Janeiro, 2021.

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220-3:2005 – Desempenho térmico de edificações – Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social**. Disponível: <https://edisciplinas.usp.br>. Acesso em: 19/02/2022

ABNT, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9062:2017–Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado**. Disponível: http://professor.pucgoias.edu.br/sitedocente/admin/arquivosUpload/14026/material/NBR9062_2017.pdf. Acesso em: 19/02/2022

AGÊNCIA SENAD. **Lei obriga novos prédios a adotar hidrômetros individuais**. Disponível: <https://www12.senado.leg.br/noticias/materias/2016/07/13/lei-obriga-novos-predios-a-adotar-hidrometros-individuais>. Acesso em: 08/03/2022

AMBIENTE BRASIL. **Construção Sustentável**. 2011. Disponível em: <http://www.ambientebrasil.com.br/>. Acesso em: 30/03/2022

BARATELLA, P. R. M. **Análise do Desenvolvimento de Indicadores para A Avaliação de Sustentabilidade de Edifícios Brasileiros.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil, na Área de Concentração em Arquitetura e Construção) - Universidade Estadual de Campinas, 2011.

BELLO, Ângelo Augusto Caldas, FREITAS, Vanessa Saback. **Análise da viabilidade econômica de certificação ambiental de empreendimentos habitacionais de interesse social na região metropolitana de Salvador** Orientadora: Dayana Bastos. 2013. 26f. TCC (Graduação) - Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2013. Disponível: http://www.getec.eng.ufba.br/wp-content/uploads/2016/08/BelloFreitasCosta_2014.pdf. Acesso em: 20/02/2022

BRASIL. Ministério das Cidades/Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República. **Pesquisa de satisfação dos beneficiários do Programa Minha Casa Minha Vida** /editado por Fernando Garcia de Freitas e Érica Negreiros de Camargo – Brasília, DF: MCIDADES; SNH; SAE-PR; IPEA, 2014 120 p., 27 cm

CAIXA. Caixa Econômica Federal. **Guia do Selo Casa Azul +Caixa.** Caixa econômica federal, São Paulo, v. 010. 2022. https://www.caixa.gov.br/Downloads/selo_casa_azul/guia-selo-casa-azul-caixa.pdf. Acesso em: 13/05/2022

CAIXA. Caixa Econômica Federal. **Selo casa azul: boas práticas para habitação mais sustentável.** Caixa econômica federal, São Paulo, v. 1, p. 1-204, jan. 2010.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Índice nacional da construção civil em 2021.** Disponível: <https://cbic.org.br/acervo/>. Acesso em: 27/03/2022

CIB / UNEP – IETC. The International Council for Research and Innovation in Building and Construction / United Nations Environment Programme International Environment Technology Centre. Agenda 21 for Sustainable Construction in Developing Countries – A Discussion Document. Pretoria, South Africa: CSIR, 2002.

COMPANHIA DE ELETRICIDADE DE PERNAMBUCO. **Tabela De Tarifas De Energia Elétrica.** Disponível: https://servicos.neoenergiapernambuco.com.br/residencial-rural/Documents/Tarifas%202021/01_CELPE_TARIFAS_DE_ENERGIA_ELETRICA_GRUPO_B%20ABRIL_2021_REH_N2861.pdf. Acesso em: 24/03/2022

COMPANHIA ELETRICIDADE DE PERNAMBUCO. **Como Calcular o Consumo de Energia.** 2022. <https://servicos.neoenergiapernambuco.com.br/portal-imobiliario/servicos-ao-cliente/Paginas/calcular-consumo.aspx>. Acesso em: 20/04/2022

DINAMARCO, C. P. G. **Selo Casa Azul certificação ambiental: estudo de caso.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica, Programa de Engenharia Ambiental, Rio de Janeiro, 2016. 165 p.

DUARTE, F. 2016. **A certificação ambiental selo casa azul em habitação de interesse social.** Trabalho de conclusão de curso. Engenharia Civil, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS). 97 p.

DUNDI, Guilherme Perego; PEINADO, Hugo Sefrian. **Sustentabilidade na Habitação de Interesse Social: abordagem a partir do Selo Casa Azul**. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2019.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, Centro de Estatística e Informações. **Déficit habitacional no Brasil 2009** - Belo Horizonte, 2012. BELO HORIZONTE, 2012. 200p.

JOHN, V.M.; PRADO, R.T.A. **Selo Casa Azul – Boas práticas para habitação mais sustentável** São Paulo: Páginas & Letras - Editora e Gráfica, 2010.

PLATAFORMA ORÇAFASCIO.

Disponível: <https://app.orcafascio.com/orc/orcamentos/6265af6f2325b45dd9dae707>. Acesso em 25/03/2022.

PORTAL G1. **Tempo médio de banho**. Disponível:

<http://g1.globo.com/bemestar/noticia/2011/11/tomar-um-banho-por-dia-durante-5-minutos-e-com-agua-morna-e-o-ideal.html>. Acesso em: 25/03/2022

PORTAL G1. **Como economizar água**. Disponível: <http://g1.globo.com/sao-paulo/blog/como-economizar-agua/post/como-economizar-com-sistema-de-reuso-de-agua-para-descarga-e-limpeza.html>. Acesso em: 02/04/2022

SANTOS, Cláudio Hamilton M. **Políticas federais de habitação no Brasil: 1964/1998**. Texto para discussão no 654. Brasília: IPEA (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada), 1999.

SMOLKA, Martin O. **Para uma reflexão sobre o processo de estruturação interna das cidades brasileiras: o caso do Rio de Janeiro**. Revista Espaço e Debates, n. 21. São Paulo: Cortez, 1987.

TALENT.COM. **Salário médio de técnico em informática em Brasil 2022**. Disponível: <https://br.talent.com/salary?job=t%C3%A9cnico+em+inform%C3%A1tica>. Acesso em 02/04/2022

ÉRIKA JULLIANY DE OLIVEIRA MENDES

**CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL SELO CASA AZUL + CAIXA DE UM
EMPREENHIMENTO HABITACIONAL DE INTERESSE SOCIAL NA CIDADE DE
CARUARU, PERNAMBUCO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Engenharia Civil do
Campus Agreste da Universidade Federal de
Pernambuco – UFPE, na modalidade de artigo
científico, como requisito parcial para obtenção
do grau de Bacharel em Engenharia Civil.

Área de concentração: Tecnologia Ambiental

Aprovado em 26 de maio de 2022.

Prof. Dra. Maria Isabela Marques da Cunha Vieira Bello (Orientadora)
Núcleo de Tecnologia, Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dra. Renata Maciel de Melo (Avaliadora)
Núcleo de Tecnologia, Universidade Federal de Pernambuco

Prof. M. Sc. Raimundo Paulo da Silva Júnior (Avaliador)
Habite-se Engenharia e Empreendimentos
Faculdade de Integração do Sertão (FIS)