



**FACULDADE ARI DE SÁ**  
**CURSO DE ENGENHARIA CIVIL**

**FRANCISCO ROBSON VIEIRA DA SILVA**

**APLICABILIDADE DO SELO PROCEL EDIFICA EM UM PROJETO**  
**RESIDENCIAL UNIFAMILIAR**

**FORTALEZA/CE**

**2021**

**FRANCISCO ROBSON VIEIRA DA SILVA**

**APLICABILIDADE DO SELO PROCEL EDIFICA EM UM PROJETO  
RESIDENCIAL UNIFAMILIAR**

Projeto de Pesquisa apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Faculdade Ari de Sá, como requisito parcial da disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II.

Orientador (a): Dra. Emmanuelle de Oliveira Sancho.

FORTALEZA/CE

2021

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me conceder força diariamente para os dias de trabalho e estudos, o desejo de vencer e sempre mantendo a fé nas conquistas futuras, me abençoando com saúde, me concedendo sabedoria e discernimento nos diversos momentos da minha vida.

A minha filha Maria Anabelly, que é o bem mais precioso que possuo e que penso a todos os instantes e quando penso nela cada vez mais sinto vontade de vencer na vida, para que a mesma siga o meu exemplo e a vontade de conquistar sem prejudicar ninguém. É minha motivação ao acordar e seguir ao trabalho e no fim do dia seguir os estudos, sendo bem carinhosa e educada enchendo esse meu coração de alegria.

Ao meu anjinho Francisco Rian, o qual teve três dias no mundo conforme a vontade de Deus, trouxe muita alegria e ensinamento que levo para o resto da vida, um pequeno ser que lutou, mas foi para junto do pai eterno e dos demais anjos para me proteger e os demais familiares.

Aos meus pais, Assis e Aldeniza que me presentearam com suas orações e motivações para as conquistas que a vida oferecia, sempre foram exemplos de pessoas honestas, firmes, humildes e trabalhadoras que nunca deixaram faltar o pão de cada dia na mesa. O incentivo para sempre trabalhar e ganhar meu próprio dinheiro de forma justa e honesta, incentivando aos estudos. Sinto uma felicidade sem tamanho poder retribuir e sentir a felicidade que os mesmos celebrarão ao me ver com esse título tão sonhado e agora conquistado.

Aos meus irmãos, Rubens, Ronald e Bruna, que receberam as mesmas orientações e seguem suas vidas honestas, onde sempre incentivei para que busquem a vitória.

A minha anjinha, Maria Cecilia que durante o pouco tempo que teve conosco na terra, trouxe alegria para os familiares e mostrou muita força no tratamento da doença que a levou a morte de uma forma tão precoce. As alegrias que causou até para quem não a conhecia pessoalmente. E hoje tenho meu sobrinho Antonio Renan, que veio para mostrar que nada é impossível e mostrar que a vida é além do que imaginamos, veio com saúde e uma alegria transparente.

Aos meus tios e tias, onde sinto o amor e a torcida para minhas conquistas, sou muito grato pelos pensamentos positivos e as demonstrações de carinho.

Agradeço em nome do Coordenador do Curso de Engenharia Civil da (FAS) o professor Leonardo Tavares a todos os professores e professoras que não mediram esforços para contribuir com o futuro de vários alunos, em especial a minha orientadora Emmanuele Sancho, que de pronto aceitou o convite para contribuir com seus conhecimentos ajudando a transmitir de maneira clara, com atenção e paciência, muito obrigado.

Aos meus colegas de faculdade, que nesses longos anos conseguiram vencer também com dificuldades, e com certeza sentindo mesmo gosto da conquista o qual hoje também sinto.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	8
1.1 DELIMITAÇÃO DO TEMA .....	9
1.2 PROBLEMATIZAÇÃO.....	9
1.3 JUSTIFICATIVA.....	10
2. OBJETIVOS.....	10
2.1 Objetivo geral.....	10
2.2 objetivos específicos.....	11
3. REFERENCIAL TEÓRICO .....	11
3.1 CONCEITO DE SUSTENTABILIDADE .....	11
3.1.2 Sustentabilidade na construção civil .....	13
3.1.3 Surgimento de construção sustentável .....	13
3.4 DESCRIÇÃO DOS DELOS MAIS ATUAIS DE SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CÍVIL.....	15
3.5 SELO PROCEL EDIFICA.....	16
3.5.1 Conceito do selo procel edifica .....	16
3.5.2 Surgimento do selo procel edifica .....	17
3.5.3 Exigências e benefícios do selo Procel Edifica.....	18
4. METODOLOGIA .....	20
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	20
5.1 considerações iniciais.....	20
5.2 EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL UNIFAMILIAR .....	20
5.2.1 Descrição e definição .....	20
5.2.2 Detalhamento da edificação .....	23
5.3 Análise do projeto e preenchimento da planilha de análise do nível de eficiência energética quanto à envoltória da edificação.....	33
5.4 Sugestões de Alterações no Projeto para o alcance do Selo Procel Edifica-Nível B quanto à envoltória.....	40
6. CONCLUSÃO .....	44
REFERÊNCIAS .....	46

## RESUMO

A construção civil possibilita relevantes avanços a uma sociedade. As construções alusivas a esse setor embalam especialmente o desenvolvimento econômico e geram oportunidades de emprego, dessa forma, englobam também o pilar social. Entretanto, da mesma forma que os avanços são significativos, a degradação ambiental provinda dessas atividades é absurda. Tendo como motivação a apreensão com o meio ambiente, manifestou-se o termo sustentabilidade, que é, em sua essência, uma conscientização em agregação com uma série de ações e medidas que visam facilitar o uso racional dos recursos naturais. Para que sucedesse um controle e incentivo maior a essas medidas, apresentaram as certificações ambientais, aquecendo o mercado em questão e propiciando o aparecimento de construções sustentáveis. O Programa Nacional de Eficiência Energética em Edificações — PROCEL EDIFICA, foi fundado em 2003 pela ELETROBRAS/PROCEL e sugere que haja uma maior eficiência energética nas edificações. A partir da criação do programa, surgiu o Selo Procel Edifica, etiquetando as edificações que apresentarem eficiência energética em seu método construtivo e em sua utilização. O Selo Procel Edifica é mais um tipo de certificação ambiental que visa a redução do impacto ambiental. Este trabalho examina a aplicação do Selo Procel Edifica em um projeto residencial, este, destinado a classe C. A aplicação do Selo foi analisada quanto à envoltória da edificação, a planilha de análise foi completada por intermédio dos dados apurados no projeto de arquitetura do residencial. Ao final da análise, foi proposto alterações no projeto como fase de detalhamento da edificação para que se alcance o nível máximo em eficiência energética quanto à envoltória.

**Palavras – Chave:** Sustentabilidade. Construção Sustentável. Construção Civil. Selo Procel Edifica. Certificação Ambiental.

## **ABSTRACT**

Civil construction enables relevant advances for a society. The constructions alluding to this sector are particularly supportive of economic development and generate employment opportunities, thus also encompassing the social pillar. However, just as the advances are significant, the environmental degradation resulting from these activities is absurd. Having as motivation the apprehension with the environment, the term sustainability was expressed, which is, in its essence, an awareness in aggregation with a series of actions and measures that aim to facilitate the rational use of natural resources. In order to achieve greater control and encouragement to these measures, they presented environmental certifications, heating up the market in question and enabling the emergence of sustainable constructions.

The National Program for Energy Efficiency in Buildings – PROCEL EDIFICA, was founded in 2003 by ELETROBRAS/PROCEL and suggests that there is greater energy efficiency in buildings. From the creation of the program, the Procel Edifica Seal was created, labeling the buildings that present energetic efficiency in their construction method and in their use. The Procel Edifica Seal is another type of environmental certification aimed at reducing environmental impact. This work examines the application of the Procel Edifica Seal in a residential project, this one intended for the C. The application of the Seal was analyzed regarding the building envelope, the analysis worksheet was completed through the data collected in the residential architecture project. At the end of the analysis, changes to the project were proposed as a phase of detailing the building in order to reach the maximum level of energy efficiency regarding the envelope.

**Words – Key:** Sustainability. Sustainable construction. Construction. Procel Edifica Seal. Environmental Certification.

## 1. INTRODUÇÃO

A partir das primícias, a engenharia civil, por intermédio de suas construções sejam elas pesadas ou leve, está aplicado na rotina das civilizações. Em nenhum momento houve qualquer preocupação com a exploração desenfreada de matéria prima, na qual devido às acentuadas modificações feitas pelo homem na natureza, trouxeram prejuízos que transpuseram gerações, em consequência, após séculos de evoluções contínuas, há atualmente um cuidado significativo em relação ao meio ambiente. (KELLER, 2018).

Conforme Keller (2018), esta unidade tem o intuito de exibir a devida contextualização acerca do estudo do Selo Procel Edifica, com ênfase nos critérios para a sua obtenção e a sua aplicação nas edificações, de modo a trazer concepções de sustentabilidade e construção sustentável para situar o tema de estudo, carecendo de uma justificativa na qual irá demonstrar a relevância da pesquisa, como também os objetivos a serem alcançados, utilizando a metodologia de estudos em diversas pesquisas e transparecendo a organização estrutural do trabalho.

A energia elétrica passou a ser empregue na idade médio-contemporânea com a finalidade de oferecer acertadamente transmissão no campo das comunicações, ou seja, fornecer energia para os telefones elétricos. Dessa forma, precisamente a partir de 1882, a energia de fato passou a ser utilizada, pois Thomas Edson construiu as primeiras usinas geradoras através de corrente contínua com a finalidade de iluminação (WALTER, 2018).

O Brasil, no ano de 2021, vive uma nova crise energética, com perigo da ocorrência de apagão. Essa conjuntura tem como uma de suas causas, a maior crise hídrica do país nas últimas nove décadas, assinalada pela escassez de chuvas e atenuação do nível dos reservatórios das hidrelétricas. A alta submissão da fonte hídrica, apesar de ser menor do que na crise de 2001, e a falta de organização e ação rápida agravaram a crise energética.

As medidas adotadas até o momento visam ao acionamento das termelétricas, o que acarreta a criação de barreiras tarifárias, encarecendo as contas do consumidor final, e implica as pessoas a mudarem seus hábitos diários de forma a economizar, e também ao racionamento voluntário de energia. Além do mais, especialistas acredita que o risco de pausa repentina do abastecimento de energia ainda está presente, e assim continuará nos próximos meses no caso de que não haja ampliação das políticas de racionamento. (ALBURQUEQUE, 2021).

Já na visão de Lamberts, (2016), em vinculação ao uso da energia elétrica na construção civil é conspícuo que nas últimas décadas esse setor vem se sobressaindo pela alta imposição energética em suas edificações, pois ela permite celeridade na execução de serviços.

É admissível assinalar o avanço tecnológico nos equipamentos empregados nas edificações em geral. Constata-se que houve uma ampla substituição das ferramentas arcaicas por um maquinário de grande produtividade e modernidade, sendo estes, na sua maioria utilizando energia elétrica. (LAMBERTS, 2016).

A construção civil possui lugar de evidência entre as indústrias poluidoras do meio ambiente, enfrentando um grande desafio ao tentar aumentar a eficiência energética durante e após a execução da obra, pois, necessita de uma das maiores demandas energéticas no mundo (RUIZ, 2014).

Para Dias (2017), o termo sustentabilidade é a precaução de determinado bem, à conservação de determinado material, matéria-prima para a produção do mesmo bem, é a conservação de determinados produtos, bens, materiais ou imateriais, com o intuito de não o perder com o passar dos tempos, evitando-se, assim, a escassez ou a extinção de bens necessários.

A partir deste Programa, surgiu, em 2003, o Selo Procel Edifica. Trata-se de um utensílio de adesão voluntária que visa identificar edificações com melhores resultados em eficiência energética. (PROCEL-INFO, 2016) Com este selo, espera-se que haja uma motivação do mercado consumidor em investir e usufruir de imóveis mais eficientes.

Assim sendo, contesta-se a importância do Selo Procel Edifica na seara da construção civil em harmonia com o meio ambiente, cuja adequação para a obtenção do selo ocasiona impactos nas edificações, destacando-se, os econômicos custo e faturamento e ambientais sustentabilidade, além de permitir que a construtora se conceitue no mercado como empresa geradora de obras limpas e sustentáveis.

## **1.1 DELIMITAÇÃO DO TEMA**

Este estudo limitou-se em buscar elucidar a aplicação do selo Procel Edifica em um projeto residencial bem como a execução do mesmo.

## **1.2 PROBLEMATIZAÇÃO**

No segmento dessa conjuntura, uma forma de aumentar a vida útil com a utilização da sustentabilidade, é necessário a aplicabilidade do selo para um padrão de construção.

### **1.3 JUSTIFICATIVA**

O Selo Procel Edifica é um utensílio imprescindível para que haja ganho na economia de energia elétrica e no uso racional da mesma. A etiquetagem possibilita um aquecimento no mercado sustentável e faz com que os imóveis mais eficientes sejam mais frequentes e assim, possa haver uma significativa redução do uso de energia elétrica nas edificações.

Conforme a informação acima mencionada, nota-se o quanto o Selo Procel Edifica pode gerar de benefícios à população, ao Estado e ao meio ambiente, uma vez que os dados relatam a elevada proporção de uso da energia elétrica entre as edificações e as demais demandantes de eletricidade. Ainda sobre os impactos socioambientais, as ações e práticas para redução do excessivo uso de energia nas edificações, o selo proporciona um padrão de construção, com a otimização da edificação para que haja uma maior eficiência energética e conseqüentemente um aumento na proteção do meio ambiente, resguardando e poupando os recursos naturais.

O Selo Procel Edifica tem a necessidade de ser mais estudado, difundido e implantado por construtoras ou construtores autônomos para que se fortaleça o conceito e os benefícios oriundos da construção sustentável.

## **2. OBJETIVOS**

Este capítulo abordará os principais objetivos que se pretende alcançar com a elaboração desta pesquisa, sendo constituído por objetivo geral e específicos.

### **2.1 Objetivo geral**

O objeto geral desse trabalho é adequar um projeto residencial unifamiliar aos critérios exigidos para a obtenção do Selo Procel Edifica. Além disso, o trabalho dispõe de um enfoque no conceito de sustentabilidade na construção civil, onde busca é garantir que antes, durante e após as construções, sejam feitas ações que reduzam os impactos ambientais, potencializem a viabilidade econômica e proporcionem uma boa qualidade de vida para as gerações atuais e futuras. Visando ainda, os processos necessários para obtenção do selo de sustentabilidade, em específico o Selo Procel Edifica.

## 2.2 Objetivos específicos

- Realizar as devidas alterações dos projetos necessários para obtenção do selo Procel edifica;
- Analisar os projetos da edificação;
- Mensurar os custos decorrentes das alterações sugeridas para o alcance do selo;

## 3 REFERÊNCIAL TEÓRICO

Neste capítulo será desenvolvida a fundamentação teórica com base em materiais bibliográficos de diversos autores que abordam a temática desta pesquisa de maneira direta ou indireta.

### 3.1 CONCEITO DE SUSTENTABILIDADE

De acordo com Agopyan, (2017), o conceito de sustentabilidade parte da ideia de estabilidade entre o consumo e a preservação dos recursos naturais, ou seja, determinar formas e métodos que permitam a utilização de materiais naturais sem comprometer a rica fonte geradora de todos esses insumos essenciais ao desenvolvimento global.

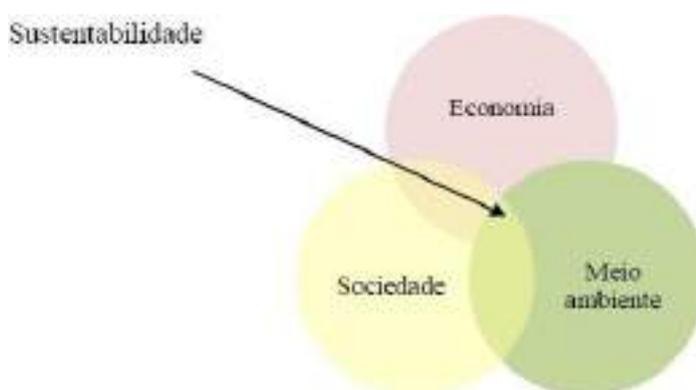
Sustentabilidade significa a probabilidade de se obterem continuamente condições iguais ou superiores de vida para um grupo de pessoas e seus sucessores em dado ecossistema. Tal concepção equivale à ideia de manutenção de nosso sistema de suporte da vida. Principalmente, trata-se do reconhecimento do que é biofísicamente possível em uma perspectiva de longo prazo. (CAVALCANTI, 2021).

Apesar disso, é prescindível ressaltar que se faz necessária uma plena conscientização com base nos fundamentos de sustentabilidade destinada à sociedade em sua totalidade, e aos geradores de impactos ambientais para que ocorra o que se chama de desenvolvimento sustentável. (AGOPYAN, 2017)

No sentido de ratificar a definição e o comentário anteriormente expostos, onde se apresenta a sustentabilidade inserida na aplicação do desenvolvimento sustentável, segundo Boff (2017) a sustentabilidade é: o agrupamento dos processos e ações que se definem a manter a vitalidade e a integridade da Mãe Terra, a precaução de seus ecossistemas com todos os elementos físicos, ecológicos e químicos que permitem a existência e a reprodução da vida, o atendimento das necessidades da presente e das futuras gerações, e a continuidade, a expansão e a realização das potencialidades da civilização humana em suas expressões sustentáveis.

A Figura 1 exibe com maiores minúcias as relações que envolvem o desenvolvimento sustentável. É preciso a interação da Sociedade, da Economia e do Meio Ambiente para que essa unidade entre elas possa propiciar o elo de ações, são elas: Justiça sócio ambiental. Inclusão Social e a Eco Eficiência, com todos os vínculos trabalhando de forma efetiva, surge no ponto comum a todas as relações, o desenvolvimento sustentável

Figura 01: Relação do Desenvolvimento Sustentável.



Fonte: JEREISSATI, **Relação de desenvolvimento sustentável**, 2016.

Em analogia com Jereissati (2016), a função primordial do desenvolvimento sustentável é assegurar que a sociedade possa viver com dignidade, controlando, limitando e conscientizando a utilizar de forma racional os recursos naturais, sem obstruir o aquecimento econômico.

Estabelecer ferramentas de prevenção, a fim do que haja um impedimento ou redução da deterioração. Dessa forma, alavancar a economia, com a devida responsabilidade deviabilizar ou desenvolvimento sustentável.

A respeito dos conceitos e definições apresentadas, a sustentabilidade não se apresenta apenas como uma idealização, mas se faz de extrema necessidade para assegurar a saúde, bem estar da sociedade e segurança, o crescimento contínuo da economia, a qualidade dos materiais naturais e a garantia disso tudo às gerações posteriores. (ARAÚJO, 2016).

### **3.1.2 Sustentabilidade na construção civil**

De acordo com Golçaves (2015), a sustentabilidade, abrange todas as searas, dentre elas, a construção civil. Nota-se que a construção civil detém de uma importância considerável se tratando ao desenvolvimento sustentável, pela ocorrência desse setor ser uma tendência crescente no mercado, quanto mais construção, melhor para o desenvolvimento econômico, desde que esse crescente desenvolvimento não acarrete impactos bruscos ao meio ambiente.

A construção sustentável se expande por intermédio das ações que admitem à construção civil criar ou buscar meios viáveis para suas obras, sem abalar severamente o meio ambiente, com a utilização da tecnologia em seu favor, selecionando seus fornecedores e materiais, isto é, destinando construções para acatar às necessidades de seus usufrutuários, poupando também o meio ambiente (VALENTE, 2019).

Conforme Pinheiro (2018) as construções civis, em especial as empresas, precisam alterar a forma de conduzirem e gerirem as obras. Para que esse setor seja apontado como sustentável é básico um estudo progressivo dos impactos que ela pode interferir ao meio ambiente, devendo ser analisado em ligação com os fatores qualidade, tempo e custo, o desenvolvimento sustentável. Assim, no momento que o setor da construção civil agregar a sustentabilidade as suas exigências principais, de fato se terá construção sustentável.

Na visão de Araújo (2016), a construção sustentável possibilita influências no meio ambiente, sendo que essas intervenções respondem as necessidades das habitações e edificações que o homem efetua, sendo que esse uso não esgota os recursos naturais, pelo inverso, os meios aplicados promovem a preservação, pois se faz uso de eco materiais, de soluções tecnológicas e inteligentes que geram o uso correto, como também se utiliza da economia de recursos finitos, reduzindo considerável a poluição.

Assimila-se com o autor que para uma construção ser denominada sustentável, ela precisa ser uma obra/construção que aplica técnicas modernas, nas quais tenham preocupações em evitar problemas socioambientais, atendendo as necessidades de seus usuários. (KEELER, 2018).

### **3.1.3 Surgimento de construção sustentável**

De acordo com A construção sustentável se concebeu no início de acontecimentos históricos, que, ao longo dos anos, fortaleceram a ideia de se desenvolver planose projetos sem exaurir os recursos naturais disponíveis.

Existiu uma apreensão considerável com a possibilidade de os materiais utilizados chegarem à plena escassez, e por isso, foi considerado a opção de estudar novos meios que garantissem o desenvolvimento desses projetos e conseqüentemente econômico, resguardando a fonte, agora esgotável, de matérias primas provenientes da natureza. (RABELO, 2016).

A partir disso teve início o período histórico com a primeira crise do petróleo, em meados da década de 1970, pelo fato do uso incontrolável deste recurso natural, sendo que, naquela época, não se tinha instigado que o petróleo se tratava de uma substância finita.

Com isso, foi lidada a necessidade de buscar alternativas para o uso consciente dos materiais naturais, a fim de preservá-los e mantê-los ainda em grandes quantidades para não abalar o desenvolvimento econômico e ao mesmo tempo não desse fim às matérias primas oriundas da natureza. As medidas alternativas adotadas também foram disseminadas para a construção civil, onde, pela primeira vez, trouxeram o termo construção sustentável (GASPARETTO, 2016).

No que foi afirmado pelo o autor, torna-se claro que a crise do petróleo foi um fato determinante para que novos meios e medidas sustentáveis fossem tomadas, inclusive no setor da construção civil. (VEIGA, 2017).

Na visão de Veiga, (2017), o tratado teve grande importância, pelo fato de ser o primeiro documento que objetivou reduzir o uso de substâncias colaboradoras ao enfraquecimento da camada de ozônio. É capaz de se ver a ligação com a construção sustentável, uma vez que na construção civil são utilizados e aplicados diversos produtos que se enquadram como substâncias nocivas ao meio ambiente.

Em 1990, o *Building Research Establishment* (BRE), no Reino Unido, exibiu o primeiro método para certificação de edifícios sustentáveis, no qual foi denominado de *Building Research Establishment Environment Assessment Method* (BREEAM). Tal método, hoje conta com mais de 200 mil edificações certificadas (CIB, 2012).

Na cidade do Rio de Janeiro, em 1992, realizou-se a Eco-92, uma conferência mundial, que teve a presença diversos países como desejo de discutir ações que minimizassem os impactos ambientais. No evento foram estabelecidas inúmeras metas e também muito emitido a necessidade da relação ecologia, economia e sociedade se manter em equilíbrio (GONÇALVES, 2015).

Desse modo, de acordo com Leite (2018) é possível condensar as principais influências para o surgimento e consolidação da construção sustentável, que, hoje, é cultivado como realidade no mundo. O peso de uma edificação sustentável já impacta na valorização de uma edificação, na atualidade, uma obra que esteja em concordância com o meio ambiente, não apenas deixou de comprometer o setor econômico, mas também colabora com o aquecimento da economia e pratica as ideias que compõem o conceito de construção sustentável.

### **3.4 DESCRIÇÃO DOS SELOS MAIS ATUAIS DE SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CÍVIL**

Os selos ambientais mais empregues atualmente no Brasil são o LEED, que significa *Leadership in Energy and Environmental Design* e no qual o país contempla o 4º lugar no *ranking* entre os países onde a certificação é aplicada; o AQUA-HQE, que opera por intermédio da classificação e mensuração de seus desempenhos ambientais em várias funções certificando as construções, entre outros, como o SELO CASA AZUL e o PROCEL EDIFICA. Para Lilian, (2021), independentemente da certificação, o produto (empreendimento) necessita ser pensado desde a concepção do projeto e ele já precisa ter esse olhar para compreender os impactos na natureza e ao entorno. Se ele estiver degradado, por exemplo, é preciso pensar em como aperfeiçoar esse entorno, diante disso já é visível uma melhora o ambiente externo, uma vez que o projeto já está sendo pensado.

Selo AQUA-HQE O selo foi desenvolvido a partir da certificação francesa *Démarche HQE (Haute Qualité Environnementale)* e aplicado no Brasil exclusivamente pela Fundação Vanzolini. Institui diretrizes as quais necessitam ser seguidas desde o planejamento até a execução dos empreendimentos tornados para alto padrão, a fim de garantir um produto final com menos impacto ambiental e maior conforto aos usuários, além de melhor desempenho da edificação.

AQUA SOCIAL: Dos mesmos instituidores da certificação AQUA-HQE, o AQUA Social é uma atualidade no Brasil, aplicada exclusivamente pela Fundação Vanzolini. Lançado em 2018, ele auxilia empreendimento econômicos e residências de interesse social a ganhar a certificação ambiental.

Selo LEED: - LEED é uma cifra para Leadership in Energy and Environmental Design, traduzindo: Liderança em Energia e Design Ambiental. Criado pelo United States Green Building Council, ou mais popular como USGBC ([www.usgbc.org](http://www.usgbc.org)) em 1993, é concretado, principalmente, na eficiência energética onde dentro da certificação existem requisitos como casa, condomínio e edifícios com zero energia.

PROCEL Edifica: O Selo Procel Edificações, outorgado pela Eletrobras, identifica as edificações que apresentam as melhores classificações de eficiência energética em uma dada categoria, motivando o mercado consumidor a adquirir e utilizar imóveis mais eficientes, refere-se a um programa de governo e existe todo um arcabouço cultural e legal para conectar vários pontos, trabalha com GBC e AQUA. As certificadoras integraram os mesmos requisitos para gerar uma unidade.

Selo Casa Azul: O Selo Casa Azul é uma especificação socioambiental dos projetos habitacionais financiados pela Caixa Econômica Federal. É o aspecto que o banco encontrou de proporcionar o uso racional de recursos naturais nas construções e o desenvolvimento da qualidade da habitação. Um dos principais propósitos do selo é identificar projetos que integram soluções eficientes na construção, manutenção uso, e ocupação dos edifícios, e também realiza certificação de empreendimentos.

Cada um dos tipos de selos citados define uma série de exigências e itens para tornarem-se preenchidos pelo empreendimento que deseja se certificar. E, caso o edifício faça a solicitação, os incumbidos pelas responsabilidades dentro das entidades realizam diversas considerações nas obras para atestar o cumprimento de todos os itens. Inúmeras incorporadoras e construtoras estão se afirmando em selos de certificação sustentável como posicionamento de marca, já que carrega um viés de qualidade por se tratar de um empreendimento certificado.

### **3.5 SELO PROCEL EDIFICA**

#### **3.5.1 Conceito do Selo Procel Edifica**

Para Leite (2018), o Selo Procel Edifica se define como mais uma certificação ambiental impulsionadora na construção sustentável. A etiquetagem, que atua no emprego da energia elétrica, está sendo difundida em todo o Brasil, contribuindo para o avanço no surgimento de mais empreendimento limpos.

No ano de 2003, surgiu o Programa Nacional de Eficiência Energética em Edificações — PROCEL EDIFICA, programa oriundo da ELETROBRAS/PROCEL, que atua em colaboração com o Ministério de Minas e Energia, Ministério das Cidades, universidades, centros de estudos e instituições das searas governamental, tecnológicas, econômicas e desenvolvimento, bem como no setor da construção civil (PROCEL INFO, 2016).

Ainda sobre o conceito do Selo Procel Edifica, é denominado como um subprograma cujo objetivo principal é proporcionar a eficiência energética nas edificações. Por meio deste surgiu a Etiqueta PBE Edifica que classifica de A à E, sendo mais eficiente e menos eficiente, respectivamente. (Rangel, 2015).

Compreende-se, que o Selo Procel Edifica dentre as suas principais funções, afere apenas os fatores que interferem de forma direta no consumo de energia elétrica da edificação. A medição é realizada devidamente em 3 três aspectos: na envoltória, na iluminação e no condicionamento de ar, sendo que cada um desses sistemas recebe uma etiqueta de eficiência energética independente e que somadas, atribuem à edificação uma classificação única (BETTS, 2016).

### **3.5.2 Surgimento do Selo Procel Edifica**

O Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL) teve surgimento em 1985, tendo como pressuposto o desenvolvimento de métodos de conservação e uso consciente da eletricidade, com o intuito de buscar meios que possa combater o desperdício de energia elétrica, sendo empregue duas linhas principais, que são: uma ligada em relação ao aumento da eficiência e outra ligada às mudanças de hábitos energética de forma global. Contudo, para se obter sucesso, faz-se necessário a realização de ações educacionais, promoção do desenvolvimento tecnológico, contribuição na elaboração das leis e custeio de projetos a fim de evitar o desperdício de energia elétrica (CARVALHO, 2018).

No ano de 1993, através do Decreto Presidencial de 8 de dezembro de 1993, foi elaborado o Selo Procel de Economia de Energia. O mesmo se embasou nos resultados obtidos dos experimentos realizados pelo Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), estando sobre a coordenação do Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO).

O Inmetro é o órgão responsável por classificar e analisar os equipamentos quanto à sua eficiência energética. Tal classificação se dá por nivelamento, sendo capaz de ser classificadas de “A” à “E”, para equipamentos mais eficientes aos menos eficientes (PROCEL — INFO, 2016).

De acordo com Carvalho, (2018), a criação da Etiqueta Procel de Economia de Energia, criada em 1993, teve como função primordial, indicar aos consumidores, produtos que possuem maior economia de energia em cada classe. Diante disso, cria-se um estímulo no consumo, na fabricação e na comercialização de equipamentos mais eficientes, acarretando uma redução no gasto de energia e nos impactos ambientais.

O Selo Procel Edifica, como uma ou outra certificação ambiental, dispõe de objetivo central e diversos objetivos secundários que podem ser alcançados a fim de que haja sucesso nas edificações em que o selo é aplicado. O objetivo principal do Selo Procel Edifica é limitar o consumo de energia elétrica nas edificações e proporcionar um uso racional deste bem natural, porém, os secundários também possuem uma grande relevância. (ELETROBÁS, 2021).

Portanto, Betts, (2016), determina que as prováveis aplicações do selo se mostram muito definidas e claras. É possível aplicá-lo em edificações em fase de projeto ou concluídas, contemplando (quatro) áreas, como: iluminação, condicionamento de ar, envoltória e aquecimento de água. Em cada área e em cada fase, existem diferentes critérios para concessão do selo, o que acarreta na necessidade de entender melhor como funciona os critérios para recebimento do selo.

### **3.5.3 Exigências e Benefícios do Selo Procel Edifica**

É essencial expor que para se obter o Selo Procel Edifica, é preciso que haja uma resposta positiva aos critérios estabelecidos para a concessão do mesmo. O selo pode ser atribuído tanto na fase de projeto, como posterior à conclusão da edificação. Dessa forma, nos edifícios comerciais, bem como nos públicos, são verificados 3 três sistemas: condicionamento de ar, envoltória e iluminação. (LEITE, 2018).

Identifica-se que o processo de etiquetagem em edifícios comerciais tem a opção de ser obtida de forma parcial, carecendo da contemplação da avaliação por envoltória. Já em vinculação aos edifícios residenciais, os mesmos são avaliados em dois sistemas, são eles: envoltória e sistema de aquecimento de água.

De forma geral, o selo dispõe seis searas para aferição, são elas: sistema de aquecimento de água, bombas centrífugas, envoltória, iluminação, elevadores, áreas comuns de edifícios unifamiliares (SUSTENTARQUI, 2014).

Fossati (2015) afirma que para que a edificação possa receber o Selo Procel Edifica, é preciso que seja cumprido alguns pré-requisitos globais. Conforme o tipo e nível desejado para a edificação, são exigidos alguns pré-requisitos peculiares em relação à envoltória, condicionamento de ar e iluminação.

Ao fim, algumas gratificações são verificadas a ações que potencializem a eficiência energética da edificação, alcançando a agregar até um ponto na classificação geral do edifício. No entanto, essas medidas terão que ser justificadas e a economia de energia evidenciada. Estas gratificações são relacionadas à: fontes renováveis de energias e de sistemas que aumentem a eficiência energética e racionamento de água.

Dessa forma, Rabeelo, (2016), determina que é possível verificar que a redução do consumo de energia elétrica nas edificações é o principal objetivo, porém, não é o principal benefício, pois as inúmeras benefícios relacionados ao Selo Procel Edifica, disputam entre si quais as mais interessantes. Assim, o mais interessante, além das grandes oportunidades oriundas deste selo, trata-se da difusão e da colaboração com a construção e o desenvolvimento sustentável.

## **4 METODOLOGIA**

A metodologia empregue na produção deste trabalho de conclusão de curso saiu pela escolha e confirmação do tema, em continuação, foi praticada a delimitação do tema, disponibilizando a definição do objetivo geral e específicos, bem como uma extensa pesquisa bibliográfica, utilizando o foco em artigos científicos, obras autorais, dados em *sites*, e dissertações sobre sustentabilidade e certificações ambientais na construção civil.

Em virtude do destaque da temática na prática, se faz essencial uma pesquisa de campo para se entender de fato como o Selo Procel Edifica se porta em um projeto, certificando em detalhes todas as suas características, suas exigências, os investimentos empregados, seus impactos econômicos, seus benefícios e sua eficiência.

Portanto, o estudo de caso realizado no trabalho equivale na aplicação do Selo Procel Edifica- quanto à envoltória em um projeto residencial unifamiliar. O autor do trabalho efetuou uma pesquisa de campo em uma definida obra com objetivo de coletar dados mais específicos sobre o método construtivo empregado.

## **5. RESULTADOS E DISCURSÕES**

### **5.1 Considerações iniciais**

Este presente capítulo deste trabalho trata e exhibe o projeto residencial unifamiliar estudado, realizando uma definição completa da edificação, a partir do seu projeto arquitetônico. É preciso analisar o projeto de forma a identificar se o mesmo atende às exigências impostas para a obtenção do Selo Procel Edifica.

Após a análise, é necessário seguir algumas sugestões recomendadas, com a finalidade de que os critérios estabelecidos sejam atendidos. As exigências para edificações residenciais contemplam duas áreas: sistema de aquecimento de água e envoltória.

Em razão da região ter um clima tropical quente semiárido brando, sendo atingidas médias e altas temperaturas, não é comum e não há necessidade de execução do sistema de aquecimento de água. Portanto, as alterações, responderão às exigências quanto à envoltória.

### **5.2 EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL UNIFAMILIAR**

#### **5.2.1 Descrição da edificação**

A edificação explorada e estudada trata-se de uma construção simples e de pequeno porte. O residencial é dividido em térreo e pavimento superior, com unidades de mesmas dimensões e disposições. As unidades concedem as exigências da Caixa Econômica Federal, visando o financiamento pela mesma instituição financeira.

O empreendimento é destinado à classe C, unindo a qualidade. A edificação conta com o engenheiro civil responsável Francisco Lukas Fernandes Cruz, o qual me orientou durante a fase do estudo de caso.

Imposta pela CEF e um preço de venda acessível à classe em questão. As obras tiveram início em abril de 2021 e foram concluídas em outubro de 2021, com duração de 6 (seis) meses. A edificação está localizada na Rua Dourados, 17, lote 45 - Adrianópolis, Caucaia — Ceará. As Figuras 02 e 03 mostram as fachadas frontais vistas da rua e do interior do residencial

Figura 02: Fachada frontal.



Fonte: próprio autor, 2021

Figura 03: Fachada frontal interna



Fonte: próprio autor, 2021

A edificação estudada é composta por 2 (dois) pavimentações, térreo e superior. O residencial é composto por de 8 (oito) unidades, sendo dividido em 4 (quatro) unidades por pavimento. O terreno tem a medição de 11 metros de frente por 50 metros de profundidade, abrangendo uma área total de 550m<sup>2</sup>, conforme plantade situação ilustrada na Figura 04.

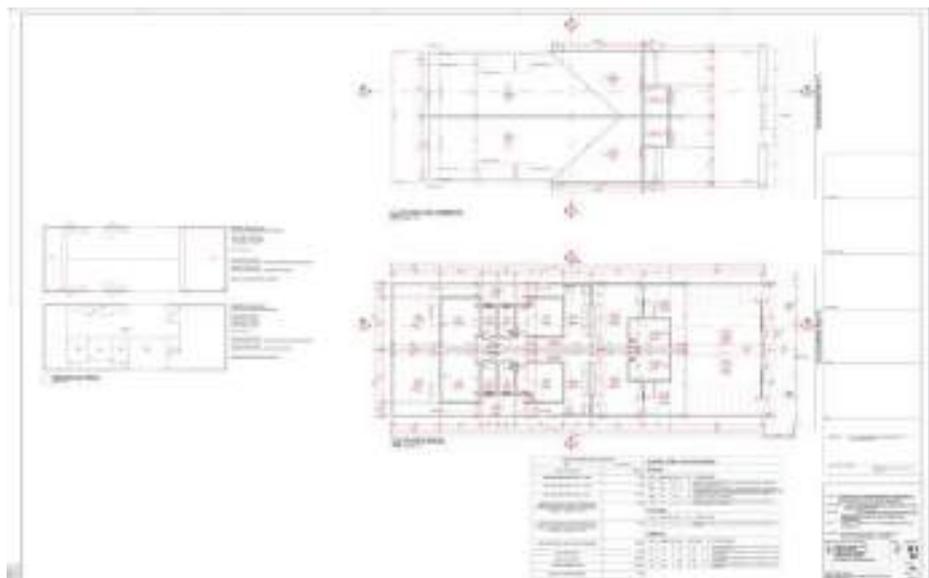
Figura 04: Planta da situação



Fonte: próprio autor, 2021

De acordo com as Figuras 05 cada unidade conta com 3 (três) quartos, sendo 1 (uma) suíte com banheiro reversível, tornando-o também social, cozinha, deck, gesso 3D, luminárias, cooktop sala de estar, e uma vaga de garagem. Cada uma das unidades do pavimento superior possui também uma pequena varanda. Para que não haja dúvidas, os projetos estão anexados a este trabalho.

Figura 05: Planta baixa pavimento térreo



Fonte: próprio autor, 2021

### 5.2.2 Detalhamento da Edificação

No terreno onde foi realizado o empreendimento, durante os serviços fundamentais, foi realizado destocamento, isto é, retirada de raízes e tocos presentes na área. Realizou-se também limpeza geral do terreno e remoção de matéria orgânica, em pequena quantidade, um volume de aproximadamente 1,5m<sup>3</sup>.

Após esses serviços iniciais, foi executada a marcação da obra, com a execução do gabarito, usando tábuas e barrotes de madeira, conforme Figura 06.

Figura 06: Marcação do terreno e escavação



Fonte: próprio autor, 2021

O modelo de fundação empregue foi uma ligação de um alicerce de concreto ciclópico, conhecido também como alvenaria de pedra, com argamassa de cimento e areia, traço 1:3, baldrame de tijolo cerâmico furado com argamassa de cimento e areia, traço 1:3, e uma cinta de impermeabilização. Esse tipo de fundação é muito frequente em obras com características semelhantes às da obra em questão. A escavação dessa fundação foi realizada manualmente. A Figura 07 demonstra a fase de fundação da edificação.

Figura 07: Levantamento do Baldrame



Fonte: próprio autor, 2021

A fase de andamento da estrutura da edificação se inicia pela concretagem de 6 (seis) pilares de amarração da fundação, iniciando abaixo da alvenaria de pedra e vindo até a altura da cinta de impermeabilização. Também foram executadas 4 (quatro) vigas de apoio próximas às escadas. Foi praticado também um *radier* no pavimento térreo a fim de possibilitar uma maior solidez ao piso deste pavimento.

A laje empregada foi a do tipo treliçada, utilizada no pavimento da cobertura. Foi executada também uma cinta de concreto armado em cada laje, contemplando todo o perímetro dos pavimentos.

O fck usado em toda a obra foi de 20Mpa e os aços escolhidos foram CA-50 e CA-60, sendo utilizadas barras de 4.2, 5.0, 8.0 e 10.0. A Figura 08 mostra uma fase de execução da estrutura.

Figura 08: Concretagem da Laje



Fonte: próprio autor, 2021

As alvenarias além de realizarem vedação e fechamento, possuem função estrutural. São constituídos de tijolo cerâmico furado (9x9x19cm) e argamassa de cimento e areia, traço 1:8, dispostas em um conjunto de parede sobre parede.

Na fase de pavimentação, foi realizado lastro de concreto de espessura 10 cm, traço 1:6 de cimento e areia grossa, regularização de contrapiso e um piso cerâmico de fabricação Elizabeth 34x34cm em toda a área do piso. Foi instalado também rodapé cerâmico, 34x34cm e de 8 cm de altura, nas áreas onde o acabamento das paredes for pintura. Nas áreas molhadas, como banheiro e cozinha, o revestimento das paredes é composto por chapisco, traço 1:3 de cimento e areia; emboço, traço 1:6 de cimento e areia fina, e revestimento cerâmico 34x34cm, do piso até o teto.

Nas áreas secas internas, é realizado uma cobertura de parede com reboco de gesso, possibilitando uma maior agilidade na execução do serviço e uma potencialização no isolamento térmico e acústico. Além disso, há também roda teto de gesso, porém, apenas nas unidades do pavimento térreo, na cozinha e na área de serviço, com finalidade de suprimir as tubulações do pavimento superior e promover um bom acabamento.

Figura 09: Pavimentação e revestimentos internos

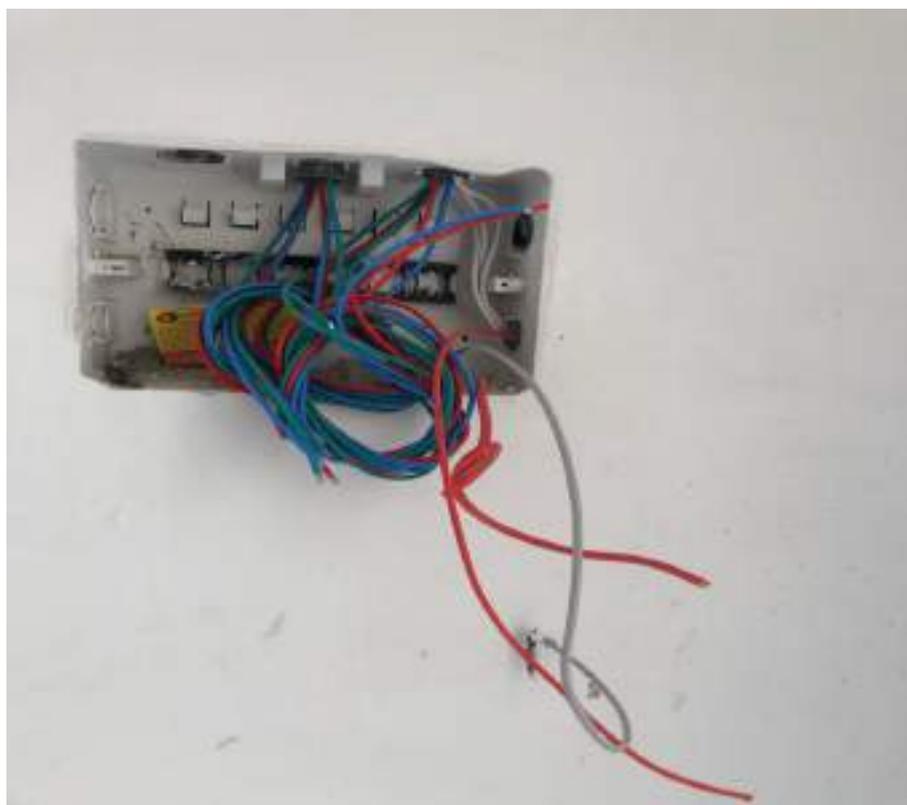


Fonte: próprio autor, 2021

Em associação às instalações elétricas, são convencionais, foram utilizados eletrodutos rígidos nas ligações dos quadros de medições até os quadros nas unidades. Foram utilizados ainda, eletrodutos flexíveis na cor laranja, reforçados, embutidos nas lajes e nas alvenarias, interligando os quadros aos pontos de funcionalidade de tomadas e interruptores. A fiação é isolada com cabo flexível de 2,5mm<sup>2</sup> e segue um padrão de cores: fase da iluminação em vermelho, fase das tomadas em verde, neutro em azul, terra das tomadas em verde e retorno da iluminação em branco.

Encontra-se um quadro geral para cada unidade, derivando dos respectivos quadros de medição. No quadro de energia de cada unidade, há a assistência de um dispositivo Diferencial Residual DR, capaz de economizar energia e proteger de possíveis descargas elétricas. A Figura 10 esclarece o quadro de energia com fiação exposta.

Figura 10: Quadro de Energia com fiação



Fonte: próprio autor, 2021

Os interruptores e tomadas são padronizados, as lâmpadas não são fornecidas, é executada somente a instalação do soquete plástico simples para receber lâmpadas de até 100 W.

É realizada uma elaboração para ar condicionado, foi executada uma tubulação unindo no quadro até uma caixa 4"x2" com tampa cega no local da instalação do ar condicionado tipo *split*, na suíte, com uma pesca de arame.

Também foi deixado um espaço discreto no quadro de energia de cada unidade para a instalação de um disjuntor. Foi executado um dreno do local do *split* até a caixa sifonada do banheiro.

Foi realizada também um preparo para chuveiro elétrico, uma tubulação ligando o quadro até uma caixa 4"x2" com tampa cega, uma pescade arame e concedendo um espaço no quadro de energia de cada unidade para uma futura instalação de um disjuntor.

Nas instalações hidros sanitárias foi estabelecido um padrão de cores: tubulação, tubulação em PVC na cor branca e para esgoto em PVC na cor marrom para água fria. O abastecimento de água do residencial é feito pela CAGECE, que alimenta as caixas d'água, no caso 1(uma) caixa com capacidade de 1000L para cada unidade. Conforme Figura 11.

Figura 11: Caixa D'água com capacidade de 1000L.



Fonte: próprio autor, 2021

As caixas de averiguação da edificação obtêm o esgoto, gordura e sabão das unidades e descartam esse material no coletor da CAGECE, pois a rua em questão possui saneamento.

Além disso, o condomínio conta com tubulações e grelhas para obter água pluvial e destinar à rua. A Figura 12 mostra obviamente as caixas de inspeção e a grelha receptora de água pluvial.

Figura 12: Caixas de Inspeção e Grelha de Água Pluvial



Fonte: próprio autor, 2021

As esquadrias e portas usadas no residencial são convencionais, as esquadrias são de alumínio na cor branca com vidro incolor de 4 mm de espessura. As portas são comuns de madeira, do tipo Paraná. A Figura 13 comprova o tipo de material empregado. As louças e metais empregados são comuns e ajustados com o padrão da edificação. A Figura 14 evidencia os produtos.

Figura 13: Porta com material de madeira



Fonte: próprio autor, 2021

Figura 14: Janelas e esquadrias



Fonte: próprio autor, 2021

As louças e metais empregados são comuns e condizentes com o padrão da edificação. A figura 15 evidencia os produtos.

Figura 15: Louças e metais



Fonte: próprio autor, 2021

As áreas internas do residencial foram pintadas com látex PVA na cor branca nas lajes e tinta acrílica semibrilho nas paredes da marca Fortex, já nas áreas externas a pintura posta foi textura acrílica, na cor branca.

A estrutura do telho se configura da seguinte forma: organização de madeira apoiada nos pilaretes de alvenaria e nas alvenarias de platibanda com beiral de 50 cm nas laterais. A estrutura de madeira é constituída de linhas e caibros, e coberta com telhas de concreto, de dimensões 42x33cm. A Figura 16 ilustra telhas adotadas.

Figura 16: Telhas de concreto



Fonte: próprio autor, 2021

É necessário fazer ainda algumas instalações, bem como uma lixeira, com ingresso interno para moradores e acesso externo para a coleta. Caixas de correspondências, medidores de energia e hidrômetros, são individualizados, a fase ainda está em execução. A Figura 17 demonstra o local em que será empregue e as instalações que ainda serão realizadas.

Figura 17: Local das instalações necessárias



Fonte: próprio autor, 2021

A rua frontal ao empreendimento é pavimentada, dispõe calçamento. A rua em questão se localiza próxima à avenida principal do bairro e possui fácil acesso à rodovia de retorno à Fortaleza-CE. Nesta mesma via, atravessa uma linha de ônibus local que faz rota entre Caucaia-CE e Fortaleza-ce. A Figura 18 expõe a rua da edificação.

Figura 18: Rua da residência



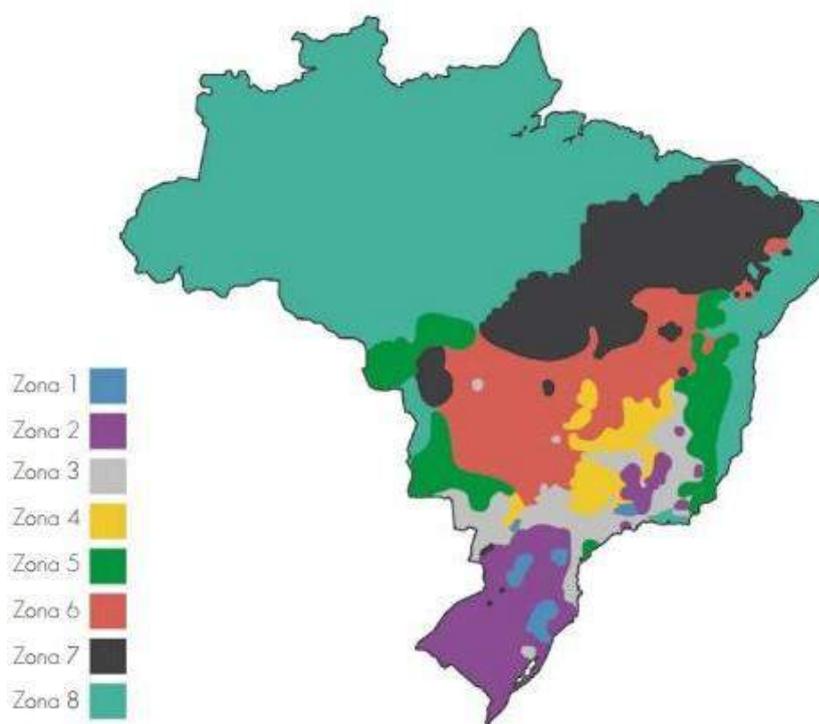
Fonte: próprio autor, 2021

### 5.3 Análise do projeto e preenchimento da planilha de análise do nível de eficiência energética quanto à envoltória da edificação.

Em primeira instância, foi executado um estudo do projeto de arquitetura do residencial. Segundo o RTQ-R - Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais, precisam ser ponderadas as Áreas de Permanência Prolongada — APP da UH, consequentemente, da residência por inteiro.

Foi iniciado então o preenchimento da planilha de análise do nível de eficiência energética apontando a zona bioclimática da região na qual se localiza a edificação e em seguida foi preenchida as lacunas estabelecidas. A Figura 19 ilustra a zona bioclimática em questão.

**Figura 19:** Zona Bioclimática de Caucaia – CE



**Fonte:** Brasil (2022)

Por motivo da disposição dos cômodos da edificação e a igualdade das dimensões das APP das unidades, foi viável tomar a residência como um único ambiente, realizando a medição das áreas de uma unidade e multiplicando pelo número total de UH's. Dessa forma a planilha foi preenchida. O Quadro 1 apresenta a planilha “Envoltória e Pré — Exigências do Ambiente”.

**Quadro 1:** Planilha de Envoltória e Pré – Requisitos do Ambiente

Zona Bioclimática	ZB	DETALHE IMPORTANTE: após os cálculos não modificar a zona bioclimática da célula E10	ZB7
Ambiente	Identificação	adimensional	PRÉDIO
	Área útil do APP	m <sup>2</sup>	298,88
Situação do piso e cobertura	Cobertura	adimensional	1
	Contato com solo	adimensional	0,5
	Sobre Pilotis	adimensional	0
Cobertura	U <sub>cob</sub>	W/m <sup>2</sup> .K	0,00
	CT <sub>cob</sub>	kJ/m <sup>2</sup> .K	1,00
	α <sub>cob</sub>	adimensional	0,00
Paredes Externas	U <sub>par</sub>	W/m <sup>2</sup> .K	2,46
	CT <sub>par</sub>	kJ/m <sup>2</sup> .K	150,00
	α <sub>par</sub>	adimensional	0,40
Característica construtiva	CT <sub>baixa</sub>	binário	0
	CT <sub>alta</sub>	binário	0
Áreas de Paredes Externas do Ambiente	NORTE	m <sup>2</sup>	170,73
	SUL	m <sup>2</sup>	170,73
	LESTE	m <sup>2</sup>	58,00
	OESTE	m <sup>2</sup>	58,00
Áreas de Aberturas Externas	NORTE	m <sup>2</sup>	42,26
	SUL	m <sup>2</sup>	21,66
	LESTE	m <sup>2</sup>	2,75
	OESTE	m <sup>2</sup>	2,75
Características das Aberturas	F <sub>vent</sub>	adimensional	0,40
	S <sub>omb</sub>	adimensional	1,00
Características Gerais	Área das Paredes Internas	m <sup>2</sup>	200,00
	Pé Direito	m	6,70
	C altura	adimensional	0,022
Características de Isolamento Térmico para ZB 1 e ZB2	isol	binário	
	vid	binário	
	U <sub>vid</sub>	W/m <sup>2</sup> .K	
Indicador de Graus-hora para Resfriamento	GHR	°C.h	B 16867
Consumo Relativo para Aquecimento	CA	kWh/m <sup>2</sup> .ano	Não se aplica 0,000
Consumo Relativo para Refrigeração	CR	kWh/m <sup>2</sup> .ano	Não se aplica 0,000

Fonte: Autor (2022).

A planilha de “Pré — exigências por ambiente” foi alimentada com todos os dados do projeto em concordância com os itens exigidos pela própria planilha. O Quadro 5 retrata a inserção dos dados.

**Quadro 2:** Planilha de Pré – exigências por ambiente

Pré-requisitos por ambiente			
Pré Requisitos da Envoltória	Paredes externas	CT paredes externas	150
		Upar, CTpar e apar atendem?	Sim
	Cobertura	Ucob, Ctcob e acob atendem?	0
		Fatores para iluminação e ventilação natural	O ambiente é um dormitório?
	Há corredor no Ambiente?		Não
	Se sim, qual é a AU amb sem contar a área deste corredor?		0
	Iluminação Natural	Área de abertura para iluminação [m <sup>2</sup> ]	53,58
		Ai/Auamb (%)	17,93
		Atende 12,5%?	
	Ventilação Natural	Área de abertura para ventilação	53,58
		Av/Auamb (%)	17,93
		Atende % mínima?	Sim
		Tipo de abertura	JANELA E PORTA
		Abertura passível de fechamento?	Sim
		ZB8 ou média mensal de temperatura mínima acima ou igual a 20°C?	Sim
Atende?		Sim	

Fonte: Autor (2022).

Logo após, foi efetivado preenchimento da planilha de “Pré – Requisitos da envoltória”, os dados empregues foram retirados do projeto de arquitetura e verificados também em campo. O Quadro 3 demonstra essa etapa da avaliação

**Quadro 3:** Planilha de Pré – Requisitos da envoltória

Pré Requisitos da Envoltória	Medição individual de água?		Sim
	Medição individual de energia?		Sim
	Ventilação Cruzada	Área Aberturas orientação Norte	42,46
		Área Aberturas orientação Sul	21,66
		Área Aberturas orientação Leste	2,75
		Área Aberturas orientação Oeste	2,75
		A2/A1	0,639660857
	Atende A2/A1 maior ou igual a 0,25?		Sim
	Banheiros com Ventilação Natural	Nº BWC	8
		Nº Banheiros com ventilação natural	8
Atende 50% ou mais dos banheiros com ventilação natural?		Sim	

Fonte: Autor (2022).

Com a finalização desse sistema é calculada uma pontuação considerada resultante das planilhas preenchidas, essa pontuação condiz ao Equivalente Numérico da Envoltória (EqNumEnv), representado por uma letra de “A” a “E” apontado o nível de eficiência energética do sistema avaliado. O Quadro 4 expõe parâmetros existentes para definição do nível.

**Quadro 4:** Classificação do nível de eficiência de acordo com a pontuação atingida

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: (RTQR, 2012)

O Quadro 5 representa o resultado ponderado da envoltória.

**Quadro 5:** Pontuação ponderada – Equivalente Numérico da Envoltória

Pontuação após avaliar os pré-requisitos por ambiente	Ponderação da nota pela área útil do ambiente	
	Envoltória para Verão	
Envoltória para Inverno	Não se aplica	Não se aplica
		Não se aplica
Envoltória se Refrigerada Artificialmente		Não se aplica
		0,00

Fonte: Autor (2022).

Calculada a pontuação e gerado o nível de eficiência, deve ser calculada a provável pontuação de possíveis bonificações existentes na edificação. Essas bonificações são pontos extras que avaliam a forma de utilização do residencial. A planilha foi preenchida de acordo com os dados coletados na pesquisa de campo sucedeu em uma pontuação. O Quadro 6 mostra a planilha de bonificações relacionados a ventilação e iluminação natural comotambém a área em que se obteve a pontuação.

**Quadro 6:** Planilha de Bonificações referente a ventilação e iluminação natural

<b>Bonificações</b>			
<b>Bonificação Ventilação Natural</b>	<b>Porosidade</b>	ATAVN (m <sup>2</sup> )	42,46
		AATVS (m <sup>2</sup> )	21,66
		AATVL (m <sup>2</sup> )	2,75
		AATVO (m <sup>2</sup> )	2,75
		ATFN (m <sup>2</sup> )	154
		ATFS (m <sup>2</sup> )	170
		ATFL (m <sup>2</sup> )	58
		ATFNO (m <sup>2</sup> )	58
		Pavimento da UH	1 ou 2
		Porosidade a Atender	20,0%
		Porosidade Norte	27,6%
		Porosidade Sul	12,7%
		Porosidade Leste	4,7%
		Porosidade Oeste	4,7%
	Atende pelo menos 2 fachadas?	Não	
	Bonificação	0	
	<b>Dispositivos Especiais</b>	Todos os APP apresentam dispositivos especiais?	Sim
		Quais dispositivos?	
Bonificação		0	
<b>Centro Geométrico</b>	Todos os APP apresentam abertura com centro geométrico entre 0,40 e 0,70m?	Não	
	Bonificação	0	
<b>Permeabilidade</b>	Todos APP apresentam abertura intermediária com área livre ? 30% da área da abertura?	Não	
	Bonificação	0	
<b>Bonificação Iluminação Natural</b>	<b>Profundidade</b>	50%+1 dos APP, cozinha e lavanderia atendem P ? 2,4 . h??	Sim
		Bonificação	0,2
	<b>Refletância Teto</b>	Todos os APPs, cozinha e lavanderia apresentam refletância do teto maior que 0,6?	Não
Bonificação		0	

**Fonte:** Autor (2022).

O Quadro 7 demonstra a Planilha de Outras Bonificações e a área onde se obteve a pontuação.

**Quadro 7:** Planilha de Outras Bonificação

Outras Bonificações	Uso Racional de Água	Bonificação de uso racional de água	0
	Condicionamento Artificial de Ar	Bonificação de condicionamento artificial de ar	0
	Iluminação Artificial	Porcentagem das fontes de iluminação artificial com eficiência superior a 75 lm/W ou com Selo Procel (em todos os ambientes)	Menos que 50%
		Bonificação	0
	Ventiladores de Teto	Ventiladores de teto com Selo Procel em 2/3 dos ambientes de permanência prolongada?	Não
		Bonificação	0
	Refrigeradores	Apresenta refrigerador(es) com ENCE nível A ou Selo Procel?	Não
		Garante as condições adequadas de instalação conforme recomendações do fabricante?	Não
		Bonificação	0
	Medição Individualizada de Aquecimento de Água	Apresenta medição individualizada de água quente?	Não
		Bonificação	0

<b>Total de bonificações</b>	0,2
------------------------------	-----

Fonte: Autor (2022).

A edificação em estudo não possui nenhum sistema de aquecimento de água, portanto, o Equivalente Numérico de Aquecimento de Água (EqNumAA) é considerado 0 (zero) para fins de cálculo de eficiência energética em residências.

O cálculo para se alcançar o nível de eficiência energética é dado por uma fórmula:

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

Onde:

- $PT_{UH}$ : Pontuação total do nível de eficiência da unidade habitacional autônoma;
- $a$ : Coeficiente apto de acordo com a região geográfica (mapa político do Brasil) na qual a edificação está localizada;
- $EqNumEnv$ : Correspondente numérico do desempenho térmico da envoltória da unidade habitacional autônoma quando ventilada naturalmente e após a verificação dos pré-requisitos da envoltória.

- EqNumAA: Equivalente numérico do sistema de aquecimento de água.
- Bonificações: Pontuação atribuída a iniciativas que aumentem a eficiência da edificação.

O coeficiente “a” mencionado na fórmula da eficiência total é retirado do Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais — RTQR. O Quadro 8 demonstra o coeficiente de acordo com a região do país.

**Quadro 8:** Coeficiente “a”

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

**Fonte:** RTQR (2012)

Dotando de todos os itens da equação para o cálculo da pontuação total, é possível calculá-la.

Equação para pontuação total

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

$$(1)PTUH = (0,90 \times 4,00) + [(1 - 0,90) \times 0,00] + 0,2$$

$$PTUH \\ = 3,8$$

Ao fim do cálculo, é preciso verificar o quadro significativo de eficiência da edificação quanto ao sistema avaliado, no caso, envoltória. Esse nível é considerado como Equivalente Numérico (EqNum).

O Quadro 9 associa a pontuação com o nível resultante.

**Quadro 9:** Equivalente Numérico (EqNum) para cada nível de eficiência

<b>Nível de Eficiência</b>	<b>EqNum</b>
5	A
4	B
3	C
2	D
1	E

**Fonte:** RTQR (2012)

Diante disso, conseguimos verificar que a edificação estudada se enquadra no **nível C** em eficiência energética quanto à envoltória, podendo receber o Selo Procel Edifica.

#### **5.4 Sugestões de Alterações no Projeto para o alcance do Selo Procel Edifica-Nível B quanto à envoltória.**

A construção estudada obteve uma pontuação relativo ao Nível C em eficiência energética quanto à envoltória, entretanto, é possível atingir níveis mais altos, como B ou A. A edificação unifamiliar dispõe de pontos que podem sofrer alterações que concedam o alcance destes níveis. Foram listadas algumas sugestões que possibilitem que a edificação receba o Selo Procel Edifica em Nível B de eficiência energética quanto à envoltória.

Realizou-se então uma análise na planilha de bonificações, com a finalidade de somar pontos que acarretassem numa pontuação final correspondente a 4 (quatro), dessa forma, a edificação se tornaria Nível B em eficiência energética quanto à envoltória.

Logo, foram recomendadas duas alterações, são elas: Propiciar uma maior proteção contra intempéries e certificar a privacidade e trocar todas as esquadrias de alumínio convencionais por janelas de alumínio e vidro com venezianas, cuidando do controle de ventilação natural, iluminação natural. Substituir todas as lâmpadas comuns por lâmpadas com eficiência superior a 75 Lm/W, certificando um menor consumo de energia elétrica. Tais modificações fazem parte da série de parâmetros presentes na planilha de bonificações, propiciando uma maior pontuação nessa etapa de cálculo, resultando numa maior pontuação final, consequentemente no alcance do Selo Procel Edifica — Nível B quanto à envoltória.

Os Quadros 10 e 11 demonstra a planilha de bonificações relacionadas a ventilação e iluminação natural, bem como a planilha de outras bonificações, ambas alteradas. Com essas alterações realizadas, fica confirmado o aumento da pontuação desse componente de 0,2 para 0,46.

**Quadro 10:** Planilha de Bonificações referente a ventilação e iluminação natural –  
Alterada

Bonificações			
Bonificação Ventilação Natural	Porosidade	ATAVN (m²)	42,46
		AATVS (m²)	21,66
		AATVL (m²)	2,75
		AATVO (m²)	2,75
		ATFN (m²)	154
		ATFS (m²)	170
		ATFL (m²)	58
		ATFNO (m²)	58
		Pavimento da UH	1 ou 2
		Porosidade a Atender	20,0%
		Porosidade Norte	27,6%
		Porosidade Sul	12,7%
		Porosidade Leste	4,7%
		Porosidade Oeste	4,7%
	Atende pelo menos 2 fachadas?	Não	
	Bonificação	0	
	Dispositivos Especiais	Todos os APP apresentam dispositivos especiais?	Sim
		Quais dispositivos?	VENEZIANAS
		Bonificação	0,16
	Centro Geométrico	Todos os APP apresentam abertura com centro geométrico entre 0,40 e 0,70m?	Não
Bonificação		0	
Permeabilidade	Todos APP apresentam abertura intermediária com área livre ? 30% da área da abertura?	Não	
	Bonificação	0	
Bonificação Iluminação Natural	Profundidade	50%+1 dos APP, cozinha e lavanderia atendem P ? 2,4 . h??	Sim
		Bonificação	0,2
	Refletância Teto	Todos os APPs, cozinha e lavanderia apresentam refletância do teto maior que 0,6?	Não
		Bonificação	0

Fonte: Autor (2022).

**Quadro 11:** Planilha de outras bonificações - Alterada

<b>Outras Bonificações</b>	<b>Uso Racional de Água</b>	Bonificação de uso racional de água	0	
	<b>Condicionamento Artificial de Ar</b>	Bonificação de condicionamento artificial de ar	0	
	<b>Iluminação Artificial</b>	Porcentagem das fontes de iluminação artificial com eficiência superior a 75 lm/W ou com Selo Procel (em todos os ambientes)		1
		Bonificação		0,1
	<b>Ventiladores de Teto</b>	Ventiladores de teto com Selo Procel em 2/3 dos ambientes de permanência prolongada?		Não
		Bonificação		0
	<b>Refrigeradores</b>	Apresenta refrigerador(es) com ENCE nível A ou Selo Procel?		Não
		Garante as condições adequadas de instalação conforme recomendações do fabricante?		Não
		Bonificação		0
	<b>Medição Individualizada de Aquecimento de Água</b>	Apresenta medição individualizada de água quente?		Não
		Bonificação		0
	<b>Total de bonificações</b>			0,46

**Total de bonificações**

0,46

Fonte: Autor (2022).

Dessa forma, é necessário que haja um novo cálculo de pontuação final, por meio da fórmula:

Equação para pontuação total

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

Dessa forma, é realizado um novo cálculo:

$$PT_{uh} = (0,90 \times 4,00) + [(1 - 0,90) \times 0,00] + 0,46$$

$$PT_{uh} = 4,06$$

Desse modo, é viável constatar que a pontuação final aumentou e ultrapassou os 4 (quatro) pontos necessários para a obtenção do Selo Procel Edifica – Nível B quanto à envoltória.

## 6 CONCLUSÃO

O presente trabalho da elaboração desse trabalho, ficou evidenciado a necessidade e a importância da adesão de medidas sustentáveis na elaboração de projetos e na execução de obras. A aplicação dessas técnicas em uma área tão agressiva ao meio ambiente como a construção civil, não provoca somente benefícios ambientais, traz consigo também um grande ganho nas áreas sociais e econômicas. Assim, a admissão desses procedimentos se torna interessante para as empresas, para a sociedade e principalmente para o meio ambiente.

Em busca de formas de amenização às ações que deterioram o meio ambiente, foi efetuado um esclarecimento teórico sobre sustentabilidade, iniciando do seu conceito e aprofundando fortemente no que diz respeito à construção sustentável e certificações ambientais, além de estudar de forma detalhada o Selo Procel Edifica.

No estudo de caso, foi praticado uma pesquisa de campo com a finalidade de adaptar um projeto residencial aos padrões exigidos para que se alcançasse o Selo Procel Edifica em Nível B, de acordo com o objetivo geral do trabalho. O projeto foi explorado e avaliado, reunindo algumas sugestões de alteração para que fosse possível receber o selo. A área de avaliação da edificação foi a envoltória, acarretando inúmeras análises do projeto de arquitetura do residencial.

Após serem anunciados as sugestões para a adequação do projeto com o intuito de obter o selo, foi realizado um detalhamento das áreas internas e externas da residência, com o objetivo de alcançar o selo Procel-edifica.

Para receber o Selo Procel Edificações, é preciso que edificação seja edificada de forma eficiente desde a etapa de projeto, ocasião em que é plausível obter melhores resultados com menores investimentos, podendo chegar a 50% de economia, o que foi feito durante toda execução e supervisão da obra.

A metodologia de avaliação da correspondência está descrita no Regulamento para Concessão do Selo Procel de Economia de Energia para Edificações, assim como nos Critérios Técnicos específicos e baseiam-se no Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética em Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos (RTQ-C) e no Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética em Edificações Residenciais (RTQ-R) do Programa Brasileiro de Edificações – PBE Edifica. Logo, esse trabalho baseou-se em buscar aspectos essenciais para garantir o Selo Procel Edifica, diante

disso, algumas tarefas foram necessárias para conseguir o tão almejado selo de sustentabilidade, tais como: pavimentação e revestimentos internos, distribuição dos quadro de energia com fiação, caixas de inspeção e grelha de água pluvial, locais adequados para as instalações necessárias, tudo pensado para obter a mais alta classificação – triplo 'A' – na envoltória, na iluminação e no condicionamento de ar.

Na sua parte final, é necessário verificar a simplicidade e a relevância em relação à adequação de projetos para que se consiga aumentar a pontuação imposta para a obtenção do Selo Procel Edifica – Nível B– quanto à envoltória, promovendo a maior concretização de projetos semelhantes. Embora a obra seja simples e de pequeno porte, diversas medidas adotadas em seu projeto, execução e utilização causam impactos ambientais e sociais.

É evidente e de fácil compreensão que 0,97% adicionais ao custo do projeto, não consideráveis em relação ao custo total, simbolizam um investimento de retorno garantido, pois repercute no preço de venda do imóvel, no nome da empresa e no meio ambiente. Além de influenciar todo o efetivo da empresa à prática de medidas sustentáveis, limitando o impacto ambiental também em setores externos à construção civil.

A definição final desse trabalho limita-se à investida de incentivar a aplicação do Selo Procel Edifica nas edificações, pois além de amenizar a degradação da natureza e seus recursos, os empreendimentos futuros serão economicamente viáveis, ambientalmente corretos e socialmente justos.

## REFERÊNCIAS

AGOPYAN, O desafio da sustentabilidade na construção civil. Série Sustentabilidade – Volume 5. 1ª edição. São Paulo: Editora Blucher. 2017.

ALBURQUEQUE Naira Crise energética no Brasil, disponível em <https://brasilecola.uol.com.br/historiab/crise-energetica-no-brasil.htm> acesso em 22/12/2021.

ARAÚJO, Márcio Augusto. A moderna Construção Sustentável. Disponível em: <<file:///C:/Users/Part/Downloads/artigo.pdf>>. 2016. Acesso: 10 setem. 2021.

BETTS, Gláucia Schneider. Procel Edifica como referencial para intervenção na envoltória de edifício existente: o caso do edifício Delta. (Monografia-Especialização em MBA em Gestão Ambiental e Práticas de Sustentabilidade). Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia. São Caetano do Sul: São Paulo. 2016. Disponível em: <<http://maua.br/files/monografias/procel-edifica-como-referencial-para-intervencao-na-envoltoria-de-edificio-existente-o-caso-do-edificio-delta.pdf>>. Acesso em: 15.set.2021.

BOFF, Leonardo. Sustentabilidade: o que é: o que não é. Petrópolis, Rio de Janeiro: **Editora Vozes**, p.14, 2017.

CARVALHO, Cláudio Elias. Energia, Recursos Naturais e a Prática do desenvolvimento Sustentável. 2º ed. **Editora Manole**. 2018.

CAVALCANTI, Clóvis. Desenvolvimento e Natureza: Estudos para uma sociedade sustentável. São Paulo: Cortez, 2003. Disponível em: <<http://danielbertoli.synthasite.com/resources/textos/texto16.pdf>>. Acesso em: 10 de set. de 2021.

CIB, Conselho Internacional para a Pesquisa e Inovação em Construção, p.8, 2012.

DIAS, Bruno Smolarek; MARDEGAN, Herick. Sustentabilidade como fundamento da cidadania transnacional. **Revista Eletrônica Direito e Política**, Programa de Pós-graduação Stricto Sensu em Ciência Jurídica da UNIVALI, Itajaí, V.6, n.2, 2º quadrimestre de 2017. Disponível em: < [www.univali.br/direitopolitica](http://www.univali.br/direitopolitica) - ISSN 1980-7791>, p. 604/605.

ELETROBRÁS- PROCEL Edifica. 2016. Disponível em: <http://www.pbeedifica.com.br/node/24>>. Acesso em: 20. set. 2021.

FOSSATI, Michele; LAMBERTS, Roberto. Eficiência energética da envoltória de edifícios de escritórios de Florianópolis: discussões sobre a aplicação do método prescritivo do RTQ-C. Scielo. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 10.2015. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ac/v10n2/a04.pdf>>. Acesso em: 15.set.2021.

GASPARETTO, Antonio Junior. Crise do petróleo. **InfoEscola**: Navegando e Aprendendo. 2016.. Disponível em: < <http://www.infoescola.com/economia/crise-do-petroleo/>>. Acesso em 09 set. 2021.

GONÇALVES, Daniel Bertoli. **Desenvolvimento sustentável**: o desafio da presente geração. 2015, p.4. Disponível em: [IN1PTBRIE.htm](http://www.in1ptbrie.htm)>. Acesso: 12 set. 2021.

JEREISSATI, Geórgia Morais. **Licitação e obras públicas sustentáveis**. 2011.Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil: Estruturas e Construção Civil) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016. Disponível<[http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/1439/1/2011\\_dis\\_gmjereissati.pdf](http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/1439/1/2011_dis_gmjereissati.pdf)>. Acesso em: 12. setembro. 2021.

KEELER, Fundamentos de projeto de edificações sustentáveis, v.1, Porto Alegre: Bookman, p. 29; 32-33, 2018.

LAMBERTS, Roberto. Casa Eficiente: Consumo e Geração de Energia. Universidade Federal de Santa Catarina. – Florianópolis. 2016. Disponível em: . Acesso em: 20. set. 2021.

LEITE, Vinicius Fares. CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL NA CONSTRUÇÃO. Monografia (Graduação em Engenharia Civil). Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG. p.18. 2018. Disponível em:. Acesso em: 20 de set. 2021.

LILIAN, Santos. Selos para sustentabilidade na construção civil. Disponível em <https://www.mapadaobra.com.br/inovacao/sustentabilidade/>. Acesso em 22/12/2021.

PINHEIRO, Ambiente e construção sustentável. 1ª edição. Portugal: Instituto do Ambiente, 2018. Disponível em: < [http://www.lidera.info/resources/ACS\\_Manuel\\_Pinheiro.pdf](http://www.lidera.info/resources/ACS_Manuel_Pinheiro.pdf)>. Acesso em: 20. set. 2021.

PROCEL-INFO: **Centro Brasileiro de Informação de Eficiência Energética**. PROCEL EDIFICA - Eficiência Energética nas Edificações. 2016. Disponível em: <. Acesso: 13 setem. 2021.

RABELO, Laudemira. **Indicadores de Sustentabilidade: a possibilidade do Desenvolvimento Sustentável**. Fortaleza: Prodepa, UFC, p. 62, 2016. In: BATUSICH, Miroslav. Desenvolvimento sustentável: ótima definição.

RANGEL, Juliana. Selo Procel Edificações: Certificado de Eficiência Energética em Edificações. **SustentArqui**. Rio de Janeiro. 2015. Disponível em: <<http://sustentarqui.com.br/dicas/selo-procel-edificacoes>>. Acesso em: 12. set.2021.

RTQ-R. Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de eficiência Energética de Edificações Residenciais. **Serviço Público Federal**. Ministério de Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia-INMETRO. Portaria n.º 18, de 16 de janeiro de 2012. Disponível em<<http://pbeedifica.comfiles/projetos/etiquetagem/residencial/downloads/RTQR.pdf>>. Acesso em: 04. janeiro.2022.

RUIZ, Alberto Gomez, **Eficiência energética na construção civil. 2014**. Disponível em: <<file:///C:/Users/Part/Downloads/12476-44972-1-PB.pdf>>. Acesso em: 13 setembro. 2021. SUSTENTARQUI. Saiba quais são os Selos para Construção Sustentável. 2014. Disponível em: <<http://sustentarqui.com.br/dicas/selos-para-contrucao-sustentavel/>>. Acesso em: 06 de set. 2021.

VALENTE, Josie Pingret, **Certificações na Construção Civil: Comparativo entre LEED e HQE**. Rio de Janeiro, 2009. 65p. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <<http://www.monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10000221.pdf>>. Acesso em: 11 setembro. 2021.

VEIGA, José Eli da. Desenvolvimento Sustentável e o desafio do século XXI. Rio de Janeiro, Garamond, p. 171, 2017.

WALTER, Osvaldo Luiz. História de eletricidade. Mogi Mirim. 2018. Disponível em:<<http://www.univasf.edu.br/~edmar.nascimento/iee/1HistoriaEletricidade.pdf>> . Acesso em 14 setembro 2021.