



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA PARAÍBA**  
**CAMPUS MONTEIRO**

Tecnologia em Construção de Edifícios

Bianca Sandman da Silva Segura

VIABILIDADE DE REFORMA SUSTENTÁVEL

**MONTEIRO - PB**

2021

Bianca Sandman da Silva Segura

## **VIABILIDADE DE REFORMA SUSTENTÁVEL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Campus Monteiro, como requisito parcial para conclusão do Curso Superior de Tecnologia em Construção de Edifícios.

**MONTEIRO - PB**

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação – CIP  
Bibliotecária responsável Daiana da Silva Amaral, coordenadora substituta  
Portaria Nº090/2015, campus Monteiro.

S456v	Segura, Bianca Sandman da Silva.  Viabilidade de reforma Sustentável / Bianca Sandman da Silva Segura - Monteiro. 2021. 49 fls. : il.  TCC (Curso Superior de Tecnologia em Construção de Edifícios) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba – IFPB, Campus Monteiro.  Orientadora: Profa. Lanna Celly da Silva Nazário.  1. Construção – Práticas construtivas. 2. Sustentabilidade. 3. Reforma. I. Título.
-------	---

CDU 69

Bianca Sandman da Silva Segura

## VIABILIDADE DE REFORMA SUSTENTÁVEL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Campus Monteiro, como requisito parcial para conclusão do Curso Superior de Tecnologia em Construção de Edifícios.

Aprovada em 11 de Outubro de 2021.

### BANCA EXAMINADORA



---

Prof. M<sup>a</sup> Lanna Celly da Silva Nazario (Orientadora - IFPB)



---

Prof. M<sup>a</sup> Iracira Jose da Costa Ribeiro (Examinador - IFPB)



---

Prof. M<sup>a</sup> Camila Macedo Medeiros (Examinador - IFPB)

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, por ser essencial em minha vida, que sempre guia e socorre nos momentos de angústia.

À minha mãe, Denise, que sempre me apoiou e orientou, ninguém mais do que ela poderia ter me dado tanta força e coragem.

Às memórias de meu pai, Paulo, que na minha trajetória acadêmica me acompanhou.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, em primeiro lugar, por me dar energia e foco para realizar esse trabalho.

Agradeço à minha mãe que sempre me incentivou, mesmo estando longe, em todos esses anos que estive na faculdade.

Aos meus colegas que me acolheram e se tornaram minha segunda família.

Aos meus professores que sempre foram atenciosos e pacientes comigo.

À minha orientadora professora Lanna Celly da Silva Nazário pelo suporte, pelas correções, pelos incentivos, por me manter focada nesse trabalho.

Enfim, a todos que fizeram parte, direta ou indiretamente, da minha formação, meu “muito obrigada”.

## **RESUMO**

A pesquisa relata como as reformas podem ser uma maneira de tornar as residências mais sustentáveis. O presente trabalho pretende apresentar a viabilidade da reforma sustentável com foco nos seguintes sistemas: vedação, hidráulico, elétrico e coberta, com o intuito de correlacionar os métodos construtivos mais utilizados em reconstruções para mostrar que é viável a reforma sustentável. Por meio de revisão de literatura e pesquisa orçamentária foi feita uma comparação entre os sistemas construtivos. Apresenta também análise sobre pontos que se deve ter para alcançar o objetivo esperado; além disso, há diferenças orçamentárias entre os sistemas. Ressalta, por sua vez, a importância da sustentabilidade nas residências, bem como averiguar o mercado da construção civil, orçamento e planejamento de uma reforma tendo em mente que cada obra é única.

Palavras-chave: Reforma; Sustentabilidade; Sistemas construtivos; Orçamento; Planejamento.

## **ABSTRACT**

The research reports how renovations can be a way to make homes more sustainable. The present undergraduate thesis intends to introduce the viability of sustainable reconstruction focus on the next systems: sealing, hydraulic, electrical and roofing. In order to correlate the most used construction methods in reconstructions to show that a sustainable reform is practicable. Through literary and budgetary research, a comparison was made between the construction systems. It also presents an analysis of the points that must be taken to reach the expected objective; in addition there are budgetary differences between the systems. In turn, it emphasizes the importance of sustainability in residential buildings, as well as explore the construction market, budgeting and planning a renovation, accept that every project is only.

**Keywords:** Reconstruction; Sustainability; Building systems; Estimate; Planning.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Pontuação mínima e máxima para conseguir cada certificação no LEED.....	16
Figura 2 – Tipologias do LEED.....	17
Figura 3 – Áreas analisadas pelo LEED.....	17
Figura 4 – Fases do BIM.....	19
Figura 5 – Alvenaria de vedação convencional.....	20
Figura 6 – Alvenaria estrutural.....	20
Figura 7 – Material de PVC.....	20
Figura 8 – Material feito de cobre.....	20
Figura 9 – Comparação entre os anos 2019 e 2020 da oferta da energia hidráulica com os outros tipos de energia utilizadas no país.....	21
Figura 10 – Telhas convencionais.....	21
Figura 11 – Estrutura da platibanda.....	21
Figura 12 – Etapas da pesquisa.....	24
Figura 13 – Análise SWOT de construções sustentáveis.....	26
Figura 14 – Sistema construtivo em painel de argamassa armada com miolo de EPS, chamado ECOGrid, da LCP Engenharia & Construções.....	28
Figura 15 – Painéis sendo montados em uma obra residencial no litoral de São Paulo.....	28
Figura 16 – Estrutura móvel do Museu do Amanhã que serve de brise e contém placas fotovoltaicas para captação de energia solar, Rio de Janeiro.....	29
Figura 17 – Brises verticais.....	30
Figura 18 – Brises horizontais.....	30
Figura 19 – Telhado com painéis solares.....	31
Figura 20 e 21 – Jardins suspensos.....	32
Figura 22 – Croqui de Sistemas de Captação de Água da Chuva Implantado pelo ESF.....	33
Figura 23 – Sistema de Captação de Água da Chuva Implantado pelo ESF-SP.....	34
Figura 24 – Arejador de torneira.....	35
Figura 25 – Camadas do telhado verde.....	36
Figura 26 – Casa sustentável com telhado verde.....	37
Figura 27 – Comparação antes e depois da aplicação da tinta.....	38

## **LISTA DE TABELAS**

Tabla 1 – Etapas da obra e sistemas utilizados em construções sustentáveis

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 – Comparação de valores dos sistemas construtivos

## Lista de abreviações

BEM	Balanço Energético Nacional
BIM	Building Information Modeling
BREEAM	Building Research Establishment Environmental Assessment Method
CA	Concreto armado
CaGBC	Canada Green Building Council
CASBEE	Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency
CO <sub>2</sub>	Dióxido de carbono
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
DIY	Do-it-yourself
ECOGrid	Sistema construtivo formado por painéis de EPS
EPE	Empresa de Pesquisa Energética
EPS	Poliestireno expandido
ESF	Engenheiros Sem Fronteiras
FCDL	Federação das Câmaras de Dirigentes Lojistas de Minas Gerais
GBC	Green Building Council
HQE	Haute Qualité Environnementale
kWh	Quilowatt por hora
LCP Engenharia e Construções	Lourdes Cristina Printes Engenharia e Construções
LED	Light Emitting Diode
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design
M <sup>2</sup>	Metro quadrado
ONU	Organização das Nações Unidas
PROCEL	Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
PVC	Policloreto de vinila
RCD	Resíduo da Construção e Demolição
SABESP	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SWOT	Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats
UNFCCC	Convenção Quadro das Nações Unidas para as Alterações Climáticas
USGBC	U. S. Green Building Council

UVA	Raios ultravioleta A
UVB	Raios ultravioleta B
VOC	Composto Orgânico Volátil

# Sumário

<b>1 - INTRODUÇÃO</b>	<b>Erro! Indicador não definido.4</b>
1.1. Justificativa	155
<b>2- OBJETIVO</b>	<b>155</b>
2.1. Objetivo Geral	<b>15</b>
2.2. Objetivos específicos	155
<b>3 - REFERENCIAL TEÓRICO</b>	<b>167</b>
3.1. Histórico da sustentabilidade	167
3.2 Certificações de sustentabilidade	189
3.3. Construções sustentáveis (Edificações de Alto Desempenho)	191
3.3.1. Projeto Integrado	201
3.3.2. Building Information Modeling (BIM)	202
3.4. Sistemas Construtivos	213
3.4.1. Sistemas de Vedação	213
3.4.2. Instalações Hidráulicas	224
3.4.3. Instalações Elétricas	224
3.4.4. Sistemas de Cobertura	235
3.5. Geração de resíduos sólidos na Construção Civil	246
3.6. A importância da arquitetura nas edificações sustentáveis	246
<b>4- METODOLOGIA</b>	<b>28</b>
<b>5- RESULTADOS</b>	<b>29</b>
5.1. Reforma Sustentável	279
5.2.1. Vedação	30
5.2.2. Elétrica	Erro! Indicador não definido.4
5.2.3. Hidráulica	346
5.2.4 Cobertura	Erro! Indicador não definido.8
5.3.1 Roteiro para uma reforma sustentável	421
<b>6- CONCLUSÃO</b>	<b>44</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>455</b>

## 1- INTRODUÇÃO

O setor de construção civil é conhecido por ser um dos principais geradores de resíduos sólidos, consumir muita energia e pela extração de materiais naturais, assim como emissão de gases de efeito estufa, o que vai contra o conceito de sustentabilidade que há décadas vem ganhando força para garantia de um futuro melhor para próximas gerações. Segundo relatório da Organização das Nações Unidas – ONU (2019), o setor foi responsável por 38% da emissão de CO<sub>2</sub> no mundo, indo de encontro à proposta do Protocolo do Quioto, que propõe a redução da emissão de gases e refletindo diretamente nas edificações.

As reformas são qualquer alteração feita na edificação, seja para sua manutenção ou seu aprimoramento, em busca de melhores resultados. As obras de reformas são responsáveis por uma contribuição maior na geração de RCD (Resíduo da Construção e Demolição) quando comparadas a obras de construção de novos empreendimentos.

Além da emissão de CO<sub>2</sub> e geração de resíduos mencionados, outras características da construção civil no Brasil contribuem com impactos negativos ao meio ambiente e prejudicam a sustentabilidade do setor. Entre essas estão alguns paradigmas incrustados nos modelos de gestão e execução, assim como a predominância da manufatura sendo as atividades em sua maioria artesanais. O atraso no setor gera diversos problemas nas edificações e demora na hora de construir.

De acordo com Keeler e Vaidya (2018):

“Uma vez que a sustentabilidade nas edificações envolve a justiça social, o projeto comunitário é considerado parte do processo de projeto integrado e, conseqüentemente, assume um significado mais profundo. Em termos de impacto social, todos os projetos podem melhorar ou mesmo deslocar comunidades preexistentes.” (KEELER e VAIDYA, 2018, pg. 4).

Sob essa perspectiva, as edificações sustentáveis e o projeto sustentável são movimentos importantes para o setor de projeto, desenvolvimento e construção de edificações desde o ano 2000, aproximadamente, havendo aumento de interesse desde 2005.

### **1.1. Justificativa**

O trabalho tem como motivação o interesse por programas de reforma, a importância da sustentabilidade na construção civil, a evolução de sistemas construtivos mais rápidos e que facilitem as obras, além de mostrar maneiras mais econômicas que garantam residenciais sustentáveis.

A estimativa é encontrar alternativas que possam abranger mais pessoas, a fim de expandir o conceito de sustentabilidade para o setor de construção, levando em conta principalmente os fatores econômicos e sociais do país. Logo, a pesquisa caracteriza os métodos mais eficientes na aplicação nas residências.

Desse modo, espera-se contribuir com o tema ao apontar o uso de novas tecnologias ou novos métodos que poderão servir como alternativa viável de forma a torná-los popularmente utilizados, focando na economia de energia e água.

## **2- OBJETIVO**

### **2.1. Objetivo geral**

Identificar os principais métodos construtivos utilizados nas reformas das edificações que estão correlacionados com a sustentabilidade na construção civil para que seja feita uma análise de custos. Assim como, as principais dificuldades de progredir, em forma de análise, comparando os pontos fortes e fracos do sistema construtivo sustentável.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Mostrar as principais alterações que podem ser feitas nas residências para torná-las sustentáveis;
- Fazer pesquisa visando mostrar como o mercado atual reage a construção sustentável;
- Fazer um roteiro de uma reforma para transformar uma construção normal em uma residência sustentável.

### 3 - REFERENCIAL TEÓRICO

Nesse capítulo, será abordado o referencial teórico necessário para realização da pesquisa, que inclui os seguintes tópicos: Histórico da sustentabilidade; Certificações de sustentabilidade; Construções sustentáveis; Sistemas construtivos; Geração de resíduos sólidos na construção civil e Importância da arquitetura nas construções sustentáveis.

#### 3.1. Histórico da sustentabilidade

Segundo Keeler e Vaidya (2018), a importância de se ter construções sustentáveis vem principalmente do pensamento ambientalista, que surgiu muito antes do Protocolo de Quioto (1997). A preservação ambiental nasceu do povo hindu, em 1730, ao ser liderado por Amrita Devi, uma matriarca de Bishnoi - seita proveniente do Rajastão, conhecida por se dedicar à proteção do meio ambiente e acreditar na natureza sagrada das árvores.

A ação ambientalista prosseguiu por muitos anos, gerando as vertentes ecofeministas do ambientalismo, dentre as quais se destacam:

- O Novo Ambientalismo, originado de vários movimentos sociais, culturais e ambientais, levou o ativismo internacional para a esfera das políticas públicas. Diversas conferências foram feitas a partir de 1972, começando com a de Estocolmo, cujo objetivo era estudar estratégias para corrigir problemas ambientais em todo o planeta. É considerado um divisor de água.
- A Comissão de Brundtland, 1984, deixou a cargo do primeiro-ministro norueguês Mrs. Gro Harlem Brundtland na elaboração do relatório conhecido como *Nosso Futuro Comum*. Chegou à conclusão de que os problemas sociais e a saúde ambiental são preocupações paralelas e questões interligadas. Porém foi na conferência de Genebra que definiu o desenvolvimento sustentável como “o desenvolvimento que atende às necessidades do presente sem comprometer a capacidade das futuras gerações de atender às suas próprias necessidades.” (KEELER e VAIDYA, 2018, p. 31)



- A Cúpula da Terra do Rio de Janeiro (Eco-92) gerou cinco relatórios: o primeiro, Declaração do Rio: princípio da precaução para o desenvolvimento sustentável; o segundo, Agenda 21: tem objetivos detalhados, planos de ação e implementação de estratégias para sustentabilidade ambiental; o terceiro, Declaração de princípios da floresta: acordo não obrigatório, trata das práticas florestais; o quarto, Convenção sobre Diversidade Biológica: com força de lei, lida com a preservação de espécies e o quinto, Convenção-quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas: também com força de lei, serviu como base para o Protocolo de Quioto.
- O Protocolo de Quioto, 1997, tem relevância particular para o estudo das edificações sustentáveis, uma vez que são responsáveis por 39% das emissões de dióxido de carbono. E calcula a contribuição de edificações residenciais em 21%. As emissões relacionadas a edificações são mais altas que as da indústria e do transporte. (KEELER e VAIDYA, 2018, p. 32)
- A Cúpula da Terra de Johannesburgo (Rio +10), 2002, reconheceu o tripé da sustentabilidade da Eco-92 (desenvolvimento econômico e social além da proteção ambiental). Um dos principais destaques da conferência é a importância do desenvolvimento e da construção sustentáveis nos países em desenvolvimento devido a Agenda 21 que visava a necessidade de aprimorar o processo nesses países com novas tecnologias para preservação de recursos, conservação da água e gestão dos recursos hídricos.

Contudo, apenas em 2005, o Protocolo de Quioto foi ratificado pela maioria dos países com a assinatura da Rússia durante a conferência da *United Nations Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC – Convenção Quadro das Nações Unidas para as Alterações Climáticas) em Montreal, foram também implementados muitos objetivos previamente estabelecidos no documento.

Desde 2007, houve outras conferências para conseguir que os países se comprometessem com os acordos/tratados para redução dos impactos ambientais

causados pelo ser humano, infelizmente esse progresso está em descompasso com as alterações que o meio ambiente sofre com frequência.

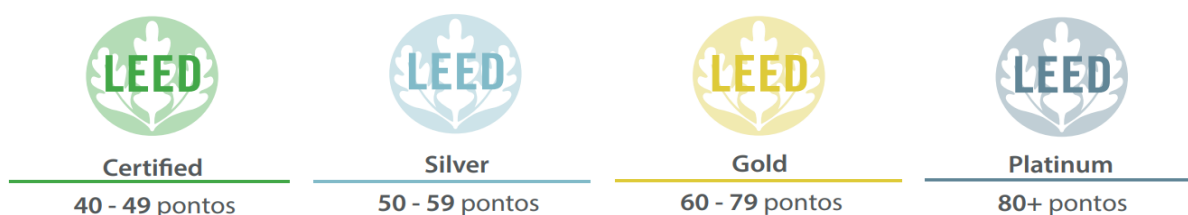
### 3.2 Certificações de sustentabilidade

Para seguir os critérios estabelecidos nas conferências foram criadas diversas certificações ao redor do mundo, tais como: LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*) e U.S. Green Building Council (USGBC) que são certificados americanos, Canada Green Building Council (CaGBC), do Canadá, BREEAM (*Building Research Establishment Environmental Assessment Method*), da Inglaterra, HQE (*Haute Qualité Environnementale*), da França, CASBEE (*Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency*), em Tóquio, Selo AQUA, PROCEL (Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica) e Casa Azul, no Brasil; sendo o LEED o certificado mais reconhecido atualmente, visto como ferramenta norteadora para a sustentabilidade na construção civil. Já o certificado HQE serviu de base para o desenvolvimento do selo brasileiro AQUA.

As certificações que estão presentes e atuantes no país são LEED, AQUA, PROCEL e o mais novo Selo Casa Azul, em vista disso o Brasil ocupa o 4º lugar no ranking mundial de construções sustentáveis certificadas pelo LEED, atrás apenas de China, Canadá e Índia, dados da GBC (Green Building Council) Brasil de 2018.

Cada área possui pré-requisitos e créditos, os primeiros são ações obrigatórias para edificações que buscam o certificado, o não cumprimento impossibilita recebê-lo; os segundos são ações sugeridas pelo LEED com foco no desempenho. Assim que o empreendimento faz tal ação, adquire uma pontuação, como mostra a Figura 1.

FIGURA 1 - Pontuação mínima e máxima para conseguir cada certificação no LEED



Fonte: GBCBrasil, 2021.

Para conseguir adquirir essas pontuações, deve-se levar em conta as tipologias (Figura 2) que estabelece a abrangência do edifício sendo correlacionada com a análise das áreas, como mostra a Figura 3, exigidas pelo LEED.

FIGURA 2 - Tipologias do LEED



Fonte: GBCBrasil, 2021.

FIGURA 3 - Áreas analisadas pelo LEED



Fonte: GBCBrasil, 2021.

### 3.3. Construções sustentáveis (Edificações de Alto Desempenho)

As construções sustentáveis podem ser definidas como construções que procuram integrar o ambiente interno com o externo, visando o conforto térmico, acústico e visual, com a redução de energia e água, preservando o meio ambiente.

Jerry Yudelson (2013, p. 19) define construção sustentável como:

“Aquela que considera seu impacto sobre a saúde ambiental e humana e, então, o diminui. Ela consome uma quantidade consideravelmente menor de

energia e água em relação a uma edificação convencional, tem menos impactos sobre o terreno e, em geral, níveis mais altos de qualidade do ar no interior. Também se preocupa em parte com os impactos de ciclo de vida dos materiais de construção, móveis e acessórios.” (YUDELSON, 2013, p. 19)

Para Reed (2013), mudar a natureza e a prática do projeto de um processo de causa e efeito natural e simplista para um que considere os problemas a partir da perspectiva de sistemas múltiplos e interrelacionados é o aspecto do projeto sustentável que mais enfrenta resistência.

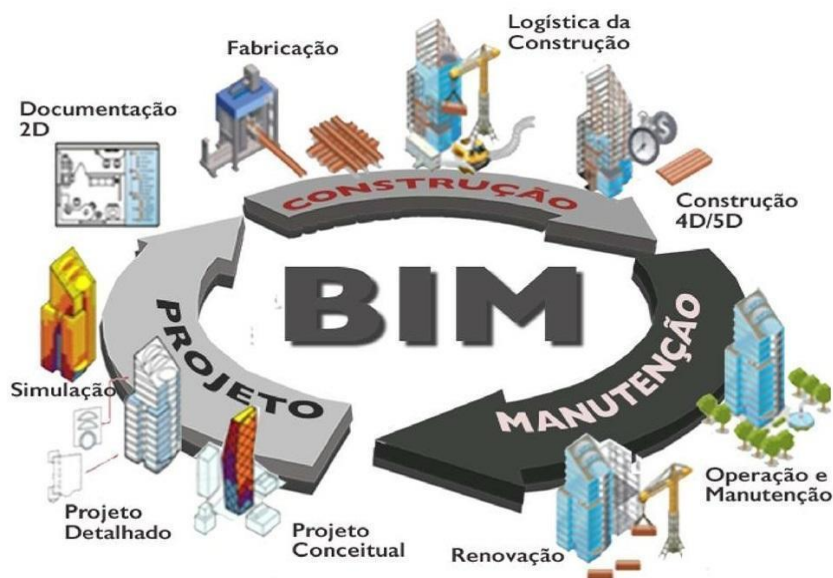
### **3.3.1. Projeto Integrado**

Segundo Bill Reed (2013), o projeto integrado consiste em simplesmente fazer pesquisas - aplicadas e diretas -, e reunir-se e falar a respeito de oportunidades descobertas. Buscar maior otimização dos sistemas ao questionar todos os pressupostos, fazer mais análises detalhadas, pesquisas e discutir de novo é um processo que exige tempo para refletir sobre o motivo pelo qual se faz a edificação sustentável. [...] É levar as pessoas a modificar padrões consolidados que inibem a criatividade, o pensamento sistêmico e projetos inovadores.

### **3.3.2. *Building Information Modeling (BIM)***

Modelagem de Informação da Construção é a gestão na construção civil com o uso de um conjunto de ferramentas virtuais para modelagem da criação de edificações com as informações técnicas, sendo um conjunto de dados que, conversando durante todo o ciclo de vida das construções, como mostra a Figura 4, evita conflitos entre projetos pois integra os dados e permite que vários profissionais trabalhem no mesmo empreendimento.

FIGURA 4 - Fases do BIM



Fonte: UNICAMP, 2021.

### 3.4. Sistemas Construtivos

São o conjunto dos processos construtivos necessários para a execução da edificação como um todo. Cada etapa da construção demanda um conjunto de processos construtivos para ser executado a fim de se ter o produto final, a edificação. Assim, na construção eles são divididos em subsistemas: serviços preliminares, estrutura, cobertura, instalações, vedações, esquadrias, revestimentos, pisos e pavimentação e trabalhos complementares. Para esse trabalho, foram escolhidos quatro sistemas, em seguida foi exposta a definição de cada um.

#### 3.4.1. Sistemas de Vedação

São os elementos destinados a fechar a edificação. Normalmente, feita de alvenaria (Figura 5), não suporta carga, apenas seu próprio peso. Utilizados para separar os ambientes, também dividem as áreas internas e externas.

Em alguns casos, a vedação também pode ser estrutural dispensando o uso de vigas e pilares (Figura 6), outra vantagem é o tempo de execução bem menor que a alvenaria de vedação.

FIGURA 5 - Alvenaria de vedação convencional



Fonte: Nikita Cheniuntai, 2018.

FIGURA 6 - Alvenaria estrutural



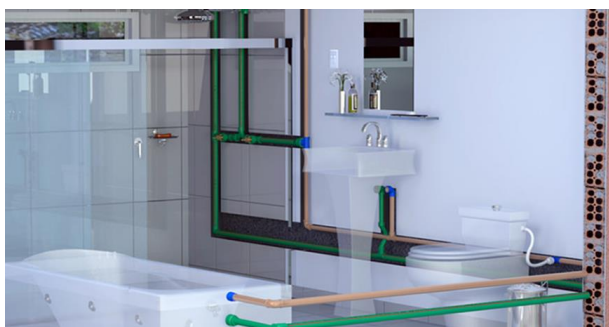
Fonte: Site Paulinho das Estruturas, 2021.

### 3.4.2. Instalações Hidráulicas

É a parte da construção responsável por subsistemas de captação, transporte e armazenagem de água e esgoto. Os materiais e cálculos para esse fim variam devido a sua utilização levando em conta o abastecimento da região feito pelo município, a qualidade da água potável e o tratamento do esgoto.

Normalmente, os materiais utilizados são de PVC, exemplo na Figura 7, e suas variações dependendo da sua utilização, e cobre conforme a Figura 8.

FIGURA 7 - Material de PVC



Fonte: Site Krona, 2017.

FIGURA 8 - Material feito de cobre



Fonte: Site Encanador, 2021.

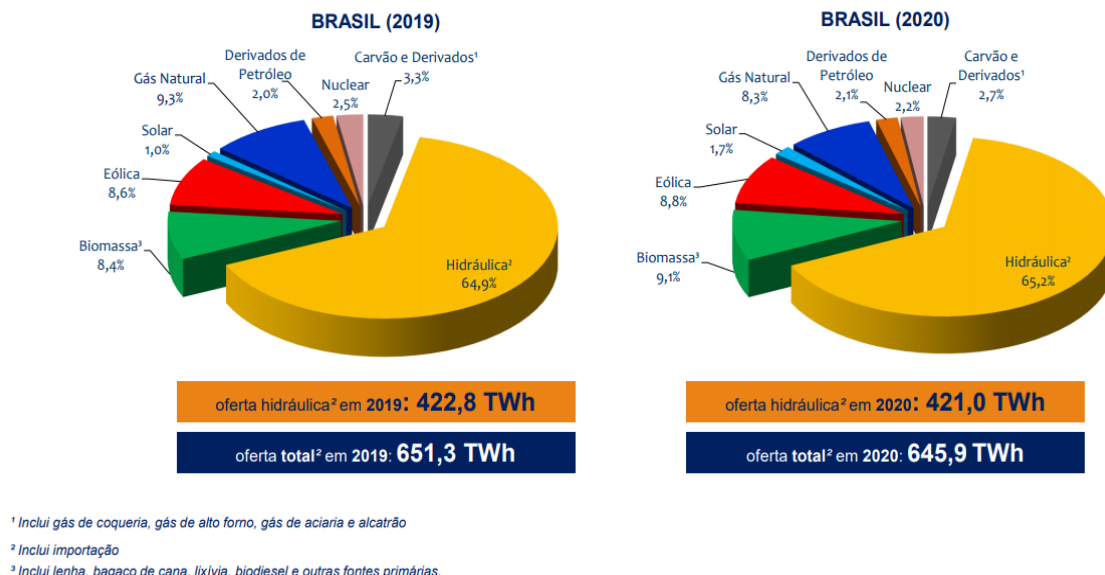
### 3.4.3. Instalações Elétricas

Compreendem a implantação dos componentes de ligações elétricas da residência com a fonte de energia da operadora. São divididas em quatro partes: infraestrutura (eletrodutos, suportes, caixa de medidores), medida e proteção (disjuntores, fusíveis, medidores), cabeamento (condutores que ligam as fontes elétricas aos equipamentos) e controle (interruptores).

No Brasil, a geração de energia mais utilizada é a hidráulica, como mostra a imagem do gráfico abaixo (Figura 9).

FIGURA 9 - Comparação entre os anos de 2019 e 2020 da oferta da energia hidráulica com os outros tipos de energia utilizadas no país

### BEN 2021 | Matriz Elétrica Brasileira



Fonte: Empresa de Pesquisa Energética (EPE), 2021.

#### 3.4.4. Sistemas de Cobertura

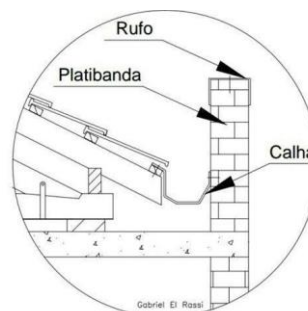
São elementos que servem para proteger o ambiente interno das intempéries, assegurando o conforto do ambiente. As mais utilizadas no país são as telhas de cerâmica e metálicas como aparece na Figura 10; outra muito usada é a platibanda, continuação das paredes externas para esconder as coberturas, como mostra o esquema na Figura 11.

FIGURA 10 - Telhas convencionais



Fonte: Site RCF, 2020.

FIGURA 11 - Estrutura da platibanda



Fonte: Site Plantas de Casas, 2021.



### 3.5. Geração de resíduos sólidos na Construção Civil

De acordo com a resolução CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) nº 307 Art. 2º Inciso I, os resíduos sólidos da construção civil são provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha.

Segundo o art. 3º da resolução acima, os resíduos da construção civil são classificados como:

**Classe A** - resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, construção, demolição, reformas, solos de terraplanagem, componentes cerâmicos, argamassa, concreto e demolição de pré-moldados;

**Classe B** - resíduos recicláveis para outras destinações, plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeira, embalagens vazias de tintas imobiliárias e gesso;

**Classe C** - resíduos para os quais ainda não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação;

**Classe D** - resíduos perigosos oriundos do processo de construção, como tintas, solventes, óleos e outros, ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições.

### 3.6. A importância da arquitetura nas edificações sustentáveis

Durante décadas, países do mundo discutiram a importância da preservação ambiental nas conferências ocorridas e as formas para conseguir alcançar a sustentabilidade. Hoje se sabe que cada país terá que resolver seus problemas ambientais tendo como base os protocolos e acordos assinados a fim de garantir um futuro para todos. Para Keeler e Vaidya (2018), nos anos 2000, a cultura da construção sustentável ganhou força e mostrou os benefícios das construções de alto desempenho que afetam diretamente o resultado final das edificações com custos



operacionais menores, maior eficiência e construções mais duráveis e econômicas a longo prazo.

Algumas características de edificações com projeto integrado: baixo consumo energético; qualidade do ar; redução dos resíduos; coberturas frias; paisagismo; melhor utilização do terreno; construções mais leves e reutilização da água da chuva.

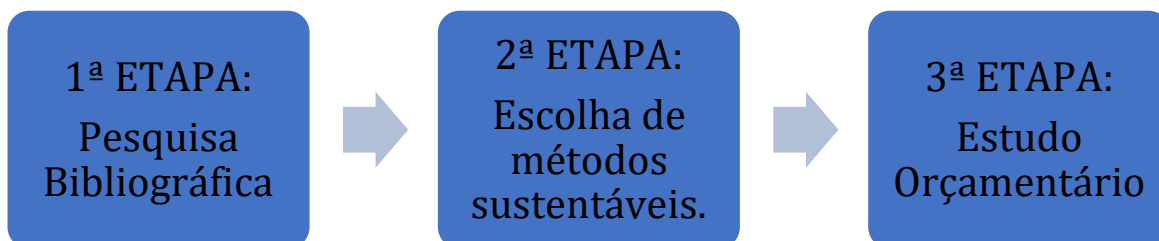
Apesar da população, de modo geral, ser a favor da sustentabilidade, ainda existem barreiras que impedem o avanço na construção civil. A falta de conhecimento sobre o assunto somada à aversão a mudanças, que gera desconfiança, são fatores que dificultam a consideração de outras possibilidades. Projetos integrados resolvem, em boa parte, esses problemas pois não requerem alta tecnologia. O foco está no funcionamento e na saúde da edificação a longo prazo, por isso a inter-relação dos elementos é fundamental. O importante no projeto integrado é o planejamento bem estruturado com detalhamento de cada parte da construção e participação direta do proprietário.

O BIM garante modelar todo projeto com o intuito de impedir desperdícios tanto de dinheiro quanto de tempo na obra, evitando assim o retrabalho, favorecendo a inter-relação dos projetos, pois detecta conflitos entre eles com antecedência.

#### 4- METODOLOGIA

Para atender os objetivos do trabalho, essa pesquisa foi realizada em três etapas, conforme Figura 12. A primeira mostrará toda a pesquisa bibliográfica; a segunda, as escolhas de métodos sustentáveis e a terceira, o estudo orçamentário.

FIGURA 12 – Etapas da pesquisa



Fonte: Elaborada pelo autor (2021).

A primeira etapa consiste em uma pesquisa bibliográfica que é definida como trabalho acadêmico com o objetivo de reunir informações. Nessa etapa, foram consultados materiais como livros, materiais didáticos, artigos científicos e trabalhos de conclusão de curso.

Na segunda, foi realizado um estudo analisando os métodos com maior relevância para a sustentabilidade nas residências, com descrição das características dos sistemas e coletas de dados.

A terceira etapa consiste em coletar uma amostra das diferenças de custos do sistema convencional para o projeto integrado, mostrando vantagens dos sistemas escolhidos e aplicação no planejamento da reforma. Também foi realizado uma análise SWOT onde demonstra os principais entraves para maior propagação das construções sustentáveis.

Na etapa de orçamento, foi feito um levantamento dos custos de cada método por meio de consulta eletrônica buscando a comparação entre o maior e menor preços a fim de se obter uma média entre os valores para posterior avaliação orçamentária.

## 5- RESULTADOS

Os resultados ficaram divididos em três partes. Na primeira, constam os resultados das definições dos métodos sustentáveis para reforma; na segunda, os valores comparativos dos sistemas e na terceira, a simulação de um planejamento para reforma sustentável.

### 5.1. Reforma Sustentável

Segundo Faria (2019), o Brasil poderia reciclar 98% dos resíduos da construção civil, contudo apenas 21% são reciclados. Ao contrário do que se pensa, a maior parte dos resíduos são gerados por obras de pequeno porte, normalmente reformas, não por grandes obras, que requerem os certificados de sustentabilidade, entre 60 e 70% pois as obras feitas em residências não têm responsável técnico e, muitas vezes, nem alvará para construção, o que dificulta a fiscalização, tendo grandes chances de os entulhos serem descartados de maneira incorreta.

Vivian Faria (2019), explica o motivo desses percentuais:

“A falta de educação ambiental dos geradores resulta em dados como estes apontando que aproximadamente 50% das obras no Brasil são irregulares, dados do Comitê de Incentivo à Formalização na Construção Civil, 2019. Além do mais, a falta de conhecimento da responsabilidade sobre o entulho gerado causa equívocos, pois mesmo que o entulho seja entregue a terceiros a responsabilidade é do gerador.” (FARIA, 2019, Gazeta do Povo)

Na Figura 13, há uma análise sobre o que pode interferir nas construções para se tornarem sustentáveis. Na análise SWOT encontramos quatro ambientes: força, fraqueza, oportunidades e ameaças. Forças e fraquezas são possibilidades no ambiente interno no ramo de atuação, fazem a verificação dos pontos fortes e fracos que as construções sustentáveis em si trazem para todos. As oportunidades e ameaças visam o ambiente externo, influenciando o desenvolvimento das tecnologias na construção sustentável para que possa atender às necessidades das classes sociais com menor poder aquisitivo.

FIGURA 13 - Análise SWOT de construções sustentáveis



Fonte: Elaborada pela autora (2021).

## 5.2. Sistemas Construtivos Sustentáveis

Durante o levantamento de dados foram encontrados diversos tipos de sistemas construtivos. O quadro abaixo mostra os escolhidos para estudo que serão comparados posteriormente.

QUADRO 1 - Etapas da obra e sistemas utilizados em construções sustentáveis

Etapa	Sistemas Construtivos	
Vedação	ECOGrid	Brises
Elétrica	Painéis solares	Jardim vertical
Hidráulica	Captação da água da chuva	Arejador para torneira
Cobertura	Telhado verde	Ecotelhado branco

Fonte: Elaborado pela autora, 2021.

### 5.2.1. Vedação

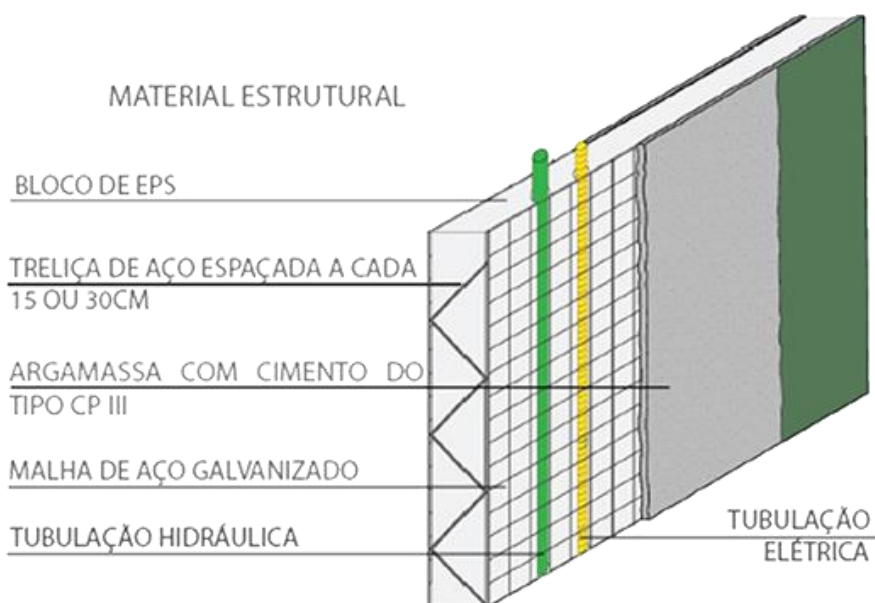
O conceito de construção atual tem como pilares a solidez, utilidade, beleza e eficiência energética buscando critérios para reduzir os impactos ambientais gerados pela construção civil.

O método construtivo apresentado para vedação que contribui com a sustentabilidade nas residências é o ECOGrid, formado por painéis estruturais de poliestireno expandidos com malha de aço galvanizado e recoberta com argamassa. No Brasil, na Figura 15, tem sido utilizado devido aos benefícios, como a facilidade de construção, o baixo peso específico do material, que permite um fácil molde, além do baixo custo e pouca produção de resíduo. Possui maior isolamento térmico e acústico, o material pode ser reciclável e reaproveitado.

Segundo Camargo e Pavesi (2019), os painéis prontos são compostos de:

- EPS: reciclado, com massa específica variando entre 9 a 11 kg/m<sup>2</sup>, formado por quatro tarugos de 30 cm ou oito tarugos de 15 cm, totalizando uma largura de 120 cm, possui uma treliça entre cada tarugo. É utilizado em 90% das construções, podendo também ser encontrado em espessura de 5 ou 10 cm, apesar da mais comum ser de 8 cm.
- Telas: são produzidas em aço eletros soldado, com largura de 120 cm, com fio de 2,1 mm de diâmetro, galvanizado, CA 50/60, malha de 5x5 cm;
- Treliças: duas paralelas e um senoidal, fio de 3,4 mm, galvanizado, CA 50/60, eletros soldada;
- Anéis galvanizados: servem para unir os fios de tela e treliças, aplicados com pistolas pneumáticas, definindo a espessura desejada;
- Argamassa de estruturação e revestimento: argamassa produzida em obra, com cimento, areia e fibra de vidro álcali resistente. São empregados geralmente 400 kg de cimento por m<sup>3</sup> de areia e 120 gramas de fibra de vidro por saco de cimento. A argamassa apresenta resistência de 8 MPa, para construções de até quatro pavimentos. E espessura de 3 cm de argamassa em cada face do painel, como mostra a Figura 14.

FIGURA 14 - Sistema construtivo em painel de argamassa armada com miolo de EPS, chamado ECOGrid, da LCP Engenharia & Construções



Fonte: LCP Engenharia & Construções, 2021.

FIGURA 15 - Painéis sendo montados em uma obra residencial no litoral de São Paulo



Fonte: LCP Engenharia & Construções, 2021.

Os brises são utilizados para redução da radiação solar controlando sua entrada nos ambientes internos. Servem como um quebra-sol, uma série de lâminas verticais, horizontais ou mistas, móveis ou fixas, como mostram as Figuras 16, 17 e 18. Em lugares de clima tropical, a radiação solar é a principal causa de desconforto térmico nas edificações. Para melhor utilização dos brises, o ideal é analisar como a radiação entra na edificação, de modo geral quando está na horizontal. Quando o sol está mais alto, no Brasil, a fachada norte é a mais indicada. Nas fachadas leste e oeste devem estar na vertical, tudo depende da angulação do sol. Deve-se considerar também a altura dos edifícios, peso dos elementos (que depende do material escolhido), mobilidade e manutenção.

As vantagens de utilizar os brises são controle de radiação solar, que impede os raios do sol de ultrapassar com facilidade o ambiente, conforto térmico interno e redução de carga térmica. Essa dificuldade de passagem dos raios solares facilita o controle térmico, uma vez que não permite que o meio fique desconfortavelmente quente, e melhorando a eficiência energética na medida em que reduz o uso de ventiladores e ar condicionado. Também proporciona iluminação natural por mais tempo durante o dia e permite a ventilação natural por não ser uma parede fechada.

FIGURA 16 - Estrutura móvel do Museu do Amanhã que serve de brise e contém placas fotovoltaicas para captação de energia solar, Rio de Janeiro



Fonte: Cristiane Nunes, 2017 (Site SustentArqui).



FIGURA 17 - Brises verticais



Fonte: Site Hometeka, 2014.

FIGURA 18 - Brises horizontais



Fonte: Site Circuito Mato Grosso, 2018.



### 5.2.2. Elétrica

O consumo de energia nas edificações é uma das maiores preocupações quando se fala em sustentabilidade. O processo de baixo consumo energético empregado nos projetos precisa respeitar os sistemas de energia renovável.

Os painéis solares geram eletricidade tendo a luz solar como fonte de energia. A energia fotovoltaica capta, através dos painéis, a luz do sol onde ocorre a transformação da corrente elétrica para a utilização nas residências, conforme a Figura 19.

Algumas características importantes sobre os painéis que devemos observar são provenientes da energia luminosa do Sol, que é renovável, alternativa, sustentável sem gerar resíduos, considerada uma energia limpa. Além disso, possuem uma fonte de energia gratuita, tornando a energia gerada mais barata, uma economia de até 95% na conta de luz e possui vida útil superior a 20 anos com baixa necessidade de manutenção.

FIGURA 19 - Telhado com painéis solares



Fonte: Federação das Câmaras de Dirigentes Lojistas de Minas Gerais (FCDL), 2021.

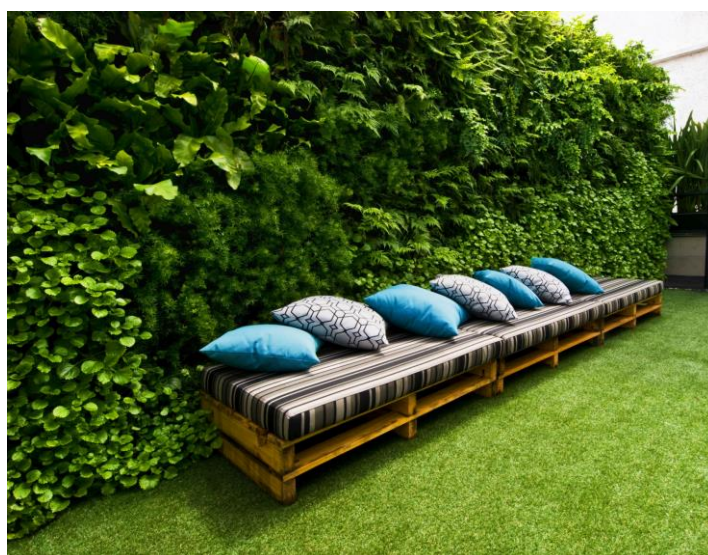
A quantidade de placas depende das variações de temperatura média do local, do consumo médio e da localização da residência, porém em média são necessárias 7 placas solares para uma residência com até 3 pessoas e com o consumo mensal de 250 kWh.

Como forma de trazer estética para as residências e ajudar no consumo de energia, os jardins verticais ou jardins suspensos, conforme Figuras 20 e 21, trazem paz e conforto para qualquer ambiente, podendo ser colocados tanto em paredes internas quanto externas. Um modelo fácil de se ter em casa é a bolsaviva, que consiste em duas camadas de tecido, uma impermeabilização e outra para absorver a água e fornecer a respiração necessária, assim as plantas têm espaço para crescer.

FIGURAS 20 e 21 - Jardins suspensos



Fonte: Pinterest, 2021.



Fonte: Simão Salomão, 2019.

Na economia de energia, os jardins funcionam como isolantes e reguladores de térmicos e proporcionam maior renovação do ar. Diminuem a temperatura e reduzem a utilização do ar condicionado e ventiladores até mesmo de umidificadores de ar, já que o ambiente permanece fresco por mais tempo. Além disso, as plantas ajudam a reduzir os ruídos, o que melhora o conforto acústico.

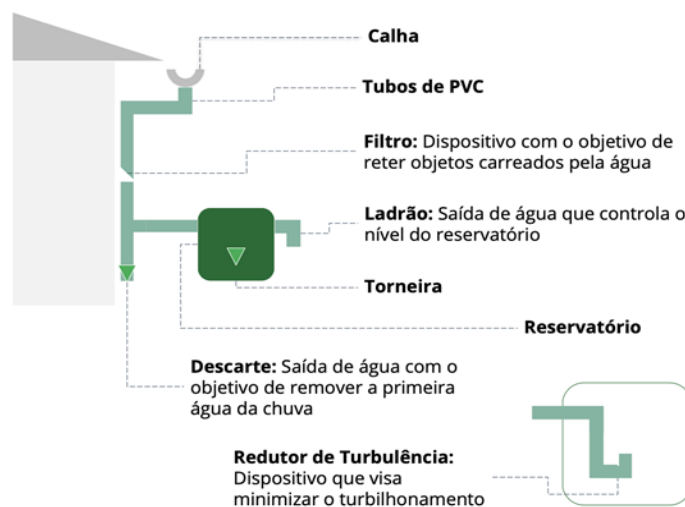
Para aqueles que gostam de *DIY – Do-it-yourself* (faça você mesmo), uma das vantagens desse sistema é que o proprietário pode fazer o próprio jardim, podendo personalizá-lo. Mas alguns cuidados devem ser tomados, como a impermeabilização da parede que deve ser feita antes da implantação.

### 5.2.3. Hidráulica

O sistema de reaproveitamento da água da chuva veio no contexto de escassez e mudanças climáticas, consiste em reservatórios utilizados para captar, armazenar e conservar a água da chuva que escoou pelos telhados e calhas garantindo o reuso da

água de forma mais direta e econômica, conforme mostra a imagem abaixo (Figura 22).

FIGURA 22 - Croqui de Sistema de Captação de Água da Chuva Implantado pelo ESF



Fonte: Engenheiros Sem Fronteiras (ESF), 2019.

A água coletada serve para fins não potáveis como limpeza, jardinagem, irrigação e descarga de vaso sanitário. Apesar de ter filtro, o sistema não é recomendado para uso potável pois não tem tratamento adequado para seu consumo. É uma alternativa para casas, escolas e outras edificações de uso coletivo que queiram economizar a água potável que vem do saneamento da cidade, como mostra a figura 23.

FIGURA 23 - Sistema de Captação de Água da Chuva Implantado pelo ESF-SP



Fonte: ESF, 2019.

Os benefícios do sistema são a fácil instalação, o baixo custo, auxílio no combate à crise hídrica, diminuição da demanda de recursos hídricos para tratamento de água, economia de até 55% na conta mensal, contenção do mosquito *Aedes aegypti* e ajuda no combate a enchentes.

Outra maneira de promover a economia de água nas residências, são os arejadores para torneiras com a função de misturar ar à água, conforme Figura 24, diminuindo o fluxo, o que causa maior pressão e gera maior economia, que varia entre 50% e 80%, segundo fabricantes. A vazão de uma pia, por exemplo, é de 13,8 litros por minuto e esse consumo é reduzido para 6 litros por minuto com arejador, de acordo com a SABESP.



FIGURA 24 - Arejador de torneira



Fonte: Magazine Luiza, 2021.

#### 5.2.4 Cobertura

Como apresentado na metodologia, existem diversas formas de se ter uma cobertura, entre elas, para que ocorra melhor conforto térmico e haja sustentabilidade, o telhado verde é uma alternativa ecologicamente correta que traz diversos benefícios para residência e seu entorno, sendo o autor:

“Um telhado verde é uma estrutura que apresenta geralmente sete camadas de baixo para cima: o telhado, uma membrana à prova d'água, uma barreira contra raízes, um sistema de drenagem, um tecido permeável, a terra e a vegetação. A estrutura montada sobre a laje já impermeabilizada possui um reservatório que armazena a água da chuva em recipientes e no qual é encaixado o piso elevado. Sobre o piso é colocada uma camada de argila e uma manta geotêxtil que servem para filtrar os resíduos que não devem passar para o interior do reservatório. A terra e a vegetação são colocadas a seguir, com as plantas acima do nível da água para que não se encharquem, conforme Figura 25. A terra não pode ser aplicada diretamente sobre a laje por ser pesada e, com as chuvas, o seu peso aumenta ainda mais, podendo danificar a estrutura da construção.” (SMANIOTTO, 2018)

FIGURA 25 - Camadas do telhado verde



Fonte: Site Tua Casa, 2021.

O telhado verde tem diversas vantagens como diminuir a poluição e melhorar a qualidade do ar na localidade, melhorando assim a qualidade respiratória de seus usuários e ao redor, evitar as ilhas de calor – aumento da temperatura média da região, o que causa desconforto térmico-, melhora o isolamento térmico e acústico da edificação, maior retenção das águas da chuva e regula a drenagem delas diminuindo a possibilidade de enchentes e o consumo de energia já que mantém a residencial com uma boa temperatura interna, promove o equilíbrio ambiental na comunidade, além de conferir beleza a edificação, Figura 26, e criar uma área de dedicada a lazer.

FIGURA 26 - Casa sustentável com telhado verde



Fonte: Prefeitura Farroupilha, 2021.

Ecotelhado branco é uma tinta à base de água contendo nano esfera cerâmica misturada a resinas e aditivos. Atua com reflexão a radiação solar com a finalidade de reduzir a temperatura do ambiente interno. Forma-se uma película que reflete os raios UVA e UVB diminuindo em até 50% da temperatura do telhado evitando as ilhas de calor, conforme a Figura 27.

Pintar o telhado gera vários benefícios, como redução de até 35% a temperatura interna e na eficiência energética ajudando a diminuir o consumo de energia elétrica (ar condicionado), proteção contra corrosão (em superfície metálica), contra bactérias e contra fungos, redução de até 50% a temperatura no substrato, baixo peso sobre a cobertura, 300g/m<sup>2</sup>, 250 microns não sobrecarregando a fundação, baixo teor de VOC (Composto Orgânico Volátil), atóxico, sem cheiro sua aplicação não prejudica o meio ambiente, reduz a dilatação da superfície evita que a área em que será aplicada ocorra dilatação, auxilia a troca térmica ajudando a manter o ambiente interno com boa temperatura, além disso, tem durabilidade de até 20 anos.

FIGURA 27 - Comparação antes e depois da aplicação da tinta



Fonte: MaxiPaint, 2021.

### 5.3. Comparação econômica

Conforme a comparação descritiva anteriormente, foi feito um levantamento dos valores\*, conforme Tabela 1, a fim de mostrar, entre os métodos escolhidos, como afetam economicamente o orçamento da reforma/construção.

TABELA 1 – Comparação de valores dos sistemas construtivos

Etapas	Sistemas Construtivos	Preços
<b>Vedação</b>	ECOGrid	R\$343,00 m <sup>2</sup> (sem montagem)
	Brises	R\$300,00 – R\$1270,00 m <sup>2</sup> (alumínio) (madeira)
<b>Instalações elétricas</b>	Painel Solar	R\$16.000,00 – R\$91.000,00 + preço da instalação entre R\$3.600,00 – R\$11.200,00 (depende da potência do gerador e consumo médio mensal)
	Jardim suspenso	R\$600,00 – R\$1.000,00 m <sup>2</sup>



<b>Instalações Hidrossanitária</b>	Captação de água da chuva	R\$2123,79 – R\$2714,69 (kit para filtrar, área de contribuição do telhado até 200m²)  R\$2150,00 – R\$2.899,00 (cisterna de 1000L/5000L)
	Arejador de torneira	R\$14,00 – R\$96,00 (cada)
<b>Cobertura</b>	Telhado verde	R\$225,00 m² (em média)
	Ecotelhado branco	R\$11,25m² (balde de 18L rende 50m²)

\* Valores encontrados dia 16/08/2021.

De acordo com os valores apresentados na tabela, para uma residência com 100m², o custo médio da reforma:

- Com os sistemas construtivos mais divulgados no mercado (ECOGrid, Paine Solar, Captação de água da chuva e Telhado verde) foi de R\$122.643,74;
- Com brises, jardim suspenso, arejadores de torneira e ecotelhado branco foi de R\$17.441,15;
- A diferença entre os dois projetos foi de R\$105.202,59.

O cálculo foi realizado através das médias de cada método, levando em conta as peculiaridades de cada um. O ECOGrid foi multiplicado a média pela área da residência, já o brise foi encontrado a média dos valores e multiplicado por 10m². Na parte elétrica, para os painéis solares também se encontrou a média tanto dos painéis quanto da instalação somam as duas médias no fim; o jardim suspenso a média foi feito e depois multiplicado por 10m². Na hidráulica, buscou a média do kit e da cisterna e com os arejadores a média foi encontrada e multiplicada por quatro (levando em conta que a residência teria dois banheiros, a pia da cozinha e um tanque de roupa). A cobertura, no telhado verde, multiplicou a área pela média; o ecotelhado branco levou em conta uma média para a área do telhado de 121,88m² e multiplicou pela média disposta na tabela. Qualquer dos valores pode ser alterado dependendo da residência pois é um mero exemplo apenas para comparação de valores.

### 5.3.1 Roteiro para uma reforma sustentável

Reforma tende a ser um pesadelo para a maioria das pessoas devido às surpresas encontradas no decorrer da obra, que normalmente geram gastos inesperados fazendo que o valor inicial seja alterado. Com isso, um bom planejamento é essencial para começar uma obra. Para evitar contratempo e desperdícios, a contratação de um profissional qualificado é a melhor maneira para atingir tais objetivos.

- 1) Definição do objetivo da reforma (o ideal é priorizar a infraestrutura): deve-se ter em mente, de forma clara e objetiva, o que se espera da reforma e o que é indispensável mudar;
  - A. Pintar a casa: caso não haja rachaduras, pintar a casa traz uma sensação de mudança grande com poucos recursos, além disso, cores claras ajudam na economia de energia, o branco principalmente pois reflete a luz natural;
  - B. Renovar a iluminação: trocar as lâmpadas por LED e atualizar o quadro de energia geram economia na conta de luz;
  - C. Trocar as janelas: pôr janelas que permitam a entrada de luz e melhor ventilação;
  - D. Trocar as torneiras: verificar se alguma está com vazamento e colocar arejadores nas torneiras;
  - E. Fazer um jardim: ajuda a manter a temperatura da residência deixando mais arejada.
- 2) Estabelecer um teto máximo para o orçamento, com reserva para imprevistos;
- 3) Fazer uma pesquisa de mercado, como na tabela acima: assim consegue ver as diferentes soluções e adequar à necessidade da residência, comparando também os valores evitando que ultrapasse o orçamento estipulado;
- 4) Criar um cronograma: verificar os prazos, fazer um controle dos recursos financeiros, programar as compras, organizar e gerenciar a contratação de mão-de-obra, planejar bem para evitar os conflitos entre atividades;
- 5) Evitar morar na casa durante a reforma: as reformas geram muita poeira, danificando móveis e podem prejudicar a saúde de quem tem problemas respiratórios;

- 6) Contratar profissional por etapa: com o cronograma bem planejado, consegue saber quando um profissional termina e o outro pode começar.

## **6- CONCLUSÃO**

A partir da pesquisa realizada e da comparação dos valores dos métodos construtivos, pode-se concluir que hoje encontram-se no mercado mais soluções sustentáveis e de fácil acesso com variações de preços que facilitam adequação às necessidades. Ficou visível que a sustentabilidade melhora tanto a qualidade de vida do usuário final quanto a residência e o entorno.

O trabalho mostra os benefícios de cada sistema e como eles interferem nas construções alterando o seu conforto ambiental, com isso, foram verificados métodos construtivos que mais beneficiariam a construção, além disso os escolhidos acabam por ajudar outros sistemas. Dessa maneira, diminui o custo final do projeto, assim como, pode reduzir o tempo de conclusão da reforma.

Pelo trabalho realizado, não há apenas uma maneira de se realizar uma reforma sustentável. Tudo dependerá do planejamento realizado e do orçamento do proprietário. Contudo, um estudo mais aprofundado deverá ser realizado para garantir que os métodos mencionados consigam trabalhar juntos verificando se o conforto será garantido e em quais condições seriam adequados.

## REFERÊNCIAS

ABRAHÃO, Victória; BERGO, Anna Beatriz; GOMES, Mariana; RODRIGUES, Vitor. **Fique por dentro de como fazer um sistema de captação de água da chuva.** São Paulo, 2019. Disponível em: <https://esf.org.br/captacao-de-agua-de-chuva/>. Acesso em: 21 jul. 2021.

BRASIL, Green Building Council. **Brasil ocupa o 4º lugar no ranking mundial de construções sustentáveis certificadas pela ferramenta internacional LEED.** Brasil, 2018. Disponível em: <https://www.gbcbrasil.org.br/brasil-ocupa-o-4o-lugar-no-ranking-mundial-de-construcoes-sustentaveis-certificadas-pela-ferramenta-internacional-leed/>. Acesso em: 29 jun. 2021.

CAMARGO, Nicollas; PAVESI, Glauco. **Ecogrid com aplicação de barro como material estrutural.** 17 f., Bragança Paulista, 2019. Disponível em: <http://lyceumonline.usf.edu.br/salavirtual/documentos/3279.pdf>. Acesso em: 21 jul. 2021.

CAMPOS, Luana. **Eficiência Energética:** a “fonte” de energia mais limpa que existe. Campo Grande, 2019. Disponível em: [https://ecoa.org.br/a-fonte-de-energia-mais-limpa-que-existe/?gclid=Cj0KCQjw\\_8mHBhCIARIsABfFgpjSkAxIWZHeb456MIUyCKSKdimSnbjUmEYhcOSCOUbue0Kb0Po3hecaAuoREALw\\_wcB](https://ecoa.org.br/a-fonte-de-energia-mais-limpa-que-existe/?gclid=Cj0KCQjw_8mHBhCIARIsABfFgpjSkAxIWZHeb456MIUyCKSKdimSnbjUmEYhcOSCOUbue0Kb0Po3hecaAuoREALw_wcB). Acesso em: 17 jul. 2021.

ECOTELHADO. **O telhado, às vezes, pode ser branco!** Porto Alegre, 2014. Disponível em: <https://ecotelhado.com/o-telhado-as-vezes-pode-ser-branco/>. Acesso em: 24 jun. 2021.

FARIA, Vivian. **Brasil pode reciclar 98% dos resíduos da construção civil, mas só consegue dar conta de 21%.** Curitiba, 2019 Disponível em: <https://www.gazetadopovo.com.br/haus/sustentabilidade/brasil-pode-reciclar-98-dos-residuos-da-construcao-civil-mas-so-consegue-dar-conta-de-21/>. Acesso em: 15 jul. 2021.

KEELER, Marian; VAIDYA, Prasad. **Fundamentos de Projeto de Edificações Sustentáveis.** 368 f.. Tradução: Alexandre Salvaterra. – 2d. Brasil: Bookman, 2018.

LEITE, Isabela. **Como economizar instalando arejador na torneira.** São Paulo, 2014. Disponível em: <http://g1.globo.com/sao-paulo/blog/como-economizar->

agua/post/como-economizar-instalando-arejador-na-torneira.html. Acesso em: 18 jul. 2021.

MAXIPAIN.T. MaxiThermic. São Paulo, 2021. Disponível em:  
<https://maxipaintdobrasil.com.br/tinta-termica-telhados.html>. Acesso em: 27 jul. 2021.

NUNES, Cristiane. **A importância do brise na arquitetura bioclimática**. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <https://sustentarqui.com.br/brise-arquitetura-bioclimatica/>. Acesso em: 21 jul. 2021.

SMANIOTTO, Patricia. **Telhado verde: Benefícios e custos desta cobertura linda e sustentável**. Berlin, 2018. Disponível em:  
[https://www.homify.com.br/livros\\_de\\_ideias/5436911/telhado-verde-beneficios-e-custos-desta-cobertura-linda-e-sustentavel](https://www.homify.com.br/livros_de_ideias/5436911/telhado-verde-beneficios-e-custos-desta-cobertura-linda-e-sustentavel). Acesso em: 21 jul. 2021.

YUDELSON, Jerry. **Projeto Integrado e Construções Sustentáveis**. 261 f.  
Tradução: Alexandre Salvaterra. – 2d. Brasil: Bookman, 2013.