

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA
CATARINA – CÂMPUS FLORIANÓPOLIS
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

VITOR DANIEL OSÓRIO

**PANORAMA DAS ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS APLICADAS ÀS
RESIDÊNCIAS UNIFAMILIARES NA REGIÃO INSULAR DE
FLORIANÓPOLIS-SC**

FLORIANÓPOLIS, 2022.

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA
CATARINA – CÂMPUS FLORIANÓPOLIS
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE CONSTRUÇÃO CIVIL
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL**

VITOR DANIEL OSÓRIO

**PANORAMA DAS ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS APLICADAS ÀS
RESIDÊNCIAS UNIFAMILIARES NA REGIÃO INSULAR DE
FLORIANÓPOLIS-SC**

Trabalho de Conclusão de Curso
submetido ao Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia de Santa
Catarina como parte dos requisitos para
obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Civil em 2022.

Orientador:
Prof. Lucas Bastianello Scremin, Me.

Coorientador:
Prof. Miguel Correia de Moraes, Me.

FLORIANÓPOLIS, 2022.

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor.

Osório, Vitor

PANORAMA DAS ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS APLICADAS ÀS
RESIDÊNCIAS UNIFAMILIARES NA REGIÃO INSULAR DE FLORIANÓPOLIS-SC
/ Vitor Osório; orientação de Lucas Scremin;
coorientação de Miguel Moraes. - Florianópolis, SC,
2022.

83 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) - Instituto Federal
de Santa Catarina, Câmpus Florianópolis. Bacharelado
em Engenharia Civil. Departamento Acadêmico
de Construção Civil.

Inclui Referências.

1. Sustentabilidade. 2. Construção Sustentável.
3. Florianópolis. 4. Estratégia Sustentável. I. Scremin,
Lucas. II. Moraes, Miguel . III. Instituto Federal de
Santa Catarina. IV. PANORAMA DAS ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS
APLICADAS ÀS RESIDÊNCIAS UNIFAMILIARES NA REGIÃO
INSULAR DE FLORIANÓPOLIS-SC.


PANORAMA DAS ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS APLICADAS ÀS RESIDÊNCIAS UNIFAMILIARES NA REGIÃO INSULAR DE FLORIANÓPOLIS-SC

VITOR DANIEL OSÓRIO

Este trabalho foi julgado adequado para obtenção do título de Engenharia Civil e aprovado na sua forma final pela banca examinadora do Curso de Engenharia Civil do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.


Florianópolis, 25 de Julho, 2022.

Banca Examinadora:


Documento assinado digitalmente
 LUCAS BASTIANELLO SCREMIN
Data: 22/08/2022 09:41:52-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Lucas Bastianello Scremin, Me.
Documento assinado digitalmente
 MIGUEL CORREIA DE MORAES
Data: 18/08/2022 16:15:45-0300
CPF: 041.503.314-48
Verifique as assinaturas em <https://v.ifsc.edu.br>

Miguel Correia de Moraes, Me.
IFSC

Documento assinado digitalmente
 ANDREA MURILLO BETIOLI
Data: 18/08/2022 10:23:08-0300
CPF: 030.082.269-30
Verifique as assinaturas em <https://v.ifsc.edu.br>

Andrea Murillo Betioli, Dra.
IFSC

Documento assinado digitalmente
 SERGIO PARIZOTTO FILHO
Data: 18/08/2022 15:18:47-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

Sergio Parizotto Filho, Me.
IFSC

AGRADECIMENTOS

A Deus, que permitiu que eu tivesse saúde, força e determinação durante a realização deste trabalho.

Aos meus pais por serem meus maiores exemplos, sempre me apoiando e incentivando em todas as situações da minha vida.

Ao meu irmão, por toda a motivação e auxílio durante a realização deste trabalho.

Ao professor orientador Lucas Bastianello Scremin, como também ao professor coorientador Miguel Correia de Moraes, por toda a orientação, confiança e disponibilidade durante a realização deste trabalho.

Aos membros da banca, a professora Andrea Murillo Betioli e o professor Sergio Parizotto Filho, pelo direcionamento e disponibilidade durante a execução deste trabalho.

E aos colegas e amigos por me ajudarem a superar todas as dificuldades durante a formação.

RESUMO

No Brasil, diversos são os desafios para a consolidação de um setor construtivo sustentável, apesar dos avanços tecnológicos, o setor da construção civil ainda é caracterizado como uma atividade altamente consumidora de recursos naturais, fontes de energia e água. Diversas são as estratégias sustentáveis que podem ser aplicadas às construções. Desse modo, o presente trabalho levantou o panorama das construções sustentáveis com enfoque nas residências unifamiliares da região insular do município de Florianópolis averiguando as principais estratégias que os escritórios de engenharia e/ou arquitetura atuantes na região estão adotando em seus projetos. O levantamento foi realizado através da coleta de informações junto aos escritórios locais por meio da distribuição de um questionário eletrônico que indagou o posicionamento das empresas frente aos desafios da sustentabilidade no setor da construção civil, as estratégias sustentáveis adotadas em seus projetos e a existência de projetos unifamiliares da região com certificações sustentáveis no portfólio dos escritórios. A amostra final contou com 13 escritórios de engenharia e/ou arquitetura, onde todos informaram adotar pelo menos algum tipo de estratégia sustentável em seus projetos, onde a estratégia comum para todos foi o aproveitamento da água pluvial, além disso, todas as empresas afirmaram conhecer em certo grau os benefícios da implantação dessas estratégias em seus projetos e três dos escritórios informaram possuir projetos unifamiliares certificados em seus portfólios. Através da análise das respostas, foi possível obter uma visão ampla das principais estratégias sustentáveis adotadas pelos escritórios da região, os fatores para as suas adoções, como também a presença de certificações de sustentabilidade em alguns projetos unifamiliares.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Construção Sustentável. Florianópolis. Estratégia Sustentável.

ABSTRACT

In Brazil, there are several challenges to the consolidation of a sustainable construction sector, despite the technological advances, the construction sector is still characterized as a highly consumptive activity of natural resources, energy, and water sources. Several sustainable strategies can be applied to construction. Thus, the present work surveyed the panorama of sustainable construction, focusing on single-family houses in the insular region of the city of Florianópolis, investigating the main strategies that engineering and/or architectural offices working in the region are adopting in their projects. The survey was conducted by collecting information from local offices through the distribution of an electronic questionnaire, which inquired about the positioning of firms in the face of the challenges of sustainability in the construction industry, the sustainable strategies adopted in their projects, and the existence of single-family projects in the region with sustainable certifications in the firms' portfolios. The final sample included 13 engineering and/or architectural firms, all of which reported adopting at least some type of sustainable strategy in their projects, where the common strategy for all was the use of rainwater. In addition, all firms said they knew to some degree the benefits of implementing these strategies in their projects, and three of the firms reported having certified single-family projects in their portfolios. Through the analysis of the responses, it was possible to obtain a broad view of the leading sustainable strategies adopted by the regional offices, the factors for their adoption, and the presence of sustainability certifications in some single-family projects.

Keywords: Sustainability. Sustainable Construction. Florianópolis. Sustainable strategy.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 – Tripé da Sustentabilidade | 18 |
| Figura 2 – Fluxo de ar oblíquo à abertura | 26 |
| Figura 3 – Zonas homogêneas do Brasil | 42 |
| Figura 4 – Zona Bioclimática 3 | 43 |
| Figura 5 – Selos Casa AZUL + CAIXA | 47 |
| Figura 6 – Localização de Florianópolis no Brasil | 49 |
| Figura 7 – Fluxograma de Perguntas | 52 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|---|----|
| Gráfico 1 – Número de Funcionários por Escritório | 54 |
| Gráfico 2 – Projetos elaborados pelos escritórios | 55 |
| Gráfico 3 – Tempo de atuação dos escritórios no município de Florianópolis | 55 |
| Gráfico 4 – Estratégias de gerenciamento de águas e efluentes | 58 |
| Gráfico 5 – Estratégias de eficiência energética | 58 |
| Gráfico 6 – Materiais e sistemas construtivos sustentáveis | 60 |
| Gráfico 7 – Utilização de materiais construtivos regionais | 61 |
| Gráfico 8 – Fatores para a implantação de estratégias sustentáveis nos projetos residências unifamiliares dos escritórios | 63 |
| Gráfico 9 – Viabilidade financeira da implantação de estratégias sustentáveis nas edificações unifamiliares. | 66 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 – Unidades habitacionais com certificação AQUA-HQE no Brasil | 45 |
|---|----|

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|--------|--|
| ANEEL | Agência Nacional de Energia Elétrica |
| BRE | <i>Building Research Establishment Ltd</i> |
| BREEAM | <i>Building Research Establishment Environmental Assessment Method</i> |
| CBIC | <i>Câmara Brasileira da Indústria da Construção</i> |
| CNI | <i>Confederação Nacional da Indústria</i> |
| CNUMAD | <i>Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento</i> |
| GBCB | <i>Green Building Council Brasil</i> |
| IBGE | <i>Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística</i> |
| ONU | <i>Organização das Nações Unidas</i> |

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO | 13 |
| 1.1 Justificativa | 14 |
| 1.2 Objetivo Geral | 15 |
| 1.3 Objetivos Específicos | 15 |
| 1.4 Estrutura do Trabalho | 16 |
| 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA | 17 |
| 2.1 Sustentabilidade | 17 |
| 2.2 Desenvolvimento Sustentável | 17 |
| 2.3 Construção sustentável | 18 |
| 2.3.1 Setor construtivo sustentável brasileiro | 20 |
| 2.4 Tipos de construções e estratégias sustentáveis | 21 |
| 2.4.1 Eficiência energética | 22 |
| 2.4.1.1 Energia fotovoltaica | 22 |
| 2.4.1.2 Aquecimento Solar da água | 23 |
| 2.4.1.3 Coberturas verdes | 24 |
| 2.4.1.4 Iluminação natural | 25 |
| 2.4.1.6 Ventilação cruzada | 25 |
| 2.4.1.7 Fachada ventilada | 26 |
| 2.4.1.8 Energia Eólica | 27 |
| 2.4.2 Materiais sustentáveis utilizados na Construção Civil | 28 |
| 2.4.2.1 Tintas ecológicas à base de de terra | 29 |
| 2.4.2.2 Madeira plástica | 30 |
| 2.4.2.3 Madeira laminada colada (MLC) | 31 |
| 2.4.2.4 Tijolo solo-cimento | 32 |
| 2.4.2.5 Revestimentos recicláveis | 33 |
| 2.4.3 Gestão sustentável da água | 33 |
| 2.4.3.1 Reúso das águas da chuva | 34 |
| 2.4.3.2 Reúso de águas cinzas | 35 |
| 2.4.4 Sistemas construtivos | 36 |
| 2.4.4.1 Adobe | 36 |
| 2.4.4.2 Taipa de pilão | 37 |
| 2.4.4.2 Pau-a-pique (taipa de mão) | 37 |
| 2.4.4.2 Construção a Seco | 39 |
| 2.4.4.2.1 Light Steel Frame | 39 |
| 2.4.4.2.2 Light Wood Frame | 40 |
| 2.5 Legislação municipal e norma de desempenho térmico | 41 |
| 2.5.1 Política municipal de Florianópolis para a gestão racional da água | 41 |
| 2.5.3 NBR 15575-2021 - Desempenho térmico | 42 |

| | |
|--|-----------|
| 2.6 Sistemas de certificação sustentável aplicadas ao processo de construção | 44 |
| 2.6.1 AQUA-HQE | 45 |
| 2.6.2 GBC Brasil | 46 |
| 2.6.3 Selo Casa Azul + CAIXA | 46 |
| 2.6.4 Selo Procel Edificações | 47 |
| 3. METODOLOGIA | 49 |
| 3.1 Área de interesse | 49 |
| 3.2 Definição da amostra | 49 |
| 3.3 Elaboração do questionário | 50 |
| 3.4 Distribuição do questionário | 53 |
| 4. RESULTADOS | 54 |
| 4.1 Informações básicas | 54 |
| 4.1.1 Número de Funcionários | 54 |
| 4.1.2 Projetos Elaborados | 55 |
| 4.1.3 Tempo de atuação | 55 |
| 4.1.4 Execução de obras | 56 |
| 4.1.5 Benefícios advindos das estratégias sustentáveis no setor | 56 |
| 4.1.6 Uso de estratégias sustentáveis em projetos residenciais unifamiliares | 57 |
| 4.2 Estratégias sustentáveis adotadas pelos escritórios | 57 |
| 4.2.1 Gerenciamento da água e efluentes | 57 |
| 4.2.2 Eficiência energética | 58 |
| 4.2.3 Uso de materiais construtivos sustentáveis | 60 |
| 4.2.3.1 Materiais e técnicas construtivas sustentáveis | 60 |
| 4.2.3.2 Escritórios que empregam materiais construtivos regionais em seus projetos | 61 |
| 4.2.3.2.1 Materiais construtivos e produtos regionais | 61 |
| 4.2.4 Estratégias sustentáveis mencionadas pelos escritórios | 62 |
| 4.3 Fatores para a adoção das estratégias sustentáveis nos projetos residenciais unifamiliares | 63 |
| 4.4 Certificações sustentáveis para residências unifamiliares | 64 |
| 4.4.1 Avaliação dos escritórios para projetos com certificação sustentável | 65 |
| 4.5 Viabilidade econômica da implantação de estratégias sustentáveis em projetos residenciais unifamiliares | 66 |
| 4.6 Considerações acerca do setor construtivo pelos escritórios | 67 |
| 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS | 68 |
| 5.1 Sugestões para trabalhos futuros | 70 |

1. INTRODUÇÃO

As preocupações ambientais começaram a ganhar relevância em 1972 após a realização da Conferência das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento e Meio Ambiente Humano, sediada em Estocolmo e depois com a publicação do Relatório Brundtland - Our Common Future em 1987. Desde então as questões ambientais e sociais têm sido mais discutidas, ganhando cada vez mais destaque em todo o mundo (TORGAL; JALALI, 2007).

Através do relatório Brundtland, o conceito de desenvolvimento sustentável se tornou difundido mundialmente como “[...] aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer as possibilidades de as gerações futuras atenderem suas próprias necessidades” (BARBOSA, 2008, p.2).

Muito embora, o conceito apresentado pelo relatório de Brundtland seja questionável por não definir as necessidades das atuais e futuras gerações, o relatório trouxe a atenção do mundo para a necessidade de novas formas para o desenvolvimento econômico de uma nação, sem comprometer o meio ambiente (BARBOSA, 2008).

No ano de 1992 no Rio de Janeiro, durante a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD), a necessidade da adoção do desenvolvimento sustentável foi reconhecida e afirmada mundialmente através da adoção da Agenda 21 (ONU, 2014 apud HERZER; FERREIRA, 2016).

Já em novembro de 1994 foi realizada a Primeira Conferência Mundial sobre Construção Sustentável (*First World Conference for Sustainable Construction*) na cidade de Tampa, Flórida (EUA), onde se discutiu sobre o futuro da construção no contexto da sustentabilidade. Através da aplicação da sustentabilidade nas atividades construtivas, surgiu o conceito de construção sustentável que promove o uso eficiente dos recursos e a gestão do ambiente construído com base nos princípios ecológicos (PINHEIRO, 2003).

Apesar dos avanços na área da construção sustentável, o setor da Construção Civil continua sendo uma atividade caracterizada pelo seu alto consumo de recursos naturais, fontes de energia e água (BALOI, 2003). Segundo dados do último caderno setorial do CBIC e CNI (2017), os edifícios foram responsáveis pela

emissão de 30% dos gases do efeito estufa, além de contribuírem com 25% a 40% do consumo de energia global (CBIC; CNI, 2017).

De forma similar, segundo os dados apresentados pela *Global Alliance for Buildings and Construction* (2021) no documento intitulado *2021 Global Status Report for Building and Constructions*, o setor da construção civil no ano de 2020 foi responsável por 36% do consumo de energia global além de contribuir com 37% da emissão de Gás Carbônico.

Conforme indicado por Ferreira (2018), diversos são os desafios enfrentados para a consolidação de um setor construtivo sustentável no Brasil, dentre eles, a autora destaca o papel do governo na regulamentação e controle do setor e também a necessidade de as empresas reverem seus modelos de gestão de modo a alinhá-los com os objetivos da sustentabilidade.

Buscando verificar o panorama das construções sustentáveis nos projetos residenciais unifamiliares do município de Florianópolis, foi elaborado e distribuído para diversos escritórios de engenharia e/ou arquitetura da região, um questionário eletrônico para o levantamento das estratégias sustentáveis adotadas pelos escritórios em seus projetos residenciais unifamiliares.

1.1 Justificativa

No Brasil, diversos são os desafios para a consolidação de um setor construtivo sustentável, apesar dos avanços tecnológicos o setor da construção civil ainda é caracterizado como uma atividade altamente consumidora de recursos naturais, fontes de energia e água.

Tendo em vista à relação direta entre a Construção Civil com o meio ambiente, a crescente demanda por projetos sustentáveis e a falta de estudos das estratégias sustentáveis aplicadas às residências unifamiliares do município de Florianópolis, o presente trabalho buscou realizar o levantamento do panorama das estratégias sustentáveis aplicadas pelos escritórios de engenharia e/ou arquitetura da região insular de Florianópolis em seus projetos residenciais unifamiliares, com

isso, procurou-se levantar informações relevantes para uma melhor caracterização do município além de respaldar futuras pesquisas relacionadas ao tema.

1.2 Objetivo Geral

Levantar as estratégias sustentáveis aplicadas nos projetos de edificações residenciais unifamiliares privadas na região insular do município de Florianópolis, Santa Catarina.

1.3 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- a) Elaborar e aplicar um questionário para o diagnóstico das estratégias sustentáveis utilizadas nos projetos de obras unifamiliares na região insular do município de Florianópolis;
- b) Verificar o interesse dos escritórios de engenharia e arquitetura na adoção de estratégias sustentáveis em seus projetos de edificações residenciais unifamiliares.
- c) Averiguar os principais fatores para a implantação ou não de estratégias sustentáveis nos projetos dos escritórios de engenharia e/ou arquitetura;
- d) Verificar quais estratégias sustentáveis os escritórios de engenharia e/ou arquitetura do município de Florianópolis estão aplicando em seus projetos de residências unifamiliares;
- e) Verificar a existência de projetos residenciais unifamiliares com certificação de sustentabilidade no portfólio de projetos dos escritórios que compõem a amostra.

1.4 Estrutura do Trabalho

Este trabalho está disposto em cinco capítulos, sendo eles: introdução, fundamentação teórica, metodologia, resultados e discussões, e considerações finais.

No primeiro capítulo, é realizada uma breve introdução referente à sustentabilidade, desenvolvimento sustentável e construções sustentáveis. Além disso, é apresentada a justificativa, o objetivo geral e os objetivos específicos e a estrutura do trabalho.

No segundo capítulo, fundamentação teórica, é apresentada a fundamentação dos conceitos e estratégias que permeiam a sustentabilidade no setor da construção civil, através da revisão bibliográfica de artigos, teses, dissertações e livros.

No terceiro capítulo, metodologia, é apresentada a metodologia utilizada para a realização do trabalho. Definindo a área de estudo, a amostra, o propósito do questionário e o meio para a sua distribuição.

No quarto capítulo, resultados e discussões, é exposto e discutido os resultados da pesquisa.

Por fim, no quinto capítulo, considerações finais, é realizado um breve fechamento da pesquisa, apresentando as conclusões sobre o tema e também as sugestões para futuros trabalhos.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo apresenta os conceitos e fundamentos necessários para embasar o presente trabalho acadêmico. Através da pesquisa bibliográfica coletou-se e agrupou-se diversas informações pertinentes às construções sustentáveis.

2.1 Sustentabilidade

De acordo com a definição da Agenda 21, sustentabilidade é "[...] a condição ou estado que permitirá a continuidade da existência do *Homo Sapiens*, proporcionando um ambiente seguro, saudável, e uma vida produtiva em harmonia com a natureza e os valores culturais e espirituais locais." (CIB; UNEP-IETC, 2002, p. 6, tradução nossa).

Além disso, a Agenda 21 também ressalta a importância do desenvolvimento sustentável como o tipo de desenvolvimento necessário para se alcançar o estado de sustentabilidade (CIB; UNEP-IETC, 2002).

2.2 Desenvolvimento Sustentável

O desenvolvimento sustentável é o processo do equilíbrio entre as exigências humanas, equidade, prosperidade e qualidade de vida, com a viabilidade ecológica. É também visto como o progresso através da melhoria, evolução e a busca da sabedoria, sendo crescente o número de grupos e disciplinas que compartilham a ideia de dividir o desenvolvimento das atividades humanas em três dimensões principais: econômica, social e ambiental (CIB; UNEP-IETC, 2002).

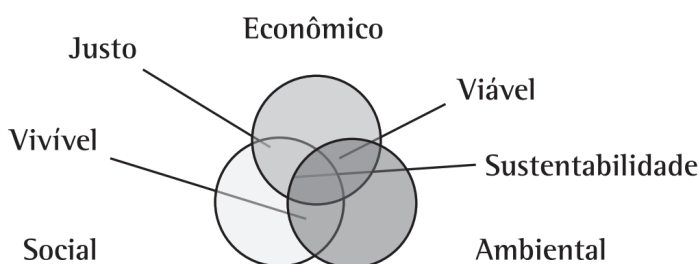
Carvalho e Furukawa (2011) também ressaltam a importância da integração dos setores econômicos, sociais e ambientais para a existência do desenvolvimento sustentável e citam o tripé da sustentabilidade, também conhecido como *Triple Bottom Line* (TBL), como um modelo de gestão que aborda tal união.

O pilar econômico objetiva a criação de empreendimentos viáveis e atraentes para os investidores, o pilar ambiental tem como finalidade analisar a

relação dos processos com o meio ambiente de maneira a evitar danos permanentes, e o pilar social baseia-se na implantação de políticas justas para os trabalhadores, parceiros e a sociedade (OLIVEIRA *et al.*, 2011).

Dessa forma, o objetivo do desenvolvimento sustentável só é alcançado através da união dos três pilares, proporcionando o alcance do estado de sustentabilidade (OLIVEIRA *et al.*, 2011), conforme ilustrada na Figura 1 pela interseção dos pilares.

Figura 1 - Tripé da Sustentabilidade



Fonte: Oliveira *et al.* (2011, p. 73).

Além disso, em 2015 foi publicada a Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável, que reformulou e reintroduziu novos objetivos da agenda anterior, resultando em 17 objetivos para o desenvolvimento que deverão ser alcançados até o ano de 2030 para os países membros das nações unidas (KLARIN, 2018).

2.3 Construção sustentável

Diversas definições são atribuídas para a Construção Sustentável, de acordo a Agenda 21 para países em desenvolvimento, ela é definida como: “[...] um processo holístico que busca manter e restaurar a harmonia entre o ambiente natural com o ambiente construído, criando imposições que afirmam a dignidade humana e fomentem a equidade econômica.” (CIB; UNEP-IETC, 2002, p. 8, tradução nossa).

Durante a Primeira Conferência Mundial sobre Construção Sustentável realizada em 1994 em Tampa, na Flórida, o Grupo de Trabalho 16 do CIB, definiu

formalmente seis princípios para a construção sustentável, expostos no documento intitulado “*Sustainable construction : proceedings of the First International Conference of CIB TG 16*” de 1994, e que posteriormente se tornaram sete ao adicionar-se o princípio econômico com a avaliação do custo do ciclo de vida dos sistemas (KIBERT, 1994; KIBERT 2016).

1. Minimizar o consumo de recursos;

Ligado diretamente com o uso de sistemas de alta eficiência e utilização de medidas passivas para a iluminação, aquecimento e refrigeração das construções, visto que a redução do consumo de energia é um fator essencial para a conservação dos recursos naturais (KIBERT, 1994).

2. Maximizar a reutilização dos recursos;

Na reutilização os produtos são usados em sua forma intacta, com reprocessamento mínimo, apresentando um custo inferior ao ser comparado com produto novo, além de colaborar positivamente com a preservação ambiental de modo a reduzir a exploração de novos recursos (KIBERT, 1994).

3. Uso de recursos renováveis ou recicláveis;

Os recursos renováveis e/ou recicláveis, devem ter prioridade sobre os demais, este princípio pode ser aplicado diretamente à energia, onde as fontes renováveis já estão disponíveis para o uso, como a energia solar e eólica.

Outra situação que esse princípio pode ser aplicado é na madeira, recurso muito utilizado na construção civil, muito embora o setor possua uma alta demanda e consumo elevado deste material, o suprimento pode ser melhor pensado, sendo o caso das madeiras oriundas de florestas com certificação ambiental (KIBERT, 1994).

4. Proteger o ambiente natural;

É necessária a aplicação de práticas que visem a proteção da natureza, tanto para a manutenção, como também para a restauração do ambiente natural (KIBERT, 1994).

5. Criar um ambiente saudável e não tóxico;

Embora seja possível a utilização de materiais tóxicos em sistemas totalmente fechados, deve-se buscar a eliminação destes materiais ao máximo, no ambiente interno, através da utilização de materiais que não gerem gases e que não contribuam para o carregamento de partículas para o ambiente, como também, no ambiente externo, por meio da utilização de plantas e vegetações resistentes e tolerantes à seca e insetos sem que haja a necessidade da utilização de produtos tóxicos (KIBERT, 1994).

6. Perseguir a qualidade ao criar o ambiente construído;

A qualidade é uma característica primordial para a construção sustentável, a excelência no planejamento dos edifícios é extremamente necessária para a busca da construção sustentável, dado que projetos que adotem seus princípios, mas que abram mão da qualidade, estão fadados a serem desvalorizados por seus ocupantes, contribuindo negativamente com o objetivo final da construção sustentável (KIBERT, 1994).

7. Custo do ciclo de vida;

As construções sustentáveis fazem sentido do ponto de vista econômico ao serem analisadas dentro de um ciclo de vida. Muito embora possam vir a despende um valor inicial superior aos sistemas convencionais, a maior parte dos elementos chaves presentes nos sistemas de construções verdes recuperarão seu investimento inicial em um tempo relativamente curto. O custo do ciclo de vida avalia o desempenho de um sistema ao longo da vida útil de um edifício, fornecendo informações importantes relativas à viabilidade econômica e as vantagens técnicas dos sistemas (KIBERT, 2016).

2.3.1 Setor construtivo sustentável brasileiro

No Brasil, diversos compromissos e diretrizes foram estabelecidas pela Câmara Brasileira da Indústria da Construção para a consolidação de um setor da construção sustentável no país, entre as principais diretrizes, destacam-se (CBIC; CNI; 2017):

- Reconhecer a importância e obrigação das cidades como núcleos transformadores para o alcance da sustentabilidade.
- Mostrar na prática como a indústria da construção civil pode contribuir para uma maior sustentabilidade no ambiente construído, através de novos processos produtivos e produtos;
- Divulgar práticas e conhecimentos relevantes para o desenvolvimento tecnológico e inovações no setor, promovendo a incorporação de soluções pautadas por critérios como a eficiência energética e hídrica nos processos e produtos e o uso de materiais e sistemas construtivos que minimizem o consumo de recursos naturais e elevem o desempenho ambiental das edificações;
- Minimizar os impactos ambientais na cadeia produtiva;
- Proporcionar o desenvolvimento urbano em harmonia com o meio ambiente, satisfazendo às reais necessidades da sociedade para uma configuração comunitária próspera e saudável, integrando a sociedade civil e a administração pública;
- Difundir soluções tecnológicas e de gestão, voltadas para o aumento da produtividade;
- Auxiliar no estabelecimento de instrumentos legais, mecanismos e processos, mais eficientes e menos burocráticos;
- Valorização do ser humano.

2.4 Tipos de construções e estratégias sustentáveis

Diversas são as construções e estratégias sustentáveis que podem ser implementadas nas construção civil, dessa forma, apresenta-se a seguir as mais comumente empregadas nas edificações unifamiliares.

2.4.1 Eficiência energética

O racionamento de energia é um conceito recente no Brasil, em comparação com o período em que a energia vem sendo utilizada no país (CARVALHO; FURUKAWA, 2011). Nos últimos anos, percebe-se um aumento no consumo de energia pelas edificações em busca do conforto térmico (JUNIOR *et al.*, 2012).

Muito embora a demanda energética tenha aumentado, é possível mitigar este crescimento. Um dos pilares da construção sustentável é a diminuição do consumo de recursos naturais, o qual está relacionado diretamente com a questão energética. Considera-se uma edificação energeticamente eficiente quando a edificação propicia com menor consumo energético as mesmas condições ambientais de uma semelhante (CARVALHO; FURUKAWA, 2011).

Em busca dessa eficiência energética, diversas práticas e tecnologias podem ser empregadas nas edificações.

2.4.1.1 Energia fotovoltaica

Os painéis fotovoltaicos são constituídos por uma célula fotovoltaica, elemento básico do módulo fotovoltaico, e é nela que ocorre a conversão de energia, são geralmente fabricadas na forma de retângulos ou pequenos discos (NASCIMENTO, 2020).

Muito embora a corrente produzida por uma célula fotovoltaica seja satisfatória a tensão é pequena, dessa forma, na maioria dos casos os módulos fotovoltaicos são montados com as células fotovoltaicas em série, onde ocorre a soma das tensões. De forma semelhante, os módulos fotovoltaicos podem ser ligados em série e/ou em paralelo dependendo da demanda de tensão e/ou corrente elétrica do projeto (SILVA; BRITO, 2006).

A energia elétrica produzida pelos módulos fotovoltaicos é uma energia limpa e renovável, que vem contribuindo positivamente para a sustentabilidade,

proporcionando uma redução na emissão dos gases do efeito estufa oriundos da energia elétrica produzida por meio do consumo dos combustíveis fósseis (SILVA; BRITO, 2006).

Contudo, alguns sistemas fotovoltaicos utilizam banco de baterias para o armazenamento da energia elétrica, o que vai em contramão com alguns dos princípios da sustentabilidade, uma vez que as mesmas possuem baixa vida útil, cerca de 4 a 5 anos, e são constituídas de elementos extremamente tóxicos. Para mitigar esse problema, a Resolução nº 482 de dezembro de 2012 da ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) permite a ligação dos sistemas fotovoltaicos à rede de energia elétrica (MACHADO; MIRANDA, 2015).

2.4.1.2 Aquecimento Solar da água

De acordo com os dados do Anuário Estatístico de Energia Elétrica de 2019, ano base 2018, (EPE, 2019), o setor residencial é o segundo maior consumidor de energia elétrica do país, responsável por 29% do consumo total, perdendo apenas para o setor industrial, com 36%.

Segundo Silva (2007) cerca de 26% do consumo elétrico residencial é atribuído ao aquecimento de água, inferior apenas ao gasto com refrigeração, com 32%. Um dos caminhos para mitigar este elevado consumo é a utilização de tecnologias alternativas que visem suprir esta demanda, onde destaca-se a utilização dos sistemas de aquecimento através da energia solar, como uma forma viável para o alívio do sistema energético (BEZERRA; SOUZA, 2000).

De acordo com Lamberts, Dutra e Perreira (2014), os sistemas de aquecimento solar de água são constituídos basicamente por duas partes principais, o reservatório térmico (*boiler*) e o coletor solar. Os autores, recomendam a instalação do *boiler* em altura superior à dos coletores solares, permitindo assim a circulação do sistema de forma livre, em contrapartida, em sistemas com o *boiler* instalados à nível inferior dos coletores, é necessário a utilização do bombeamento elétrico para a circulação forçada da água no sistema.

Além disso, os autores destacam a viabilidade econômica do sistema, tendo seu retorno do investimento inicial (ROI) em aproximadamente dois anos para as residências unifamiliares.

2.4.1.3 Coberturas verdes

Ao longo da história da arquitetura e engenharia, as coberturas verdes vêm sendo utilizadas com diferentes finalidades: questões estéticas, vernaculares, lazer, ecológicas e sustentáveis. Como prática sustentável, serve como mecanismo de eficiência energética, de conforto térmico e acústico, além de retardar o escoamento superficial (BALDESSAR, 2012).

As coberturas verdes consistem na utilização da cobertura vegetal, gramíneas, arbustos e até árvores, sobre as edificações, podendo ser utilizadas nas lajes ou nos próprios telhados de forma: intensiva, extensiva ou semi-extensiva (BLANCO, 2012).

As coberturas intensivas são caracterizadas pela necessidade de uma estrutura complexa para implantação, necessitando de grande manutenção. São utilizadas para a cobertura vegetal uma grande variedade de plantas, desde gramíneas, arbustos, até árvores.

Nas coberturas verdes extensivas a necessidade de manutenção e intervenção humana na maioria das vezes se torna desnecessária, sendo geralmente proibida a utilização dela como área de recreação. Sua estrutura é mais simples, com maior viabilidade econômica e com sistema leve de menor quantidade de substrato e menor absorção de água (BLANCO, 2012).

As coberturas verdes semi-extensivas reúnem algumas das características das coberturas intensivas e extensivas, sendo considerada uma cobertura intermediária entre ambas. Em comparação com as coberturas extensivas, este tipo de cobertura possui um custo de implantação superior, com maior peso e necessidade de manutenção periódica, contudo, permite a implantação de projetos de paisagismo mais diversificados (BLANCO, 2012).

2.4.1.4 Iluminação natural

A iluminação natural pode ser explorada de maneira a reduzir o consumo elétrico das edificações que utilizam os sistemas de iluminação artificial. Contudo, enquanto ocorre a redução dos gastos energéticos com iluminação, a maior incidência de radiação solar provoca um aumento nas cargas térmicas podendo levar a um aumento do consumo elétrico superior à redução proporcionada. Dessa forma, cabe aos projetistas o dimensionamento do sistema de modo a torná-lo eficiente, tanto economicamente como em relação ao conforto ambiental (PEREIRA; CARLO; LAMBERTS, 2004).

2.4.1.6 Ventilação cruzada

De acordo com Scherer e Massuti (2019), a ventilação cruzada é uma forma natural de alcançar o conforto térmico nas edificações através da disposição correta das esquadrias.

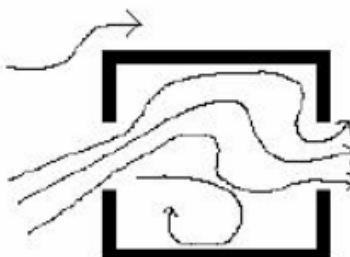
Possebom *et al.* (2016), complementa definindo a ventilação cruzada como a circulação do ar no interior das edificações causado pelas diferenças de pressões dos ambientes e sem a utilização de sistemas mecânicos. Além disso, os autores apontam a necessidade de duas aberturas, em faces opostas ou adjacentes, de modo que o ar ao movimentar-se pelo ambiente, carregue consigo o ar quente, propiciando assim a circulação de ar fresco e o conforto térmico do local.

Contudo, Rodrigues (2008) caracteriza a ventilação cruzada como a circulação do ar através de aberturas situadas em lados opostos do ambiente, onde as aberturas em que o ar entra são localizadas em zonas de alta pressão e as aberturas de saída são situadas nas zonas de baixa pressão, e que para um melhor aproveitamento do sistema é necessário dispor as aberturas de entrada em um nível inferior as de saída.

Givoni (1998 apud RODRIGUES, 2008), ressalta a importância da turbulência gerada no ambiente, onde um volume maior de ar é circulado, através da

entrada de ar oblíquo às aberturas, ou pela mudança forçada de direção do ar, conforme a Figura 2.

Figura 2 - Fluxo de ar oblíquo à abertura



Fonte: Givoni (1998 apud RODRIGUES, 2008).

Possebom *et al.* (2016), levanta diversas vantagens da utilização da ventilação cruzada nas edificações como:

- Conforto ambiental;
- Circulação e renovação de ar;
- Redução dos gastos energéticos conservando a temperatura e umidade;
- Controle térmico;
- Arquitetura sustentável;
- Favorece a movimentação de ar em espaços conectados.

2.4.1.7 Fachada ventilada

Para Machado e Oliveira (2013), a tecnologia construtiva nomeada como Fachada Ventilada, conhecida também como Revestimentos Não Aderidos de Fachadas (RNA), surgiu em meio à crise energética na década de 70. Além disso, por serem leves e não possuírem função estrutural, elas apresentam uma rápida manutenção e baixa geração de resíduos.

Segundo Machado e Oliveira (2013), a tecnologia RNA é constituída por revestimentos não aderidos na forma de chapas, por uma subestrutura de sustentação leve, geralmente metálica ou de madeira, pelos dispositivos de fixação e pelos componentes de fechamento e acabamento.

Como o RNA não é aderido à estrutura principal, mas sim na subestrutura de sustentação, ocorre a criação de uma câmara de ar entre o RNA e a estrutura de fechamento vertical, esta câmara, é a característica principal das fachadas ventiladas, e é ela que proporciona a ventilação entre as duas camadas (GRACIANO, 2018).

Campos (2011), destaca diversas vantagens dos sistemas de fachadas verticais quando comparadas aos sistemas de revestimentos tradicionalmente aderidos:

- Economia de energia;
- Redução do calor de dispersão;
- Menor calor de absorção no verão;
- Conservação das características técnicas e estéticas do sistema no decorrer do tempo;
- Redução dos problemas de umidade, eflorescência ou infiltrações nas vedações externas, evitando manifestações patológicas;
- Resistente à poluição e corrosão;
- Auxilia na dispersão da umidade;
- Proteção da vedação externa contra água da chuva e baixas temperaturas;
- Reduz a deterioração da fachada, reduzindo os custos de manutenção;
- Melhora do conforto térmico e acústico;
- Alta produtividade e facilidade de manutenção;
- Redução dos efeitos de dilatação térmica da estrutura do edifício;
- Redução do destacamento dos revestimentos externos;
- Proporciona a redução no prazo de construção.

2.4.1.8 Energia Eólica

A utilização da energia eólica vem crescendo e sua participação aumentando na matriz energética, sendo uma fonte de energia limpa e renovável (OLIVEIRA; FRANCESCOTTO; ROOS, 2021). De acordo com o levantamento da

Empresa de Pesquisa Energética - EPE (2020), a energia eólica foi a quarta maior fonte de energia elétrica na matriz brasileira no ano de 2018.

Além disso, em acordo com a *Wind Solar Alliance* (2021), a energia eólica foi a segunda fonte de energia que mais cresceu no ano de 2020, tendo seu uso mais que triplicado nas últimas décadas.

Muito embora, haja a possibilidade da instalação de pequenos aerogeradores nas residências unifamiliares, segundo o estudo de Oliveira, Franscscatto e Ross (2021), a maior parte dos modelos de aerogeradores analisados se mostraram inviáveis em sua utilização, contudo, conforme apontado pelos autores, os aerogeradores que mostraram ser viáveis, foram os que tiveram sua geração elétrica próxima a demanda energética da residência.

2.4.2 Materiais sustentáveis utilizados na Construção Civil

Com o passar dos anos a necessidade de materiais com menor impacto ambiental vêm se tornando cada vez mais frequente no setor da construção civil, que consome uma grande quantidade de materiais em toda a sua cadeia produtiva, desde a terraplanagem até o uso efetivo das edificações (CARVALHO; FURUKAWA, 2011).

Muito embora, a indústria da construção civil consiga aproveitar em seus produtos uma grande quantidade de resíduos gerados por outras indústrias, é baixa a taxa de aproveitamento dos materiais oriundos da construção civil (JOHN, 2017).

Dessa forma, a fim de reduzir o desperdício de materiais e a produção de resíduos descartáveis pelo setor, a promoção de materiais que possuam em sua composição materiais reciclados, ou a utilização de materiais com potencial de reciclagem e/ou reutilização é extremamente importante para o desenvolvimento sustentável do setor construtivo.

2.4.2.1 Tintas ecológicas à base de terra

De acordo com Tavares (2006), o consumo energético para a produção das tintas convencionais é de 90% de combustíveis fósseis não renováveis (óleo Diesel e combustíveis) e 10% de recursos renováveis (eletricidade), além disso, o autor destaca a alta geração de gás carbônico por gigajoule de energia consumida para a produção das tintas.

Desse modo, com a finalidade de minimizar os impactos ambientais, as tintas de terra têm ganhando espaço na utilização em novas residências, este tipo de tinta é considerada ecologicamente correta sendo produzida por matérias-primas naturais sem a utilização de insumos derivados de petróleo (CARVALHO; FURUKAWA, 2011).

Sua produção é através de processo físico sem auxílio de meio químico e com baixo consumo de energia, e ao contrário das tintas convencionais, durante o processo de transformação final não há a liberação de emissões tóxicas para o ambiente (MADI; PAULIV, 2021).

Elas são compostas por pigmentos minerais, puros e naturais, e emulsões de base aquosa atóxica, sendo seu resíduo não poluente ao meio ambiente (MADI; PAULIV, 2021).

Além disso, as tintas de terra apresentam diversas vantagens conforme apresentado por Mayara Silva, Érica Silva e LIMA, 2018:

- Boa aderência em superfícies de alvenaria, reboco, madeira, gesso e massa corrida;
- São atóxicas, não oferecendo nenhum risco para a saúde do usuário final e nem do aplicador da tinta;
- Não geram poluição atmosférica e não agredem o meio ambiente;
- Variedade de cores;
- Podem ser aplicadas tanto no ambiente interno quanto externo;
- As tintas ecológicas resultam em resinas acrílicas com alta qualidade e baixo odor;

- Não há a impermeabilização das paredes pela tinta, permitindo assim o controle da umidade da casa, propiciando um ambiente saudável e livre dos gases organoclorados, dos fungos e do mofo.

2.4.2.2 Madeira plástica

As madeiras plásticas podem ser definidas como “produtos manufaturados com conteúdo de plástico superior a 50% em massa e que possuem genericamente seção transversal retangular e apresentam dimensões típicas dos produtos de madeira industrializada.” (SERVIÇO BRASILEIRO DE RESPOSTAS TÉCNICAS, 2007).

Segundo Almeida (2013) a madeira plástica é um produto atual, ecologicamente correto, e que pode ser fabricada a partir da transformação de matérias-primas reaproveitáveis e de materiais recicláveis, tais como diversos tipos de plástico e de fibras vegetais.

Além do emprego dos resíduos oriundos da própria indústria madeireira, como a serragem, a madeira plástica pode empregar cerca de 40% de fibras vegetais (AMARAL, 2009) tais como:

“[...] fibra de coco, bagaço de cana, bambu, borra de café, sisal, juta, sabugo de milho, casca de arroz, raspas de couro, algodão, folhas, e mais uma infinidade de outras.” (AMARAL, 2009, p. 21).

Rocha *et al.* (2016) também destaca o papel da madeira plástica como uma alternativa sustentável frente ao desafio dos resíduos plásticos e do desmatamento:

“Vale destacar que no cenário atual, em apenas uma fábrica brasileira, foram produzidas cerca de 200 toneladas de madeira plástica em um mês, evitando o corte de 180 mil árvores em seis anos de produção, o equivalente a 400 campos de futebol cobertos de florestas. Diante disso, indaga-se: o Brasil precisa mesmo desmatar para produzir madeira?” (ROCHA *et al.*, 2016, p. 61).

2.4.2.3 Madeira laminada colada (MLC)

De acordo com Neto (2011), a madeira laminada colada (MLC) é um produto proveniente de um processo industrializado de fabricação que é produzido a partir de lamelas de madeira unidas por colagem, onde as fibras são dispostas de maneira a ficarem paralelas entre si.

Além disso, o autor destaca que as espécies de madeira conífera e algumas folhosas são as mais aconselhadas para o emprego da técnica de MLC, contudo, existe a possibilidade da utilização de praticamente todas as espécies, mas algumas por possuírem características químicas e físicas específicas necessitam do emprego de colas especiais.

L. Gomes, J. Gomes e Hackenberg (2020), complementam destacando que na indústria brasileira de MLC, a maior parte da matéria para a produção é oriundo de áreas de reflorestamento, as quais garantem o cumprimento das normas e também a proteção do meio ambiente.

Ademais, Aprilanti (2010) destaca diversas vantagens do uso da MLC:

- Alta capacidade dimensional: as estruturas em MLC são apropriadas para vencer grandes vãos livres, da ordem de 100 metros;
- Bom aproveitamento da madeira de reflorestamento;
- Redução considerável da ocorrência de defeitos típicos de grandes peças sólidas;
- Grande variedade de formas arquitetônicas, sendo limitadas apenas pela capacidade da planta produtora e do sistema de transporte;
- Apresenta uma boa resistência mecânica em função do baixo peso próprio;
- Grande resistência ao fogo e a agressões químicas.

2.4.2.4 Tijolo solo-cimento

De acordo com Sala (2006) os tijolos de solo-cimento, também conhecidos como tijolos ecológicos, são mais leves e possuem uma resistência superior aos tijolos comuns, sendo composto por:

“[...] uma mistura de solo e cimento, que depois são prensados; seu processo de fabricação não exige queima em forno à lenha, o que evita desmatamentos e não polui o ar, pois não lança resíduos tóxicos no meio ambiente. Para o assentamento, no lugar de argamassa comum é utilizada uma cola especial vendida pelos fabricantes do tijolo.” (SALA, 2006, p 39).

Além disso, Pisani (2005) ressalta a importância do tijolo de solo-cimento como uma tentativa de superar o desgaste ambiental. Ele não necessita de queima em sua fabricação, possui características isolantes termo-acústicos que possibilitam ambientes confortáveis com menores gastos energéticos, e sua matéria-prima principal, terra crua, é abundante em todo o planeta.

Muito embora os tijolos solo-cimento possuam cimento em sua composição, o gasto energético para a fabricação do material é menor que a consumida para a queima dos tijolos cerâmicos (PISANI, 2005).

Grande (2003) cita algumas das vantagens dos tijolos do tipo solo-cimento produzidos através de prensas manuais, pois permitem o desenvolvimento de sistemas construtivos com as seguintes características (GRANDE, 2003, p. 17);

- controle de perdas (a alvenaria modular minimiza o desperdício);
- disponibilidade de abastecimento;
- baixo custo em comparação às alvenarias convencionais;
- durabilidade e segurança estrutural;
- funcionalidade de seus equipamentos, permitindo uma operação direta no canteiro de obras, independentemente de sua localidade;
- eficiência construtiva devido ao sistema modular, pelo qual os tijolos são somente encaixados ou assentados com pouca quantidade de argamassa. Além disso, os tijolos podem ser produzidos com furos internos que permitem a passagem de tubulações sem a necessidade de cortes ou quebras;
- facilidade de manuseio devido aos encaixes que agilizam a execução da alvenaria;
- baixa agressividade ao meio ambiente, pois dispensa a queima;
- economia de transporte quando produzido no próprio local da obra.

2.4.2.5 Revestimentos recicláveis

A reutilização e reciclagem de alguns resíduos produzidos pela indústria da construção civil são consideradas uma excelente alternativa de matéria-prima para a fabricação de produtos cerâmicos, contribuindo com a redução de energia do processo e também com a conservação do meio ambiente (CAETANO et al., 2021).

Além disso, os autores destacam a possibilidade da substituição de alguns componentes presentes nas massas cerâmicas para revestimentos por certos resíduos construtivos industriais, uma vez que estes apresentam muitas das características físicas e químicas dos seus equivalentes. Essa substituição gera diversos benefícios, como a retirada de materiais tóxicos do meio ambiente, um menor custo de produção dos revestimentos e redução dos gastos energéticos para a produção.

Ademais, Medeiros *et al.* (2010) complementa constatando que o uso de resíduos construtivos nas massas cerâmicas, tais como, o chamote, o vidro, o pó de pedra entre outros, vêm se mostrando frequentemente uma solução sustentável para a minimização dos problemas ambientais.

2.4.3 Gestão sustentável da água

O consumo de água está ligado diretamente à qualidade de vida dos usuários de uma edificação, pesquisas mostram que a população brasileira tem um consumo diário por pessoa entre 100 a 200 litros de água por dia, sendo este consumo ligado diretamente aos hábitos e costumes diários dos usuários (CARVALHO; FURUKAWA, 2011).

A utilização eficiente da água é um fator determinante para a proteção da natureza e para a otimização e redução dos custos das faturas de água. A gestão eficiente da água tem como pilar principal a poupança de seu consumo, sendo uma solução econômica que não necessita de grandes investimentos (VALÉRIO, 2013).

A redução do consumo de água em uma edificação pode ser alcançada através da implementação de medidas de eficiência hídrica e pela promoção de um desperdício de água próximo ao nulo (VALÉRIO, 2013).

Outras soluções também podem ser empregadas para a redução do consumo de água, tais como sistemas de armazenamento e reaproveitamento de águas da chuva, estratégias para a conservação dos recursos hídricos e o tratamento das águas das cinzas (CARVALHO; FURUKAWA, 2011).

2.4.3.1 Reúso das águas da chuva

A escassez de água está presente em diversas regiões do Brasil e do mundo, o crescimento populacional, os grandes aglomerados urbanos, a industrialização, e a falta de consciência ambiental da população faz com que a água se torne um recurso cada vez mais escasso (JAQUES, 2005).

A água é o principal recurso natural, indispensável para o desenvolvimento dos seres vivos e de inúmeras atividades humanas. O aproveitamento da água da chuva para o uso doméstico, industrial e agrícola é considerado um meio simples e eficiente para minimizar a crescente escassez de água para consumo (MAY, 2004).

Os sistemas de coleta e aproveitamento de água da chuva existem há milhares de anos, acredita-se que os reservatórios de água de chuva encontrados nos Estados Unidos na região do Parque Nacional Mesa Verde foram construídos pelo Anasazis, antigo povo indígena, entre 750 a 1100 a.C. (WENGER, 1991).

Segundo Soares *et al.* (2000 apud MAY, 2004, p. 46) o sistema de coleta e aproveitamento da água da chuva é uma técnica popular, principalmente nas regiões semi-áridas do Brasil.

De acordo com Baú (1991 apud MAY, 2004, p. 57) a utilização da água da chuva torna-se viável nas seguintes situações:

- Em áreas com elevados índices pluviométricos;
- Em áreas com carência de abastecimento;
- Regiões em que a extração da água é inviável economicamente.

A utilização de águas da chuva nas regiões urbanas apresenta como vantagens a redução do consumo de água proveniente de outras fontes e a melhoria na distribuição da carga pluvial no sistema de drenagem urbana (MAY, 2004).

O emprego do sistema de aproveitamento de águas da chuva, gera grande economia da água potável em residências, segundo Carvalho e Furukawa (2011) cerca de 41% do consumo total de água de uma residência é destinada à utilização de descargas sanitárias, as quais poderiam ser melhor alimentadas através do uso do sistema de aproveitamento pluvial.

2.4.3.2 Reúso de águas cinzas

Nos últimos anos, a importância do reúso de águas cinzas no contexto das construções sustentáveis tem-se tornado cada vez mais evidente, o aumento do consumo de água tratada faz com que soluções tecnológicas que visem o reúso de água com o mínimo impacto ambiental ganhe mais destaque (SELLA, 2011).

Segundo Carvalho e Furukawa (2011) às águas cinzas são oriundas dos efluentes das banheiras, pias de banheiro, tanques, chuveiros e máquinas de lavar, excluídos os efluentes provenientes das cozinhas.

Nolde (1999) também exclui os efluentes de cozinhas da classificação das águas cinzas, por considerá-los altamente poluídos, putrescíveis e com diversos compostos indesejáveis.

De acordo com Santos (2002), um sistema básico para a utilização de água cinza consiste do:

[...] subsistema de coleta da água servida, do subsistema de condução da água (ramais, tubos de queda e coletores), da unidade de tratamento da água (gradeamento, decantação, filtro e desinfecção) e do reservatório de acumulação. Pode ainda ser necessário um sistema de recalque, o reservatório superior e a rede de distribuição.” (SANTOS, 2002, p. 6).

De acordo com Carvalho e Furukawa (2011) os resíduos classificados como água cinza são encaminhados para um sistema de tratamento que passará pelos processos de: “lodos ativados; desinfecção com cloro em primeiro estágio; filtração; ozonização e; desinfecção com cloro em segundo estágio; etapas estas

realizadas no próprio edifício” (CARVALHO; FURUKAWA, 2011, p. 33). A água tratada retorna para a edificação onde alimentará uma caixa d’água exclusiva para a alimentação das descargas, dos sistemas de irrigação dos jardins, as torneiras utilizadas para a lavagem das áreas comuns e até mesmo utilizada nas máquinas de lavar.

2.4.4 Sistemas construtivos

A seguir serão apresentados alguns dos sistemas construtivos sustentáveis que podem ser aplicados em uma edificação residencial unifamiliar:

2.4.4.1 Adobe

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (2020), a técnica construtiva do adobe consiste na modelagem do solo areno argiloso em estado plástico firme em formas, onde os elementos de alvenaria produzidos, blocos ou tijolos, são desmoldados e secos naturalmente, onde as peças devem estar secas, livres de materiais estranhos trincas e/ou defeitos que comprometam sua integridade e desempenho.

Quanto às vantagens da técnica construtiva, Rocha *et al.* (2021) destacam a possibilidade da reutilização do material, haja visto, que por não ser cozido, o mesmo pode ser triturado e umedecido de modo a voltar a seu estado original. Além disso, para a sua produção, o adobe não despende grande quantidade de energia e em sua forma final, o material apresenta um excelente isolamento térmico.

Em complemento, Neves e Faria (2011), citam como características positivas da técnica:

- A fácil fabricação, secagem e empilhamento dos blocos;
- A alta capacidade isolante do material em função de sua porosidade;
- A alta gama de diversidade de formas e dimensões das peças;
- Ser um produto 100% reciclável;

- A não necessidade de mão-de-obra especializada;
- A viabilidade econômica, do material e também de seu molde;
- A abundância de matéria prima.

2.4.4.2 Taipa de pilão

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas (2022), a taipa de pilão é definida como a parede monolítica executada através da terra compactada dentro de fôrmas removíveis, com ou sem o uso de compactadores mecânicos.

Diversas são as vantagens atribuídas à técnica construtiva da taipa de pilão, de acordo com Ciancio e Beckett (2013), destacam-se:

- Fornece uma solução sustentável, econômica e duradoura para construções em áreas remotas;
- O solo pode ser obtido *in loco*, à custo zero ou quase zero;
- Os custos de transporte dos materiais para a construção é reduzido significativamente, haja visto que o principal componente do sistema é obtido no local;
- Não há necessidade de pintura ou o tratamento das paredes;

Morel *et al.* (2001 apud Ciancio; Beckett, 2013) complementa ressaltando que o consumo de energia durante o transporte dos materiais construtivos para uma mesma residência pode ser reduzido em até 85%, ao utilizar-se a técnica de taipa de pilão em comparação com o modelo construtivo tradicional de concreto.

2.4.4.2 Pau-a-pique (taipa de mão)

De acordo com Olender (2006), a técnica do pau-a-pique, também conhecida como taipa de mão, é uma das primeiras técnicas construtivas utilizadas no Brasil, apresentando uma parcela considerável dos edifícios tombados pela UNESCO como patrimônio da humanidade no país.

Ao contrário de outras técnicas que utilizam a terra crua como matéria prima, como o adobe e a taipa de pilão, o pau-a-pique não é um elemento estrutural, mas de vedação (COSTA, 2003 apud Olender, 2006).

Segundo Di Marco (1984 apud NEVES; SANTIAGO, 2002), a técnica de pau-a-pique consiste no preenchimento com uma mistura de água, terra e fibras, de uma ossatura interna formada por ripas horizontais e verticais de madeira ou bambu, amarradas com tiras de couro, cipós, barbantes, pregos ou arames, onde a mistura de terra é jogada com as mãos em ambos os lados da ossatura e apertada sobre a trama da parede, após a secagem da primeira camada de barro, é aplicado o reboco e posteriormente a pintura.

Segundo Gallipoli *et al.* (2014) diversas vantagens são atreladas às construções que utilizam a terra como material de construção:

- Redução da energia incorporada, onde os gastos energéticos para a preparação, transporte e construção dos materiais a base de terra, representam apenas 1% da energia necessária para os materiais a base de cimento;
- Redução da energia operacional pelo efeito higroscópico;
- Redução da energia operacional pelo efeito termorregulador;
- A capacidade térmica dos materiais de terra é da mesma ordem de grandeza do concreto, contudo, o volume de terra necessário para a execução de uma mesma área de uma parede convencional é superior ao volume de concreto, o que confere a essas paredes uma alta capacidade de armazenar calor durante os tempos quentes e liberar durante os tempos frios;
- Os resíduos de demolição das estruturas de terra podem ser facilmente reciclados ou liberados em segurança para o ambiente, sem a necessidade da deposição em aterros. Contudo, tal facilidade é parcialmente perdida em caso da utilização de aglutinantes químicos que comprometem as características ecológicas do material;

- A terra crua apresenta um bom isolamento acústico devido à sua densidade seca e espessura.

2.4.4.2 Construção a Seco

A técnica construtiva a seco consiste na montagem e instalação *in-loco* de estruturas fabricadas em ambiente industrial, que quando comparada com a construção em alvenaria convencional, apresenta uma maior velocidade de execução e proteção contra umidade, além de ser uma alternativa sustentável com um menor consumo de recursos e mão-de-obra. (COSTA; VIEIRA; SANTOS, 2019).

A seguir, serão apresentados os dois principais sistemas construtivos a seco utilizados no Brasil, o *Light Steel Frame* e o *Light Wood Frame*.

2.4.4.2.1 *Light Steel Frame*

Na construção a seco um dos métodos mais utilizados é o *Light Steel Frame* (LSF) que consiste no emprego de aço galvanizado como principal elemento estrutural da construção (SILVA; GOMES, 2021).

O LSF é um sistema construtivo auto-portante, formado por diversos componentes industrializados que possibilitam uma construção com rapidez e alta precisão na execução. Esse sistema é caracterizado por um esqueleto estrutural composto por perfis de aço galvanizado, formados a frio, que são utilizados na composição de painéis estruturais de paredes, vigas, treliças, tesouras de telhado, entre outros componentes (SANTIAGO; RODRIGUES; OLIVEIRA, 2010).

Além disso, os autores levantam que os painéis de aço são geralmente executados em fábricas o que garante uma boa produtividade, qualidade e melhores condições de trabalho, contudo, há a possibilidade da montagem dos painéis *in loco*.

Quanto aos componentes não estruturais, como as vedações verticais e horizontais, eles são compostos geralmente por placas que são aparafusadas na estrutura, onde no mercado brasileiro geralmente é empregado a placa de OSB, a

placa cimentícia e o gesso acartonado (SANTIAGO; RODRIGUES; OLIVEIRA, 2010).

Diversas são as vantagens da construção a seco utilizando o método construtivo do LSF, conforme apresentadas abaixo (FREITAS, 2006 apud. PEREIRA, 2018).

- a. Os elementos construtivos são produzidos industrialmente, em que a matéria-prima aplicada, a fabricação, as características técnicas e acabamentos passam por controles de qualidade rigorosos;
- b. Alta precisão dimensional das peças e um ótimo desempenho estrutural;
- c. Maior vida útil e preservação da estrutura;
- d. Os elementos são leves, resultando em uma maior facilidade no transporte, manuseio e montagem;
- e. Diminuição do uso e de recursos naturais, principalmente de água, e o desperdício de material;
- f. Facilidade na instalação dos sistemas elétricos e hidrossanitários;
- g. Melhor desempenho termo-acústico, propiciado pela combinação de materiais de fechamento e isolamento;
- h. Rapidez da execução da obra;
- i. O aço é um material incombustível;
- j. O aço é um material reciclável por diversas vezes, sem que haja perda de suas propriedades;
- k. Gera uma grande flexibilidade no projeto arquitetônico.

2.4.4.2.2 *Light Wood Frame*

O sistema construtivo *Light Wood Frame* (LWF) representa uma grande inovação para o setor construtivo sustentável brasileiro, apresentando uma alta agilidade produtiva, racionalização dos materiais, custos competitivos e baixo tempo de montagem (SOTSEK; SANTOS, 2018).

Nos últimos anos o uso do sistema construtivo *Light Wood Frame* (LWF) vêm crescendo na região Sul do Brasil, principalmente nas construções de Habitações de Interesse Social (HIS) (SOUZA, 2021).

Segundo Molina e Calil (2010), o sistema de *Wood Frame* para residências unifamiliares consiste em um sistema construtivo industrializado e durável que é composto por perfis de madeira reflorestada tratada que podem formar painéis, pisos, paredes e telhados dos quais são combinados e/ou revestidos com outros materiais.

Além das vantagens já mencionadas, a madeira é um material de construção renovável, com baixo custo energético para produção além de sequestrar carbono durante o seu crescimento, além disso, apresenta uma fácil trababilidade, uma elevada elevada relação resistência/peso e um excelente desempenho termo-acústico (BALEN; PANSERA; ZANARDO, 2016).

2.5 Legislação municipal e norma de desempenho térmico

A seguir será apresentado o programa municipal de conservação, uso racional e reúso da água em edificações do município de Florianópolis, como também algumas recomendações normativas para a garantia do desempenho térmico das edificações unifamiliares na região.

2.5.1 Política municipal de Florianópolis para a gestão racional da água

Foi estabelecida em 09 de novembro de 2009 no Município de Florianópolis, a Lei Municipal Nº 8080 que institui o programa municipal de conservação, uso racional e reúso da água em edificações do município de Florianópolis.

Tal lei instituiu medidas que buscam à conservação, o uso racional, utilização, reutilização e o emprego de fontes alternativas para a captação de águas em edificações, e também a conscientização da população sobre a importância da água para a sobrevivência humana.

No artigo 3 da Lei Municipal Nº 8080:2009, visando ações de conservação e uso racional da água nas edificações, excetuando-se as construções com até setenta metros quadrados, é determinada a utilização de aparelhos economizadores de água para o atendimento dessas ações, tais como:

- I. bacias sanitárias de volume reduzido de descarga;
- II. chuveiros e lavatórios de volume fixos de descarga;
- III. torneiras dotadas de arejadores.

Já em seu artigo 4º, são levantadas as ações para a utilização de fontes alternativas de água que compreendem:

- I. captação, armazenamento e utilização de águas provenientes das chuvas;
- II. captação, armazenamento e reutilização das águas servidas.

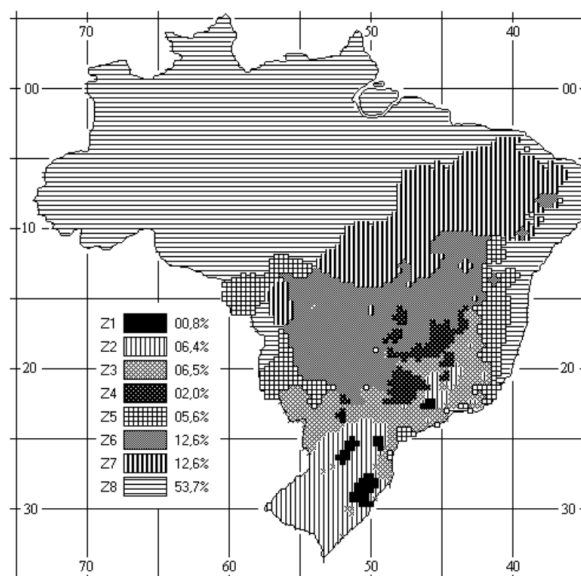
Quanto a água proveniente das chuvas, o documento diz que deverá ser coletada na cobertura das edificações e armazenada em cisterna ou tanque, onde será utilizada para as atividades que não requerem o uso de água tratada, tais como: lavagem de veículos e logradouros públicos, descargas de vasos sanitários, etc.

2.5.3 NBR 15575-2021 - Desempenho térmico

A norma brasileira NBR 15220 - Desempenho térmico de edificações, de 2005 em sua terceira parte, apresenta o zoneamento bioclimático brasileiro e também recomenda diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social com até três pavimentos.

Nela, o território brasileiro, está dividido em oito zonas homogêneas com base nas semelhanças climáticas, Figura 3, onde, em cada zona é prescrita diversas recomendações técnicas e construtivas que visam melhorar o desempenho térmico das edificações.

Figura 3 - Zonas homogêneas do Brasil

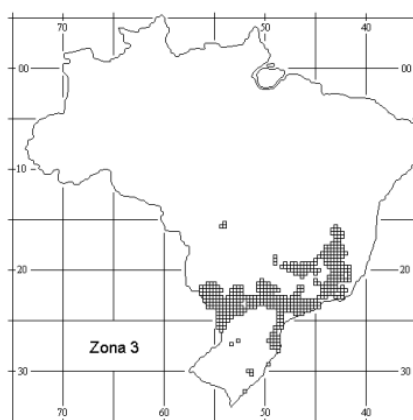


Fonte: ABNT NBR 15220-3 (2005).

A cidade de Florianópolis está localizada na Zona Bioclimática 3, conforme apresentada na Figura 4, nesta zona é recomendada a utilização de aberturas para ventilação de dimensões médias, com área entre 15 à 25% da área de piso do ambiente, e um sombreamento das aberturas que permita a passagem de luz solar durante o inverno.

Além disso, as vedações externas devem ser leves, com as paredes refletoras e as coberturas isoladas termicamente. Também é recomendado algumas estratégias para o condicionamento térmico passivo das edificações, como a ventilação cruzada no verão, aquecimento solar e vedações pesadas no inverno (ABNT NBR 15220-3; 2003).

Figura 4 - Zona Bioclimática 3



Fonte: ABNT NBR 15220-3 (2005).

2.6 Sistemas de certificação sustentável aplicadas ao processo de construção

Os sistemas de certificação sustentável não são recentes, o primeiro sistema de certificação aplicado à indústria da construção civil foi o BREEAM (*Building Research Establishment Environmental Assessment Method*) com surgimento no início da década de 1990, no Reino Unido (LUCAS, 2011).

Os sistemas de certificação são baseados em escalas que permitem a avaliação do grau de incorporação das estratégias sustentáveis aplicadas nas edificações, comparando-as com as construções convencionais (CARVALHO; FURUKAWA, 2011).

Nos últimos anos, diversos países começaram a desenvolver e aplicar seus próprios sistemas de certificação ambiental com a finalidade de analisar e certificar a sustentabilidade das construções, por meio da definição de critérios que norteiam os profissionais da área e asseguram o cumprimento das exigências e das normas vigentes nas construções (MATOS, 2014).

“Esses sistemas avaliam os edifícios a partir de indicadores de desempenho que atribuem uma pontuação técnica em função do seu grau de atendimento. Os requisitos estão relacionados aos aspectos construtivos, energéticos, climáticos, ambientais, entre outros, considerando não somente a edificação em si, mas também seu entorno e a relação com a cidade e a sociedade.” (MATOS, 2014, p. 47).

Muito embora os sistemas de certificação possuam diversos indicadores de desempenho, os indicadores presentes na maior parte dos sistemas de certificação são (LEITE, 2011, p.29):

- Impactos no meio urbano, representado por itens sobre incômodos gerados pela execução, acessibilidade, inserção urbana, erosão do solo, poeira e outros;
- Materiais e Resíduos, relacionando-se com o emprego de madeira e agregados com origem legalizada, geração e correta destinação de resíduos, emprego de materiais de baixo impacto, gestão de resíduos no canteiro e reúso de materiais;
- Uso racional da água, sendo o objetivo maior a economia da água potável, obtido por uso de equipamentos economizadores de água, acessibilidade do sistema hidráulico, captação de água de chuva, tratamento de esgoto, etc.;
- Energia e emissões atmosféricas, analisando o sistema de ar condicionado, iluminação e outros;
- Conforto e salubridade do ambiente interno, considerando a qualidade do ar e o conforto ambiental.

Diversos são os sistemas de certificação ambiental, sendo os mais utilizados no Brasil para residências unifamiliares: AQUA-HQE, GBC Brasil Casa e Casa AZUL + CAIXA.

Além disso, optou-se por abordar o processo de etiquetagem Procel Edificações, que embora apresente um menor número de residências unifamiliares certificadas, é de conhecimento que algumas dessas residências estão situadas no município de Florianópolis.

2.6.1 AQUA-HQE

A certificação AQUA-HQE é uma certificação internacional para construções sustentáveis, desenvolvida a partir da certificação francesa *Démarche Haute Qualité Environnementale* (HQE) pela Fundação Vanzolini em parceria com a Escola Politécnica da USP (FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2022a).

Em acordo firmado com o órgão certificador da certificação HQE, o Cerway, a Fundação Vanzolini passou a ser a representante brasileira da rede de certificação HQE™, dessa forma, o processo AQUA tornou-se a certificação AQUA-HQE com identidade e reconhecimento internacional (FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2022a).

Desde o seu lançamento em 2008, o Processo AQUA-HQE vem promovendo um novo olhar para a sustentabilidade nas construções brasileiras, muito embora, tenha sido desenvolvida a partir de referenciais estrangeiros, suas documentações foram adaptadas para o contexto do país, considerando os aspectos culturais, o clima, as normas e regulamentações brasileiras (FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2022a).

Em dados disponibilizados pela Fundação Vanzolini (FUNDAÇÃO VANZOLINI, 2022b), até janeiro de 2022 o Brasil possuía 749 edifícios com certificado ou em processo de certificação AQUA-HQE, totalizando 36.526 unidades habitacionais, das quais 109 são residências unifamiliares, conforme exposto no Tabela 1.

Tabela 1 - Unidades habitacionais com certificação AQUA-HQE no Brasil

| NÚMERO DE UNIDADES HABITACIONAIS COM CERTIFICAÇÃO AQUA-HQE NO BRASIL | |
|--|--------|
| UNIDADES HABITACIONAIS EM EDIFICAÇÕES MULTIFAMILIARES | 34.844 |
| UNIDADES HABITACIONAIS EM CASAS UNIFAMILIARES | 109 |
| UNIDADES HABITACIONAIS EM BAIRROS E LOTEAMENTOS | 1.573 |
| TOTAL GERAL | 36.526 |

Fonte: Adaptado Fundação Vanzolini (2022b).

2.6.2 GBC Brasil

No ano de 2012 o *Green Building Council* Brasil com a intenção de abordar e avaliar as questões de sustentabilidade nos projetos de residências unifamiliares, lançou no Brasil o referencial para casas sustentáveis, abordando as categorias: eficiência energética, uso racional da água, materiais, qualidade do ambiente interno e responsabilidade social (GBCB, 2019).

A Certificação GBC Brasil Casa foi elaborada com base em diversos selos de certificação já consolidados, além da experiência de mercado e conhecimento técnico de 200 profissionais do setor (GBCB, 2019).

Para a obtenção da Certificação GBC Brasil Casa, é necessário que projeto satisfaça determinados pré-requisitos que representam o desempenho mínimo da construção, onde o sistema de pontuação funciona através de créditos, que são dispostos nas categorias: Implantação, Uso Eficiente de água, Energia e Atmosfera, Materiais e Recursos, Qualidade do Ambiente Interno, Requisitos Sociais, Inovação e Projeto e Créditos Regionais (GBCB, 2019).

2.6.3 Selo Casa Azul + CAIXA

O selo Casa Azul, criado em 2009 pela CAIXA, foi o primeiro sistema para a classificação do índice de sustentabilidade nos projetos habitacionais focado na realidade construtiva brasileira (CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, 2021).

Dez anos após a sua criação, a fim de adequar o selo às atualizações normativas e incorporar inovações construtivas, ajustou-se suas diretrizes para os novos cenários urbanos, econômicos e sociais do Brasil, visando tornar a construção sustentável um atrativo para os empreendedores e incentivar a produção de empreendimentos com propostas sustentáveis (CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, 2021).

Buscando melhorar o processo de análise, foram revistos os critérios e a sistemática do sistema de certificação, adicionando identificadores específicos para cada área do desenvolvimento sustentável e a criação de mais um nível de certificação para as soluções sustentáveis, o Selo Casa Azul Diamante (CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, 2021).

O sistema de classificação Casa Azul conta com quatro níveis de certificação: bronze, prata, ouro e diamante, conforme ilustrado na Figura 5 (CAIXA ECONÔMICA FEDERAL, 2021).

Figura 5 - Selos Casa AZUL + CAIXA



Fonte: CAIXA Econômica Federal (2021).

2.6.4 Selo Procel Edificações

O Selo Procel Edificações foi estabelecido em 2014, sendo um instrumento de adesão voluntária que objetiva classificar as edificações energeticamente eficientes em determinadas categorias, além de promover o

mercado consumidor na aquisição e utilização de imóveis mais eficientes (PROCEL, 2022).

Além disso, o processo de certificação pode exigir critérios além da eficiência energética para a concessão do Selo Procel Edificações, buscando um melhor desempenho energético das edificações, como também atender aos requisitos ambientais do Programa Brasileiro de Etiquetagem.

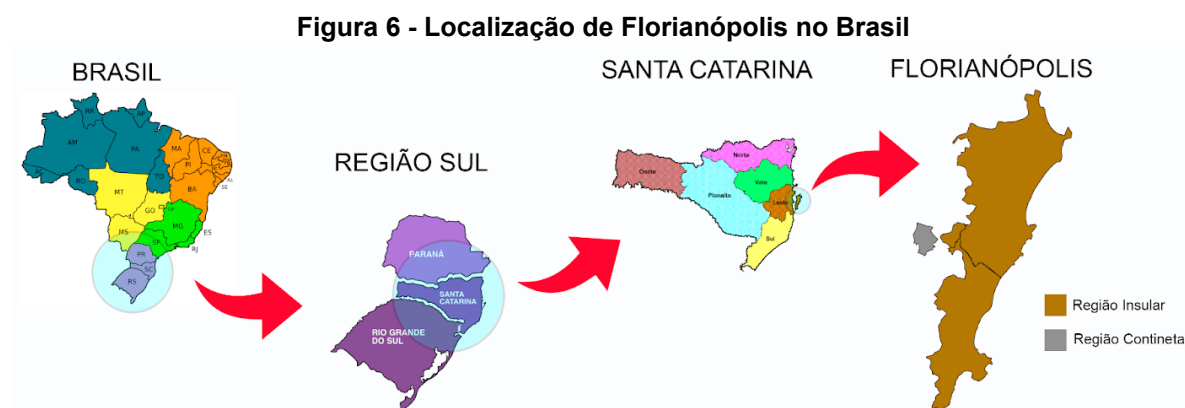
O selo pode ser concedido durante a fase de elaboração do projeto como também com a edificação já construída. Sendo que o Selo para a etapa de projeto é válido por cinco anos, ou até que o processo de construção ou reforma seja finalizado, e o selo para edificações construídas não possui prazo de validade.

3. METODOLOGIA

Este capítulo apresenta a metodologia empregada para o desenvolvimento do trabalho, contextualizando a área de interesse, a amostra da pesquisa, o questionário elaborado e seu método de distribuição.

3.1 Área de interesse

A área de estudo deste trabalho é a região insular da cidade de Florianópolis, localizada no estado de Santa Catarina na região Sul do Brasil, conforme ilustrada na Figura 6.



Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o município de Florianópolis é a segunda cidade mais populosa do estado de Santa Catarina com uma população estimada para o ano de 2021 de 516.524 pessoas. Com relação à sua área territorial é o 29º maior município do estado com uma área de 674,844 km², divididos entre a região insular e continental (IBGE, 2022).

3.2 Definição da amostra

Para a composição inicial da amostra de estudo realizou-se a seleção dos escritórios de engenharia e/ou arquitetura com sede na região insular de Florianópolis cadastrados na rede social para profissionais *LinkedIn*.

Com base na composição inicial, realizou-se uma segunda investigação, por meio dos *websites* e/ou rede sociais dos escritórios selecionados, a fim de selecionar os escritórios que realizam a elaboração de projetos de residências unifamiliares, excluindo os escritórios dedicados apenas para a elaboração de projetos de edificações multifamiliares da amostra final.

Dessa forma, a amostra final contou com um total de vinte e oito escritórios de engenharia e/ou arquitetura:

- | | |
|---|--|
| 1. A+M Arquitetura | 16. Lyra Engenharia e Arquitetura |
| 2. Adel Moral Arquitetura e Engenharia | 17. Margem Arquitetura e Bioconstrução |
| 3. Arte Urbana Arquitetos | 18. Moray Engenharia e Arquitetura |
| 4. Baixo Impacto Arquitetura | 19. Ndois Arquitetura e Engenharia |
| 5. Bart Engenharia | 20. Olmos Engenharia |
| 6. BIO Arquitetura Paisagem | 21. Origem Arquitetura e Interiores + Sustentabilidade |
| 7. BMT Arquitetura Engenharia & Tecnologia | 22. Plass Arquitetura |
| 8. BUD Construtora | 23. Porto EAC |
| 9. Condado Engenharia LTDA | 24. Recta Quatro Arq |
| 10. DUX Arquitetura e Engenharia Bioclimática | 25. Ruschel Arquitetura e Urbanismo |
| 11. Elo Arquitetos | 26. Sarau arquitetura |
| 12. ENGEPLANTI | 27. Sassemann Engenharia e Topografia |
| 13. Gallia Engenharia | 28. UNIO Arquitetura e Engenharia |
| 14. Groen Engenharia | |
| 15. Grupo Le Nôtre | |

3.3 Elaboração do questionário

A fim de levantar o posicionamento dos escritórios de engenharia e/ou arquitetura frente aos desafios da sustentabilidade no setor da construção civil, e

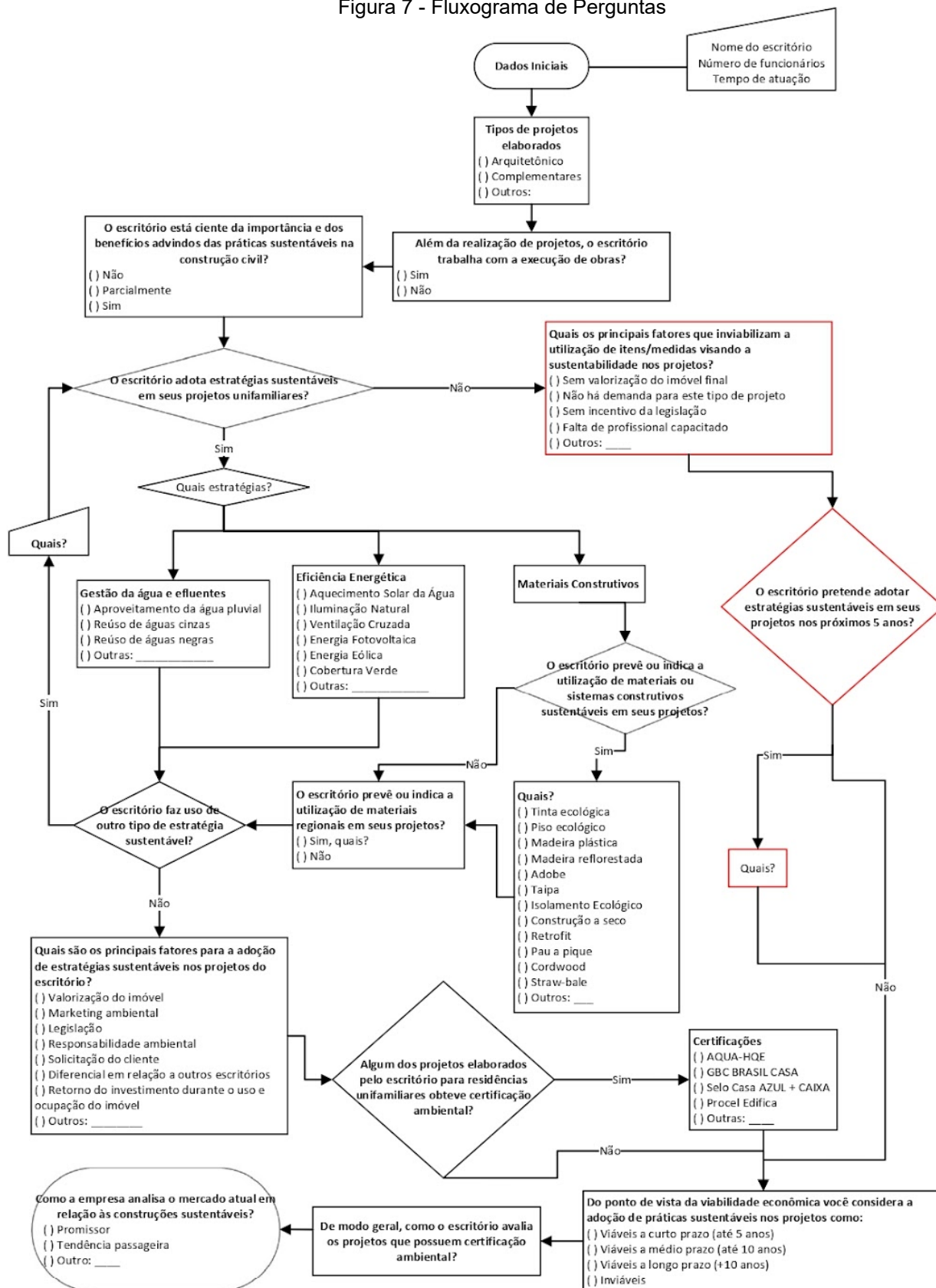
apurar as estratégias sustentáveis aplicadas em seus projetos residenciais unifamiliares, realizou-se um questionário de cunho investigativo com questões abertas e fechadas que segue o modelo de questões apresentadas no fluxograma de perguntas, Figura 7.

As questões foram desenvolvidas de maneira a contemplar duas vertentes de respostas, que representam dois públicos distintos: os escritórios que adotam estratégias sustentáveis em seus projetos e os que não adotam.

Pautando-se nos escritórios que adotam tais estratégias, as questões indagam quais estratégias sustentáveis são utilizadas nos projetos elaborados pelos escritórios, os fatores para sua adoção, a existência de projetos elaborados com certificação sustentável e o posicionamento dos escritórios frente ao futuro das construções sustentáveis.

Já as questões direcionadas aos escritórios que não fazem uso dessas estratégias investigam os motivos e fatores por sua não adoção, a avaliação dos escritórios perante a sustentabilidade em projetos e a possível adoção dessas práticas em futuros projetos do escritório.

Figura 7 - Fluxograma de Perguntas



3.4 Distribuição do questionário

De forma a facilitar o preenchimento, encaminhamento e obter um maior engajamento, o questionário foi distribuído por meio eletrônico através da plataforma de formulários online *Google Forms* para os escritórios de engenharia e/ou arquitetura da amostra final.

De maneira a compilar as questões presentes no Fluxograma 1, Apêndice A, em um único formulário, foi utilizado a opção de respostas condicionadas da plataforma de formulários eletrônicos *Google Forms*, onde solicitou ao representante do escritório optar entre duas opções, a primeira para escritórios que fazem uso de estratégias sustentáveis em seus projetos e a segunda para os escritórios que não fazem uso dessas estratégias, proporcionando assim um melhor fluxo de questões.

Para a distribuição do questionário, foi enviado o *link* do formulário para o endereço eletrônico ou contato comercial dos escritórios.

Visando não desencorajar respostas sobre a não utilização das medidas que visem a sustentabilidade nos projetos, foi informado aos escritórios que todos os dados obtidos pelo formulário seriam agrupados e interpretados em conjunto de maneira a preservar a identidade dos mesmos.

4. RESULTADOS

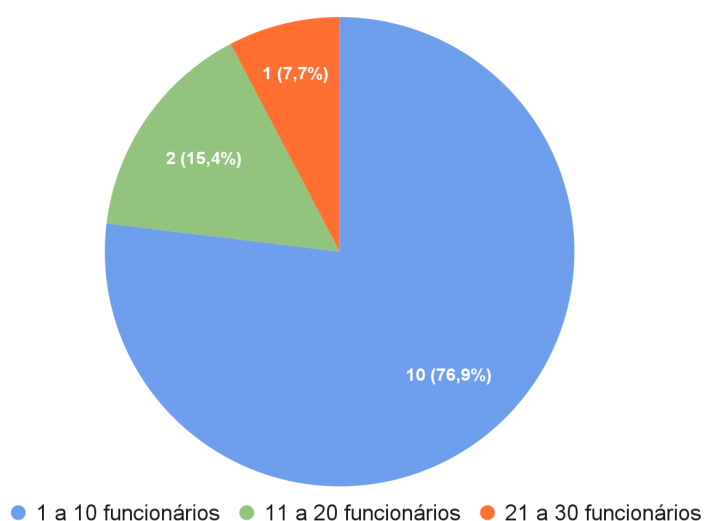
Neste capítulo serão apresentados os resultados da pesquisa, sendo que dos 28 escritórios contactados para responder o questionário, obteve-se o retorno de apenas 13 deles, representando uma parcela de aproximadamente 46% da amostra inicial.

4.1 Informações básicas

4.1.1 Número de Funcionários

Com relação ao número de funcionários de cada escritório, 10 dos escritórios que participaram da pesquisa possuem no máximo 10 funcionários, 2 deles têm de 11 a 20 funcionários e apenas 1 possui mais que 21 funcionários. Isso indica que a parcela mais expressiva dos dados coletados são oriundos dos micros escritórios, conforme apresentado no Gráfico 1.

Gráfico 1 - Número de Funcionários por Escritório.



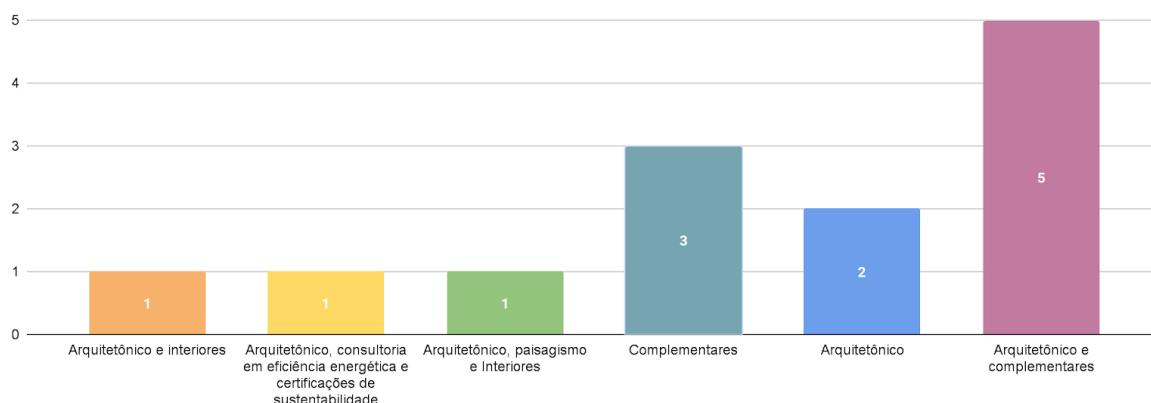
Fonte: Dados da pesquisa (2022).

4.1.2 Projetos Elaborados

Com relação aos projetos de engenharia e/ou arquitetura relatados pelos escritórios que retornaram a pesquisa, todos se enquadram entre a elaboração de projetos arquitetônicos e/ou projetos complementares, resultando em uma amostra homogênea, haja vista que, 5 escritórios trabalham com projetos arquitetônicos e complementares, 5 com projetos arquitetônicos e 3 apenas projetos complementares.

Além disso, é notado que alguns dos escritórios que trabalham com a elaboração de projetos arquitetônicos, atuam também com a elaboração de outros tipos de projetos e serviços, conforme apresentado no Gráfico 2.

Gráfico 2 - Projetos elaborados pelos escritórios.

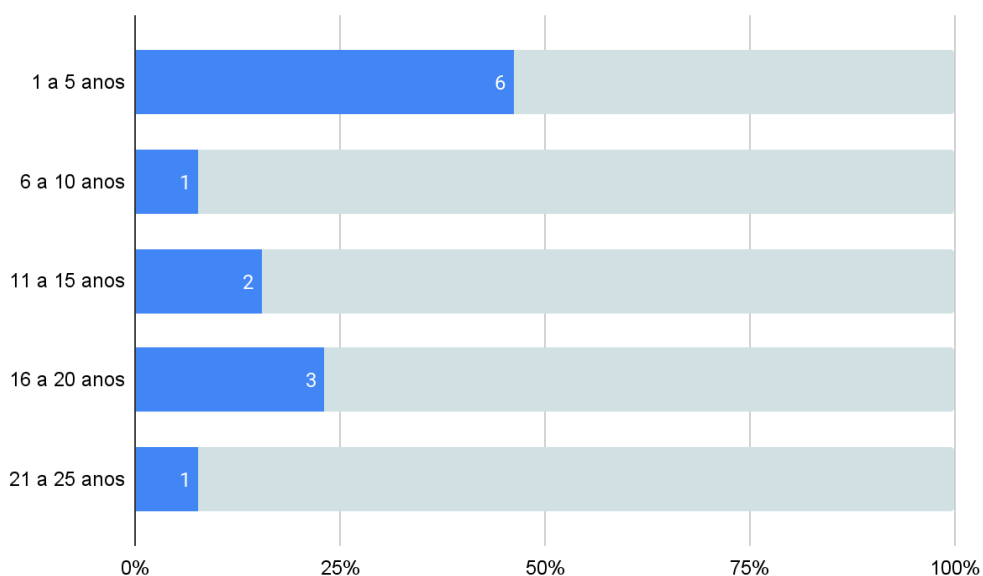


Fonte: Dados da pesquisa (2022).

4.1.3 Tempo de atuação

Conforme apresentado no Gráfico 3, a maior parte dos escritórios possui um tempo de mercado variando entre 1 a 5 anos (6), em seguida, estão os escritórios com tempo de atuação entre 16 a 20 anos (3), seguidos pelos escritórios com tempo de atuação entre 11 a 15 anos (2) e por fim estão os com tempo de mercado de 6 a 10 anos (1) e 21 a 25 anos (1).

Gráfico 3 - Tempo de atuação dos escritórios no município de Florianópolis.



Fonte: Dados da pesquisa (2022).

A partir dos dados levantados, nota-se uma homogeneidade da amostra, sendo 7 escritórios com tempo de mercado com até 10 anos e 6 escritórios com tempo de mercado superior a 11 anos.

4.1.4 Execução de obras

Conforme os relatos da pesquisa, dos 13 escritórios que compõem a amostra final, 7 deles atuam também com a execução de obras, o que representa cerca de 54% do total da amostra.

4.1.5 Benefícios advindos das estratégias sustentáveis no setor

Todos os escritórios que constituem a amostra afirmaram conhecer os benefícios da implantação de estratégias sustentáveis nos projetos de obras unifamiliares, sendo que 11 (84,6%) deles afirmam ter conhecimento total sobre esses benefícios e 2 (15,4%) deles informaram possuir conhecimento parcial sobre o assunto.

Tal resultado reflete um bom entendimento do assunto pelos escritórios da região insular de Florianópolis, o que acaba contribuindo positivamente para o

movimento das construções sustentáveis na região, haja vista que pelos escritórios atuarem na elaboração dos projetos de engenharia e/ou arquitetura e conhecerem os benefícios proporcionados pela aplicação das estratégias sustentáveis nas edificações, a disseminação dessas estratégias e soluções sustentáveis se torna facilitada para o cliente final.

4.1.6 Uso de estratégias sustentáveis em projetos residenciais unifamiliares

Ao serem questionados sobre a aplicação de estratégias sustentáveis pelos escritórios, todos afirmaram fazer uso dessas estratégias em seus projetos, dessa forma, o caminho de perguntas direcionados a todos os escritórios da amostra foi o mesmo que é representado pelas formas pretas no Fluxograma 1, Figura 7.

4.2 Estratégias sustentáveis adotadas pelos escritórios

Diversas estratégias sustentáveis foram relatadas pelos escritórios, conforme apresentadas nos tópicos abaixo.

4.2.1 Gerenciamento da água e efluentes

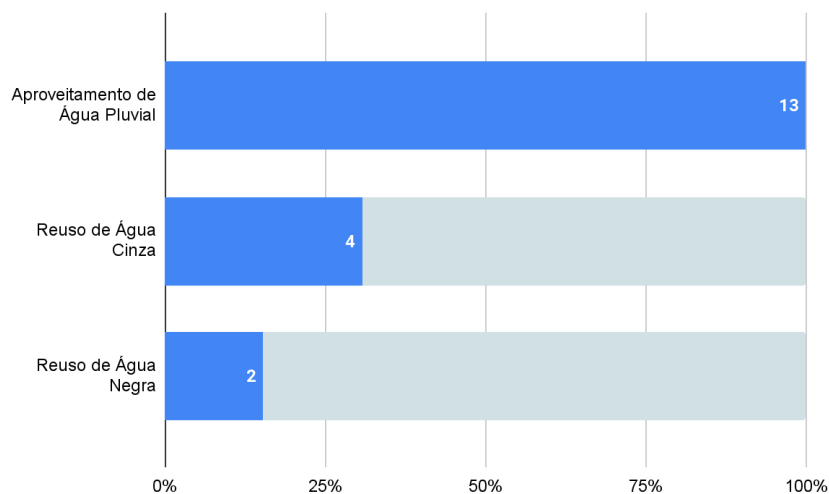
Todos os escritórios participantes da pesquisa informaram adotar estratégias sustentáveis voltadas para o gerenciamento de água em seus projetos residenciais unifamiliares por meio da elaboração de sistemas para o aproveitamento da água pluvial.

Tal resultado era esperado, uma vez que no município de Florianópolis vigorava até 27 de janeiro de 2021 a Lei Municipal Complementar N°561 de 2016 que prescrevia a obrigatoriedade da utilização de sistemas de captação, armazenamento e aproveitamento das águas pluviais para construções maiores que 200 m², onde todos os escritórios da amostra atuavam antes da lei ser revogada.

Conforme exposto no Gráfico 4, com relação aos sistemas de aproveitamento de efluentes, 4 escritórios afirmaram realizar projetos de reúso de

águas cinzas e 2 deles além do sistema mencionado anteriormente fazem projetos para o tratamento e a reutilização das águas negras.

Gráfico 4 - Estratégias de gerenciamento de águas e efluentes.

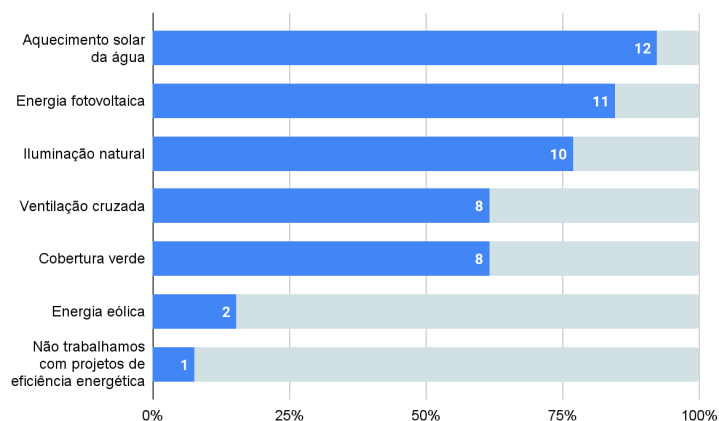


Fonte: Dados da pesquisa (2022).

4.2.2 Eficiência energética

O Gráfico 5 apresenta os resultados obtidos pertinentes às estratégias de eficiência energética que os escritórios utilizam em seus projetos de residências unifamiliares para a região de estudo.

Gráfico 5 - Estratégias de eficiência energética.



Fonte: Dados da pesquisa (2022).

Conforme o observado no Gráfico 5, apenas 1 dos escritórios não atua na elaboração de projetos que visem a melhoria no desempenho energético das edificações.

Entretanto, a maior parte dos escritórios pesquisados elaboram projetos voltados à eficiência energética, onde as principais estratégias informadas para as residências unifamiliares foram: o aquecimento solar da água (12), a energia fotovoltaica (11) e a iluminação natural (10).

Esperava-se um maior número de escritórios que adotassem a ventilação cruzada (8) como estratégia de eficiência energética, uma vez que ela é uma alternativa interessante para a obtenção do conforto térmico das edificações com um baixo custo de implantação, contudo, ela apresentou a mesma adesão que a cobertura verde (8), que é um sistema mais complexo e oneroso.

Por fim, a estratégia com menor adesão foi a energia eólica (2), o que é justificado pela falta de divulgação dos sistemas de geração de energia através dos ventos aliada a falta de incentivos governamentais, dos quais priorizam outras alternativas de geração de energia em detrimento da eólica, conforme apontado por Colombo *et al.* (2014). Além disso, o sistema eólico apresenta um alto preço de implantação e um maior tempo de retorno quando comparado com o sistema fotovoltaico (COSTA, 2019).

4.2.3 Uso de materiais construtivos sustentáveis

Dos escritórios que participaram da pesquisa, 84,6% (11) afirmaram prever e/ou indicar a utilização de materiais construtivos sustentáveis em seus projetos residenciais unifamiliares.

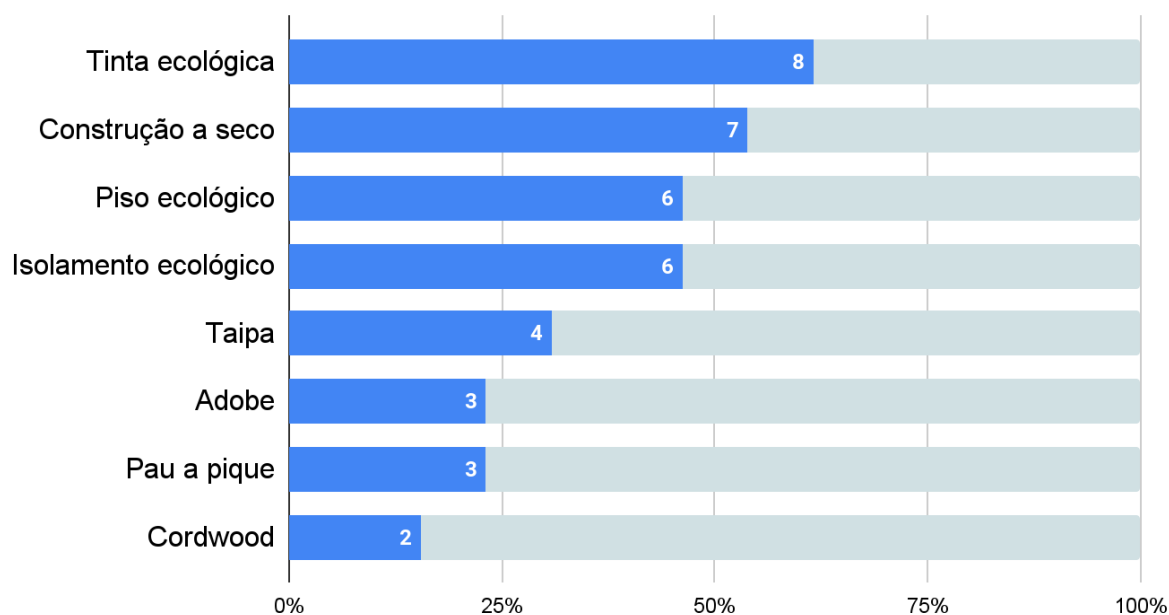
4.2.3.1 Materiais e técnicas construtivas sustentáveis

Optou-se por questionar os escritórios frente aos materiais e sistemas construtivos sustentáveis que eles utilizam em seus projetos unifamiliares para a

região de interesse, devido a dificuldade de separar as técnicas construtivas de certos materiais construtivos.

Dessa forma, obteve-se os seguintes resultados, conforme apresentado no Gráfico 6.

Gráfico 6 - Materiais e sistemas construtivos sustentáveis.



Fonte: Dados da pesquisa (2022).

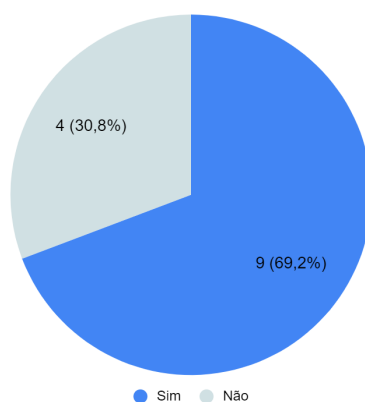
A partir das respostas obtidas, percebe-se uma tendência na utilização de materiais ecológicos em comparação com os sistemas construtivos sustentáveis, exceto pelo sistema de construção a seco (7), que apresentou uma grande adesão dos escritórios, em torno de 54%.

Esse resultado pode ser justificado pela maior facilidade em implantar materiais construtivos sustentáveis nos sistemas tradicionais de construção, em comparação com a substituição de um sistema consolidado por outro de menor costume, além da habituação dos escritórios na elaboração dos sistemas construtivos tradicionais, haja vista a maior demanda e predominância desses sistemas na região de estudo.

4.2.3.2 Escritórios que empregam materiais construtivos regionais em seus projetos

Quanto à utilização de materiais construtivos regionais, 9 (69,2%) escritórios responderam indicar e/ou prever tais materiais em seus projetos de residências unifamiliares e 4 (30,8%) deles responderam não indicar e nem prever esses materiais em seus projetos unifamiliares, conforme apresentado no Gráfico 7.

Gráfico 7 - Utilização de materiais construtivos regionais.



Fonte: Dados da pesquisa (2022).

4.2.3.2.1 Materiais construtivos e produtos regionais

Diversos materiais construtivos e produtos regionais são recomendados pelos escritórios em seus projetos unifamiliares, desse modo, pela variedade informada optou-se por apresentá-los na forma de lista:

1. Pedra;
2. Madeira;
3. Madeira de demolição;
4. Madeira de reflorestamento;
5. Alvenaria;
6. Cerâmica;
7. Revestimentos;
8. Cobertura;
9. Equipamentos elétricos;
10. Equipamentos hidrossanitários;

- | | |
|-------------------------|-------------------------------|
| 11. Plantas nativas; | 15. Bloco de Terra Comprimida |
| 12. Pisos catarinenses; | (BTC); |
| 13. Tijolos; | 16. Terra. |
| 14. Adobes; | |

Além disso, 2 escritórios não especificaram nenhum material para a região de interesse, justificando atuarem em diversas regiões do Brasil e por esse motivo buscam adaptar seus projetos à oferta de materiais disponíveis na região.

Muito embora não seja possível mensurar o real impacto da utilização dos materiais citados no ambiente por meio das respostas obtidas, é possível deduzir que a utilização de materiais regionais, em acordo com as normas e procedimentos técnicos, é benéfica para o ambiente, haja vista os menores gastos energéticos e emissões atmosféricas pelo transporte, ao compará-los com os produtos e materiais oriundos de outras regiões.

4.2.4 Estratégias sustentáveis mencionadas pelos escritórios

Além das estratégias mencionadas, 5 escritórios afirmaram fazer uso de outras estratégias sustentáveis além das abordadas no formulário eletrônico, conforme apresentadas abaixo:

1. Utilização de brise para o sombreamento das fachadas;
2. Estudo detalhado do local quanto às condições geográficas e climáticas para lançamento do projeto em estudo, evitando ao máximo o uso de sistemas artificiais para obtenção do conforto do usuário.
3. Princípios do bioclimatismo como o sombreamento e o aquecimento solar passivo, além da conscientização sociocultural dos proprietários, trabalhadores e vizinhança.
4. Utilização da orientação solar para a melhor locação dos projetos;
5. Incentivo ao uso de equipamentos elétricos eficientes, equipamentos hidráulicos eficientes, materiais com baixa emissão de compostos orgânicos voláteis, esquadrias eficientes, vidros ou películas de controle solar, entre outros.

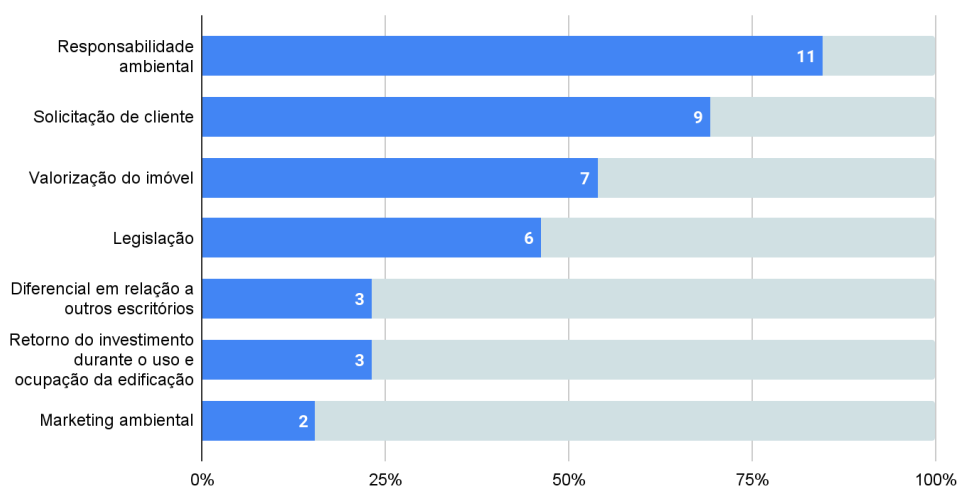
Conforme observado pelas respostas, é possível notar a tendências de estratégias sustentáveis que visem a melhoria do desempenho energético das edificações, principalmente quanto ao conforto térmico das residências.

4.3 Fatores para a adoção das estratégias sustentáveis nos projetos residenciais unifamiliares

Diversos fatores foram relatados pelos escritórios como responsáveis pelas adoções das estratégias sustentáveis em seus projetos, conforme apresentados no Gráfico 8, sendo o principal critério, com cerca de 85% de adesão, a responsabilidade ambiental dos escritórios (11), seguida pela demanda dos clientes por projetos com elementos sustentáveis (9), apresentando cerca de 69% de adoção.

Por fim, estão classificados a valorização do imóvel (7), a legislação municipal (6), o diferencial em relação a escritórios que não aplicam estratégias sustentáveis em seus projetos (3), o retorno financeiro do investimento durante o uso e ocupação das residências (3) e o *marketing* ambiental (2), apresentado respectivamente, 54%, 46%, 23%, 23% e 15% de adesão pelos escritórios da amostra.

Gráfico 8 - Fatores para a implantação de estratégias sustentáveis nos projetos residências unifamiliares dos escritórios.



Fonte: Dados da pesquisa (2022).

Percebe-se através da análise das respostas que os dois principais fatores para a adoção das estratégias sustentáveis nas residências unifamiliares estão relacionados diretamente com a conscientização ambiental, tanto dos clientes como também dos escritórios, tal resultado infere um bom nível de conscientização da população frente às questões do desenvolvimento sustentável.

4.4 Certificações sustentáveis para residências unifamiliares

Diversas são as certificações sustentáveis que uma residência unifamiliar pode obter, porém, ao questionar os escritórios se alguma residência projetada por eles obteve alguma dessas certificações, apenas 3 escritórios informaram ter obtido em algum de seus projetos.

Contudo, apenas um deles declarou as certificações que possui em seu portfólio, dessa forma, os dois certificados apresentados pelo mesmo escritório foram: o certificado AQUA-HQE™ e a etiqueta Procel Edificações.

Embora a maioria dos escritórios não possuam projetos com certificação de sustentabilidade em seus portfólios, diversas estratégias sustentáveis são adotadas em seus projetos, conforme apresentadas nos resultados anteriores.

4.4.1 Avaliação dos escritórios para projetos com certificação sustentável

Abaixo estão listados as considerações feitas pelos escritórios a respeito dos projetos que possuem certificação de sustentabilidade:

1. Para residências unifamiliares vejo a dificuldade de adoção;
2. Algo que agrega em nosso planeta;
3. Ele serve como um aval para o projeto, principalmente para quem não conhece o empreendimento nem o empreendedor;
4. Não acho que uma certificação seja a solução definitiva para um projeto. Se ele é eficiente e sustentável ele será certificado, mas um

projeto certificado não garante que ele seja sustentável. Tenho várias críticas aos processos de certificação ambiental;

5. Muito interessantes;
6. Interessante;
7. Conhecemos pouco, mas parece muito interessante. Talvez pudesse ter um convênio com Entidades para fortalecer essa prática;
8. Acreditamos que as regras para certificar uma obra como sustentável não se encaixam no que acreditamos como sustentabilidade;
9. Excelentes alternativas, embora as certificações nem sempre sejam totalmente atentas de fato à responsabilização ambiental;
10. São aliadas da construção civil mesmo quando obter a certificação não faz parte do objetivo do cliente. Podemos utilizar os parâmetros e métodos de avaliação como base para a implementação de práticas sustentáveis isoladas. Quando a equipe e o cliente buscam a certificação, os parâmetros, metodologia e a avaliação dos responsáveis trazem a segurança e a comprovação de que tudo foi implementado corretamente.

Através da análise dos comentários feitos pelos escritórios, é possível aferir que a grande parte deles considera positivo um projeto que possui certificação sustentável, mas por outro lado a parcela restante julga ineficiente e dispensável tais certificações.

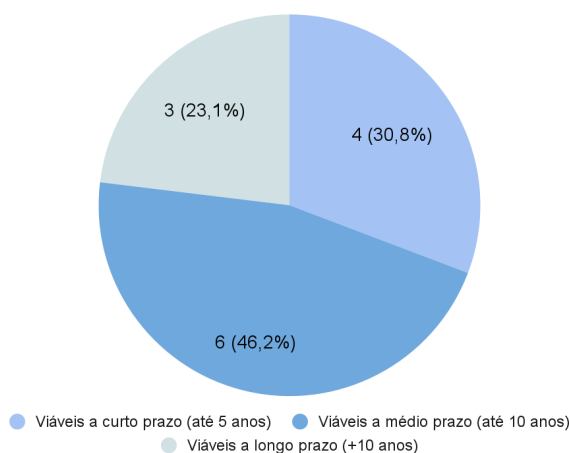
Por fim, três escritórios não informaram suas considerações sobre as certificações sustentáveis.

4.5 Viabilidade econômica da implantação de estratégias sustentáveis em projetos residenciais unifamiliares

De modo a verificar a viabilidade da implantação das estratégias sustentáveis nos projetos residenciais unifamiliares, questionou-se a opinião dos escritórios em quatro possibilidades de respostas sendo elas: viáveis a curto, médio

e longo prazo e inviáveis, dessa forma, através da análise dos resultados gerou-se o Gráfico 9 abaixo.

Gráfico 9 - Viabilidade financeira da implantação de estratégias sustentáveis nas edificações unifamiliares.



Fonte: Dados da pesquisa (2022).

Conforme ilustrado no Gráfico 9, percebe-se que nenhum dos escritórios considera inviável a implantação de estratégias sustentáveis nos projetos de residências unifamiliares, onde a maioria deles estimou a viabilidade do investimento para um período de médio prazo, em seguida estão os escritórios que consideram as estratégias viáveis a curto prazo e por fim estão os escritórios que consideram as estratégias viáveis a longo prazo.

Esse resultado representa uma perspectiva positiva por parte dos escritórios da região frente a viabilidade das estratégias sustentáveis nas residências unifamiliares.

4.6 Considerações acerca do setor construtivo pelos escritórios

Em relação à perspectiva dos escritórios frente ao mercado das construções sustentáveis, todos avaliaram benéfica a implantação de estratégias sustentáveis nas construções, onde doze (92,3%) deles consideram promissor o potencial de crescimento das construções sustentáveis para os próximos anos.

Por fim, o último escritório informou sua consideração a respeito do atual cenário das construções sustentáveis:

“Ele tinha caído em uma mesmice e estava somente no discurso, agora com a pandemia as pessoas ficaram em suas casas e perceberam que elas são ineficientes. Vejo uma retomada no processo e também temos uma cobrança maior das leis que regulamentam os produtos imobiliários.” (DADOS DA PESQUISA, 2022).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos dados apresentados nesta pesquisa foi possível realizar o levantamento do panorama das estratégias sustentáveis aplicadas aos projetos residenciais unifamiliares por parte dos escritórios da região insular de Florianópolis, onde foram levantados dados quantitativos e qualitativos para um melhor entendimento do cenário atual das construções sustentáveis da Ilha de Santa Catarina satisfazendo todos os objetivos iniciais do trabalho.

O presente trabalho apurou a utilização de estratégias sustentáveis por alguns escritórios de engenharia e/ou arquitetura da região insular do município de Florianópolis em seus projetos residenciais unifamiliares, por meio da aplicação de um formulário eletrônico.

Através das respostas obtidas, foi possível constatar que a maioria dos escritórios da amostra são favoráveis à implantação de estratégias sustentáveis em seus projetos unifamiliares, onde todos afirmaram conhecer os benefícios de sua implantação.

Diversos fatores foram apontados pelos escritórios como responsáveis pela adoção das estratégias sustentáveis em seus projetos unifamiliares, sendo o principal fator com 84,6%, a responsabilidade ambiental do escritório, seguida pelas solicitações dos clientes com 69,2%.

Dessa forma, esta pesquisa aponta que os principais fatores ligados a adoção dessas estratégias nos projetos unifamiliares são relacionados diretamente com as preferências individuais, tanto dos escritórios como também dos clientes, servindo como indicador positivo para as construções sustentáveis da região insular de Florianópolis, haja vista o interesse das principais partes responsáveis pela implantação das estratégias sustentáveis nos projetos.

Quanto às estratégias sustentáveis, o aproveitamento da água pluvial foi a única estratégia comum para todos os escritórios que pode ser justificada pela legislação municipal que vigorou até o começo de 2021 e que prescrevia o aproveitamento da água pluvial em determinadas situações, em seguida estão as estratégias de eficiência energética, com o aquecimento solar da água, com 92,3%, seguida pelos projetos fotovoltaicos com 92,3% de adoção, sendo elas alternativas eficientes para a economia e geração de energia elétrica, respectivamente, em uma edificação unifamiliar.

Com relação à utilização de materiais construtivos e a elaboração de sistemas construtivos sustentáveis pelos escritórios, é possível concluir através da análise dos resultados que a maioria deles preveem e/ou elaboram projetos voltados para a sustentabilidade, onde os materiais mais informados foram os materiais ecológicos, como a tinta, o piso e o isolamento ecológico, já em relação aos sistemas construtivos a adesão foi menor, contudo, a construção a seco ganhou destaque onde 54% dos escritórios afirmaram elaborar esta categoria de projeto.

Além disso, 69,2% dos escritórios da região de estudo informaram prever a utilização de materiais regionais em seus projetos.

Já em relação às certificações sustentáveis, houve um menor engajamento dos escritórios, onde apenas um deles soube informar quais certificações possui em seu portfólio de projetos, muito embora, a falta de certificação não descredibiliza o movimento das construções sustentáveis, sua existência representa uma parcela de escritórios e clientes mais engajados e preocupados com os desafios da sustentabilidade.

5.1 Sugestões para trabalhos futuros

De modo a complementar os dados do presente trabalho em pesquisas futuras, sugere-se:

- Avaliar a opinião dos usuários das edificações unifamiliares frente às estratégias sustentáveis aplicadas em suas residências;
- Avaliar a importância das estratégias sustentáveis como fator decisivo para aquisição de edificações já construídas;
- Mensurar o tempo de retorno do investimento (ROI) das estratégias abordadas;
- Verificar a eficiência prática das estratégias sustentáveis nos projetos unifamiliares;
- Analisar os principais impedimentos para a obtenção dos certificados de sustentabilidade para as residências unifamiliares.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Aquiles B. **MADEIRA PLÁSTICA: ESTUDO DE VIABILIDADE TÉCNICO E ECONÔMICO A PARTIR DO RESÍDUO SÓLIDO**. 2013. 135 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Departamento de Materiais da Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/103730/000936957.pdf>. Acesso em: 10 de dez. 2021.

AMARAL, Giuliana A. do. **ESTUDO DA INFLUÊNCIA DA NATUREZA DAS CARGAS NAS PROPRIEDADES DA MADEIRA PLÁSTICA**. 2009. 69 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Materiais, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/24743/000747660.pdf>. Acesso em: 10 de dez. 2021.

APRILANTI, Mônica D. **Influência de um corte na borda tracionada de uma viga maciça simulando uma emenda de topo na lâmina inferior de vigas laminadas coladas**. 2010. 109 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2010. Disponível em: https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11150/tde-17032010-110600/publico/Monica_Aprilanti.pdf. Acesso em: 17 abr. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16814**: Adobe - Requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2020. 26 p.

_____. **NBR 17014**: Taipa de pilão - Requisitos, procedimentos e controle. Rio de Janeiro, 2022. 34 p.

BALDESSAR, Sílvia M. N. **TELHADO VERDE E SUA CONTRIBUIÇÃO NA REDUÇÃO DA VAZÃO DA ÁGUA PLUVIAL ESCOADA**. 2012. 125 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Construção Civil, Departamento de Construção Civil, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012. Disponível em: <https://www.acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/52621/R%20-%20D%20-%20SILVIA%20MARIA%20NOGUEIRA%20BALDESSAR.pdf>. Acesso em: 04 dez. 2021.

BALEN, Elisa; PANSERA, Rafael D; ZANARDO, Rosane L. de P. Wood Frame: busca por sustentabilidade. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS, 5., 2016, Passo Fundo. **Anais [...]**. [S. L.]: Imed, 2016. p. 1-6. Disponível em: https://www.imed.edu.br/Uploads/5_SICS_paper_19.pdf. Acesso em: 01 ago. 2022.

BALOI, Daniel. **SUSTAINABLE CONSTRUCTION: CHALLENGES AND OPPORTUNITIES**. Greenwood, Maputo, p. 1-9, 2003. Disponível em: https://www.arcom.ac.uk/-docs/proceedings/ar2003-289-297_Baloi.pdf. Acesso em: 07 dez. 2021.

BARBOSA, Gisele S. O DESAFIO DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. **Visões**, [s. l.], v. 1, n. 4, p. 1-11, 2008. Disponível em: http://fsma.edu.br/visoes/edicoes-anteriores/docs/4/4ed_O_Desafio_Do_Developi_mento_Sustentavel_Gisele.pdf. Acesso em: 07 dez. 2021.

BATISTA, Rafael C.; GOMES, Herbert M. ANÁLISE ESTRUTURAL DE UMA RESIDÊNCIA SEGUNDO O SISTEMA CONSTRUTIVO A SECO LIGHT STEEL FRAMING. In: CONGRESSO NACIONAL DE ENGENHARIA MECÂNICA, 2016, Fortaleza. **Anais [...]**. [S.L.]: Abcm, 2015. p. 1-9. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/316721271/>. Acesso em: 17 maio 2022.

BEZERRA, João M; SOUZA, Luiz G. M. de. **SISTEMA ALTERNATIVO DE AQUECIMENTO SOLAR**. 2000. 9 f. Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2000. Disponível em: <https://www.ipen.br/biblioteca/cd/conem/2000/DC8528.pdf>. Acesso em: 10 dez. 2021

BLANCO, Karoline C. **COBERTURAS VERDES: APLICAÇÃO COMO ESTRATÉGIA DE MITIGAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL EM BRASÍLIA**. 2012. 70 f. Monografia (Especialização) - Curso de Análise Ambiental e Desenvolvimento Sustentável, Centro Universitário de Brasília, Brasília, 2012. Disponível em: <https://repositorio.uniceub.br/jspui/bitstream/235/7748/1/51102400.pdf>. Acesso em: 05 dez. 2021.

CAETANO, A. L. A. et al. Obtenção de cerâmica de revestimento sustentável desenvolvida com resíduos industriais. **Cerâmica Industrial**, [S.L.], v. 26, n. 1, p. 1-11, 2021. Editora Cubo. <http://dx.doi.org/10.4322/cerind.2021.004>. Disponível em: <https://ceramicaindustrial.org.br/article/10.4322/cerind.2021.004/pdf/ci-26-1-1.pdf>. Acesso em: 04 jul. 2022.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL (Brasília). **GUIA SELO CASA AZUL + CAIXA**. 2021. Disponível em: https://www.caixa.gov.br/Downloads/selo_casa_azul/guia-selo-casa-azul-caixa.pdf. Acesso em: 14 fev. 2022.

CAMPOS, Karina F. **DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA DE FIXAÇÃO DE FACHADA VENTILADA COM PORCELANATO DE FINA ESPESSURA**. 2011. 189 f. Dissertação (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/95496/290695.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2022.

CARVALHO, Bruno B; FURUKAWA, Fábio M. **TÉCNICAS CONSTRUTIVAS E PROCEDIMENTOS SUSTENTÁVEIS – ESTUDO DE CASO: EDIFÍCIO NA CIDADE DE SÃO PAULO**. 2011. 126 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2011. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/119174/furukawa_fm_tcc_guara.

pdf. Acesso em: 04 dez. 2021.

CBIC - Câmara Brasileira da Indústria da Construção (Brasil); CNI - Confederação Nacional da Indústria (Brasil). **CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL: A MUDANÇA EM CURSO**. Brasília: CNI, 2017. 104 p. Disponível em: <https://www.cbic.org.br/sustentabilidade/wp-content/uploads/sites/22/2017/10/Caderno-Setorial-CBIC-CNI-Sustentabilidade.pdf>. Acesso em: 21 nov. 2021.

CIB - The International Council for Research and Innovation in Building and Construction; UNEP-IETC - United Nations Environment Programme International Environmental Technology Centre. **Agenda 21 for Sustainable Construction in Developing Countries**: a discussion document. Pretoria: Csir Building And Construction Technology, 2002. 91 p. Disponível em: https://www.academia.edu/19056415/Agenda_21_for_Sustainable_Construction_in_Developing_Countries. Acesso em: 22 nov. 2021.

CIANCIO, Daniela; BECKETT, Christopher. Rammed earth: an overview of a sustainable construction material. **Third Internacional Conference On Sustainable Contruccion Materials And Technologies**, [S. L.], p. 1-11, 2013. Disponível em: <http://www.claisse.info/2013%20papers/data/e053.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2022.

COLOMBO, Fabio et al. DIMENSIONAMENTO DE UM SISTEMA EÓLICO RESIDENCIAL. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE QUALIDADE AMBIENTAL, 9., 2014, Porto Alegre. **Anais [...]**. [S. L.]: ABES- RS, 2014. p. 2-10. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/263735033/>. Acesso em: 14 jun. 2022.

COSTA, Emanuella B. da; VIEIRA, Jackelyne S. G; SANTOS, Jerlane R. dos. ESTUDO COMPARATIVO ENTRE O SISTEMA CONSTRUTIVO A SECO (STEEL FRAME) E ALVENARIA COMUM. In: CONGRESSO TÉCNICO CIENTÍFICO DA ENGENHARIA E DA AGRONOMIA, 1., 2019, Palmas. **Anais [...]**. Palmas: Contecc, 2019. p. 1-5. Disponível em: [https://www.confea.org.br/sites/default/files/uploads-imce/Conteccc2019/Civil/ESTUDO%20COMPARATIVO%20ENTRE%20O%20SISTEMA%20CONSTRUTIVO%20A%20SECO%20\(STEEL%20FRAME\)%20E%20ALVENARIA%20COMUM.pdf](https://www.confea.org.br/sites/default/files/uploads-imce/Conteccc2019/Civil/ESTUDO%20COMPARATIVO%20ENTRE%20O%20SISTEMA%20CONSTRUTIVO%20A%20SECO%20(STEEL%20FRAME)%20E%20ALVENARIA%20COMUM.pdf). Acesso em: 04 ago. 2022.

COSTA, Maria L. M. De. A.. **Estudo comparativo da viabilidade de implantação de energia solar fotovoltaica e energia eólica em condomínio residencial horizontal em área litorânea**. 2019. 110 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019. Disponível em: https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/40753/2/EstudoComparativoDaViabilidade_Costa_2019.pdf. Acesso em: 13 jun. 2022.

EPE - Empresa de Pesquisa Energética. **Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2019 - ano base 2018**. Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-160/topico-168/Anu%C3%A1rio_2019_WEB_alterado.pdf.

Acesso em: 13 jan. 2022.

_____. **PNE 2050** : Plano Nacional de Energia. Brasil: Ministério de Minas e Energia, 2020. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-227/topico-563/Relatorio%20Final%20do%20PNE%202050.pdf>. Acesso em: 27 jun. 2022.

FERREIRA, Tamiris C. **Impactos e desafios da construção civil brasileira para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. 2018. 181 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências, Programa de Pós-Graduação em Administração de Organizações, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2018. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/96/96132/tde-22102018-093936/publico/TamirisCFerreira_Corrigida.pdf. Acesso em: 17 jun. 2022.

FLORIANÓPOLIS (Município). Lei Complementar nº 561, de 02 de junho de 2016. **Inclui Inciso Ao Art. 25 da Lei Complementar Nº 60, de 2000 (Código de Obras e Edificações de Florianópolis)**.. Florianópolis, SC, Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/sc/f/florianopolis/lei-complementar/2016/56/561/lei-complementar-n-561-2016-inclui-inciso-ao-art-25-da-lei-complementar-n-60-de-2000-codigo-de-obras-e-edificacoes-de-florianopolis>. Acesso em: 24 maio 2022.

_____. Lei Complementar nº 561, de 02 de junho de 2016. **Inclui Inciso Ao Art. 25 da Lei Complementar Nº 60, de 2000 (Código de Obras e Edificações de Florianópolis)**.. Florianópolis, SC, Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/sc/f/florianopolis/lei-complementar/2016/56/561/lei-complementar-n-561-2016-inclui-inciso-ao-art-25-da-lei-complementar-n-60-de-2000-codigo-de-obras-e-edificacoes-de-florianopolis>. Acesso em: 24 maio 2022.

FUNDAÇÃO VANZOLINI (São Paulo). **AQUA-HQE™**. 2022. Disponível em: <https://vanzolini.org.br/produto/aqua-hqe/>. Acesso em: 17 fev. 2022a.

_____. **Lista com os empreendimentos AQUA-HQE™**. 2022. Disponível em: https://vanzolini.org.br/wp-content/uploads/2022/01/AQUA-HQE_2022-01-11_divulgacao.zip. Acesso em: 17 fev. 2022b.

GALLIPOLI, Domenico *et al.* Unsaturated Soils: research & applications. **Crc Press**, [S.L.], p. 55-62, 5 jun. 2014. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/300231663/>. Acesso em: 09 maio 2022.

GBCB - Green Building Council Brasil. **GUIA PRÁTICO PORQUE E COMO CERTIFICAR SEU PROJETO**: certificação gbc brasil casa. Brasil: 2019. 15 p. Disponível em: <https://www.gbcbrazil.org.br/wp-content/uploads/2019/08/Guia-Pratico-Casa.pdf>. Acesso em: 17 fev. 2022.

GLOBAL ALLIANCE FOR BUILDINGS AND CONSTRUCTION. **2021 GLOBAL**

STATUS REPORT FOR BUILDINGS AND CONSTRUCTION: towards a zero-emissions, efficient and resilient buildings and construction sector. Nairóbi: United Nations Environment Programme, 2021. 105 p. Disponível em: https://globalabc.org/sites/default/files/2021-10/GABC_Buildings-GSR-2021_BOOK.pdf. Acesso em: 14 jun. 2022.

GUERREIRO, Agenara Q. **AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA DOS CIMENTOS DE PRODUÇÃO MAIS SIGNIFICATIVA NO BRASIL.** 2014. 89 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/110112/000951860.pdf>. Acesso em: 18 dez. 2021.

GOMES, Leticia D; GOMES, Julia D; HACKENBERG, Ana M. **AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO TERMOENERGÉTICO DA MADEIRA LAMINADA COLADA (MLC) COMO ALTERNATIVA BIOCLIMÁTICA EM COBERTURA RESIDENCIAL.** *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental*, [S.L.], v. 9, p. 345, 21 fev. 2020. Universidade do Sul de Santa Catarina - UNISUL. <http://dx.doi.org/10.19177/rgsa.v9e02020345-362>. Disponível em: https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/8706/4857. Acesso em: 13 abr. 2022.

GRACIANO, Tiago D. **FACHADAS VENTILADAS: ANÁLISE DA TECNOLOGIA E DO SUPORTE TÉCNICO FORNECIDO AO MERCADO NACIONAL.** 2018. 87 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, A Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2018. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/188397/001086807.pdf>. Acesso em: 13 abr. 2022.

GRANDE, Fernando M. **FABRICAÇÃO DE TIJOLOS MODULARES DE SOLO-CIMENTO POR Prensagem Manual com e sem Adição de Sílica Ativa.** 2003. 180 f. Tese (Doutorado) - Curso de Arquitetura, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18141/tde-07072003-160408/publico/Digital.pdf>. Acesso em: 13 dez. 2021.

HERZER, Leticia A; FERREIRA, Rafael L. **CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS NO BRASIL: UM PANORAMA REFERENTE ÀS CERTIFICAÇÕES AMBIENTAIS PARA EDIFICAÇÕES LEED E AQUA-HQE.** *Caderno Meio Ambiente e Sustentabilidade*, [s. l.], v. 8, n. 5, p. 34-55, 2016. Disponível em: <https://www.cadernosuninter.com/index.php/meioAmbiente/article/view/492/401>. Acesso em: 12 fev. 2022.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (Brasil). **Florianópolis.** Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sc/florianopolis/panorama/>. Acesso em: 17 jan. 2022.

JAIQUES, Reginaldo C. **QUALIDADE DA ÁGUA DE CHUVA NO MUNICÍPIO DE FLORIANÓPOLIS E SUA POTENCIALIDADE PARA APROVEITAMENTO EM EDIFICAÇÕES**. 2005. 102 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Ambiental, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/102214/221552.pdf>. Acesso em: 18 dez. 2021.

JOHN, Vanderley M. Materiais de construção e o meio ambiente. **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais**. São Paulo: IBRACON, p. 1- 40, 2017. Disponível em: <http://ppgec.poli.usp.br/wp-content/uploads/sites/277/2017/05/VMJOHN-Materiais-e-o-meio-ambiente-2017-09-30-1.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2022.

JUNIOR, Aldo B. *et al.* AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES E SUA RELAÇÃO COM OS MATERIAIS CONSTRUTIVOS EMPREGADOS. **Revista Produção Online**, Florianópolis, v. 12, n. 1, p. 229-247, 2012. Disponível em: <https://producaoonline.org.br/rpo/article/view/873/870>. Acesso em: 16 dez. 2021.

KIBERT, Charles J. ESTABLISHING PRINCIPLES AND A MODEL FOR SUSTAINABLE CONSTRUCTION. **CIB TG**, Tampa, p. 3-12, 1994. Disponível em: https://www.irbnet.de/daten/iconda/CIB_DC24773.pdf. Acesso em: 25 nov. 2021.

_____. **Sustainable Construction: green building design and delivery**. 4. ed. Hoboken: Wiley, 2016. 608 p. Disponível em: <https://download.e-bookshelf.de/download/0007/6913/92/L-G-0007691392-0013787786.pdf>. Acesso em: 13 maio 2022.

KLARIN, Tomislav. The Concept of Sustainable Development: from its beginning to the contemporary issues. **Zagreb International Review Of Economics And Business**, [S.L.], v. 21, n. 1, p. 67-94, 1 maio 2018. Walter de Gruyter GmbH. <http://dx.doi.org/10.2478/zireb-2018-0005>. Disponível em: <https://hrcak.srce.hr/file/295780>. Acesso em: 25 jun. 2022.

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando O. R. **Eficiência Energética na Arquitetura**. 3. ed. [S. L.]: Eletrobras, 2014. 382 p. Disponível em: https://labeee.ufsc.br/sites/default/files/apostilas/eficiencia_energetica_na_arquitetura.pdf. Acesso em: 07 jun. 2022.

LEITE, Vinicius F. **CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL NA CONSTRUÇÃO CIVIL – SISTEMAS LEED E AQUA**. 2011. 59 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011. Disponível em: <https://mac.arq.br/wp-content/uploads/2016/03/certificacoes-leed-e-aqua-trabalho-final-graduacao.pdf>. Acesso em: 16 fev. 2022.

LUCAS, Vanessa S. **CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL – SISTEMA DE AVALIAÇÃO E CERTIFICAÇÃO**. 2011. 197 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil,

Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2011. Disponível em:
https://run.unl.pt/bitstream/10362/5613/1/Lucas_2011.pdf. Acesso em: 17 jan. 2022.

MACHADO, Antônio L. A.; OLIVEIRA, Luciana A. Diretrizes de projeto para revestimentos não aderidos de fachadas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 3; ENCONTRO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 2013, Campinas. **Anais**. Porto Alegre: ANTAC, 2013. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/305808797/>. Acesso em: 13 abr. 2022.

MACHADO, Carolina T; MIRANDA, Fabio S. Energia Solar Fotovoltaica: Uma Breve Revisão. **Revista Virtual de Química**, [S.L.], v. 7, n. 1, p. 126-143, 2015. Sociedade Brasileira de Química (SBQ). Disponível em:
<https://rvq-sub.sbq.org.br/index.php/rvq/article/view/664/508>. Acesso em: 14 dez. 2021.

MADI, Ana P. L. M; PAULIV, Thiago M. PIGMENTAÇÃO NATURAL DE TINTAS PREPARADAS A PARTIR DE SOLO. **PAIC**: Programa de Apoio à Iniciação Científica, [s. l], p. 787-794, 2021. Disponível em:
<https://cadernopaic.fae.edu/cadernopaic/article/view/479/431>. Acesso em: 24 dez. 2021.

MAY, Simone. **ESTUDO DA VIABILIDADE DO APROVEITAMENTO DE ÁGUA DE CHUVA PARA CONSUMO NÃO POTÁVEL EM EDIFICAÇÕES**. 2004. 189 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica, São Paulo, 2004. Disponível em:
<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-02082004-122332/publico/simone-may.pdf>. Acesso em: 05 jan. 2022.

MATOS, Bruna F. de C. **CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL: PANORAMA NACIONAL DA CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL**. 2014. 121 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestre em Ambiente Construído, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2014. Disponível em:
<https://repositorio.ufjf.br/jspui/bitstream/ufjf/522/1/brunafarhatdecastromatos.pdf>. Acesso em: 14 fev. 2022.

Medeiros, E. N. M. *et al.* Grog incorporation in ceramic mass to manufacture of bricks. A study of the physical-mechanical properties. **Revista Cerâmica**, v.56, n.340, p. 399-404. 2010. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/ce/a/LKCh4ddWpVQdzQj8SKFTZ6g/abstract/?lang=pt/>. Acesso em: 27 jun. 2022.

MOLINA, Julio C; CALIL, Carlito. Sistema construtivo em wood frame para casas de madeira. In: CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS, 2., 2010, Londrina. **Anais [...]**. Londrina: Semina, 2010. v. 31, p. 143-156. Disponível em:
<https://www.researchgate.net/publication/277982862>. Acesso em: 01 ago. 2022.

MOREL, Jean C. *et al.* Building houses with local materials: means to drastically reduce the environmental impact of construction. **Building And Environment**, [s. l.], v. 36, p. 1119-1126, jul. 2000. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/223275169/>. Acesso em: 18 abr. 2022.

NASCIMENTO, Francisleile L. PAINEL SOLAR FOTOVOLTAICA COMO ENERGIA ALTERNATIVA E SUSTENTÁVEL PARA O ESTADO DE RORAIMA-RR. **Boca: Boletim de Conjuntura**, Boa Vista, v. 1, n. 3, p. 25-34, 15 mar. 2020. Disponível em: <https://revista.ufrr.br/boca/article/view/EnergiaSolar/2824>. Acesso em: 02 dez. 2021.

NETO, Carlito C. **MADEIRA LAMINADA COLADA (MLC): CONTROLE DE QUALIDADE EM COMBINAÇÕES ESPÉCIE-ADESIVO-TRATAMENTO PRESERVATIVO**. 2011. 125 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência e Engenharia de Materiais, Programa de Pósgraduação Interunidades, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/88/88131/tde-19042011-171909/publico/CarlitoCalilNetoNOVA.pdf>. Acesso em: 13 abr. 2022.

NEVES, Célia; FARIA, Obede B. **Técnicas de construção com terra**. Bauru, SP: FEB-UNESP/PROTERRA, 2011. 79p. Disponível em: https://www.athuar.uema.br/wp-content/uploads/2018/01/proterra-tecnicas_construcao_com_terra.pdf. Acesso em: 15 abr. 2022.

NEVES, Célia M. M; SANTIAGO, Cybèle C. Projeto de Investigação PROTERRA. In: SEMINÁRIO IBERO-AMERICANO DE CONSTRUÇÃO COM TERRA., 01., 2002, Salvador. **Anais [...]**. Salvador: Uefs, 2002. p. 1-124. Disponível em: https://www.academia.edu/35730683/Actas_1_SIACOT_Brasil_2002. Acesso em: 07 maio 2022.

NOLDE, E. Greywater reuse systems for toilet flushing in multi-storey buildings – over ten years experience in Berlin. **Urban Water**, v.1, n.4, p.275-284, 1999. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/222561582/>. Acesso em: 13 dez. 2021.

OLENDER, Mônica C. H. L. **A TÉCNICA DO PAU-A-PIQUE**: subsídios para a sua preservação. 2006. 146 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós-Graduação, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2006. Disponível em: https://repositorio.ufba.br/bitstream/ri/12298/1/A%20T%c3%a9cnica%20do%20Pau%20a%20Pique_Subsc3%addios%20para%20a%20sua%20Preserva%c3%a7%3%a3o.pdf. Acesso em: 05 maio 2022.

OLIVEIRA, Lucas R. de. *et al.* Sustentabilidade: da evolução dos conceitos à implementação como estratégia nas organizações. **Produção**, [S.L.], v. 22, n. 1, p. 70-82, 10 nov. 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/prod/a/rm7ny98HNftrnRMJpFLddGm/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 17 fev. 2022.

OLIVEIRA, Uriel W. de; FRANCESCATTO, Matheus B; ROOS, Cristiano. Viabilidade econômica de microgeradores eólicos para residências unifamiliares. **Brazilian Journals Of Business**, [s. l.], p. 2838-2849, 2021. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BJB/article/download/34597/27053>. Acesso em: 25 jun. 2022.

PEREIRA, Fernando O. R; CARLO, Joyce; LAMBERTS, Roberto. Iluminação natural para redução do consumo de energia de edificações de escritório aplicando propostas de eficiência energética para o Código de Obras do Recife. In: Conferência Latino Americana De Construção Sustentável, Encontro Nacional De Tecnologia No Ambiente Construído. **Anais [...]** São Paulo: CLACS; ENTAC, 2004. p. 1-11. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/228585807/>. Acesso em: 17 dez. 2021.

PEREIRA, Guilherme H. de L. **ANÁLISE COMPARATIVA DO CUSTO-BENEFÍCIO ENTRE CONSTRUÇÃO A SECO E CONSTRUÇÃO CONVENCIONAL**. 2018. 139 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Núcleo de Tecnologia, Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru, 2018. Disponível em: <https://attena.ufpe.br/bitstream/123456789/44492/1/PEREIRA%2c%20Guilherme%20Henrique%20de%20Lucena.pdf>. Acesso em: 20 maio 2022.

PINHEIRO, Manuel D. CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL – MITO OU REALIDADE? **VII Congresso Nacional de Engenharia do Ambiente**, Lisboa, p. 1-10, nov. 2003. Disponível em: https://www.academia.edu/1395009/Constru%C3%A7%C3%A3o_Sustent%C3%A1vel_Mito_ou_Realidade. Acesso em: 27 nov. 2021.

PISANI, Maria A. J. Um material de construção de baixo impacto ambiental: O tijolo de solo-cimento. **Sinergia**, São Paulo, v. 6, n. 1, p. 53-59, 2005. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/271829933/>. Acesso em: 07 jan. 2022.

POSSEBOM, Alessandro *et al.* Ventilação Cruzada. **5º Sics - Seminário Internacional de Construções Sustentáveis**, [S. L.], p. 1-4, 27 out. 2016. Disponível em: https://www.imed.edu.br/Uploads/5_SICS_paper_2_version_1.pdf. Acesso em: 12 abr. 2022.

PROCEL. **Regulamento para concessão do Selo Procel de Economia de Energia para Edificações**. 6. ed. Brasil: Eletrobras, 2022. 11 p. Disponível em: <http://www.procelinfo.com.br/services//DocumentManagement//FileDownload.EZTSvc.asp?DocumentID={E469F43B-75D2-40EA-BAEB-D4564CC211E3}&ServiceInstUID={46764F02-4164-4748-9A41-C8E7309F80E1}>. Acesso em: 07 jun. 2022.

ROCHA, Anderson H. S. *et al.* MADEIRA PLÁSTICA: UMA REVISÃO CONCEITUAL. **Engenharia em Ação Unitoledo**, Araçatuba, p. 54-71, 2016. Disponível em: <http://www.ojs.toledo.br/index.php/engenharias/article/view/71/34>. Acesso em: 11 jan. 2022.

ROCHA, Rafael R. da. *et al.* RESISTÊNCIA MECÂNICA DE TIJOLOS ADOBE REFORÇADOS COM RESÍDUO DE CASCA DE OVO. **Colloquium Exactarum**, [S.L.], v. 13, n. 1, p. 30-37, 28 abr. 2021. Associação Prudentina de Educação e Cultura (APEC). <http://dx.doi.org/10.5747/ce.2021.v13.n1.e347>. Disponível em: <https://revistas.unoeste.br/index.php/ce/article/view/3949/3255>. Acesso em: 15 abr. 2022.

RODRIGUES, Luciano S. **VENTILAÇÃO NATURAL INDUZIDA PELA AÇÃO COMBINADA DO VENTO E DA TEMPERATURA EM EDIFICAÇÕES**. 2008. 87 f. Monografia (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2008. Disponível em: https://www.repositorio.ufop.br/bitstream/123456789/2361/1/DISSERTA%c3%87%c3%82O_Ventila%c3%a7%c3%a3oNaturalInduzida.pdf. Acesso em: 13 abr. 2022.

SALA, L. G. **Proposta de Habitação Sustentável para Estudantes Universitários**. 2006. 86 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2006. Disponível em: <https://xdocs.com.br/doc/proposta-de-habitacao-sustentavel-para-estudantes-universitarios-jn6kgz2vyp8r>. Acesso em: 02 jan 2022.

SANTIAGO, Alexandre K.; RODRIGUES, Maíra N.; OLIVEIRA, Márcio S. de. LIGHT STEEL FRAMING COMO ALTERNATIVA PARA A CONSTRUÇÃO DE MORADIAS POPULARES. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DA CONSTRUÇÃO METÁLICA, São Paulo. **Proceedings [...]**. São Paulo: Construmetal, 2010. p. 1-10. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/268299965/>. Acesso em: 15 maio 2022.

SANTOS, Daniel C. dos. Os sistemas prediais e a promoção da sustentabilidade ambiental. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 2, n. 4, p. 7-18, 2002. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/view/3429/1847>. Acesso em: 13 fev. 2022.

SELLA, Marcelino B. **REÚSO DE ÁGUAS CINZAS: AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE DA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA EM RESIDÊNCIAS**. 2011. 87 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/34521>. Acesso em: 15 jan. 2022.

SERVIÇO BRASILEIRO DE RESPOSTAS TÉCNICAS. **Madeira plástica**. Resposta Técnica elaborada por: "Sonia Maria Marques de Oliveira". Curitiba: TECPAR, 2007. (Código da Resposta: 5913). Disponível em: <<http://www.respostatecnica.org.br>>

SCHERER, Paula; MASUTTI, Mariela C. A EFICIÊNCIA DA VENTILAÇÃO CRUZADA NA ARQUITETURA. **A Produção do Conhecimento nas Ciências Sociais Aplicadas 5**, [S.L.], p. 1-4, 29 abr. 2019. Atena Editora. <http://dx.doi.org/10.22533/at.ed.9681926041>. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/332742636/>. Acesso em: 10 abr. 2022.

SILVA, Caroline M; GOMES, Carlos E. M. ARGAMASSAS E PLACAS MAGNESIANAS PARA USO NA CONSTRUÇÃO A SECO: continuação ii. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNICAMP, 2021, Campinas. **Proceedings [...]**. Campinas: Unicamp, 2021. p. 1-5. Disponível em: <https://www.prp.unicamp.br/inscricao-congresso/resumos/2021P18510A36129O326.pdf>. Acesso em: 10 maio 2022.

SILVA, José A; BRITO, Miguel C. Energia fotovoltaica: conversão de energia solar em eletricidade. **O Instalador**, [s. l], p. 1-7, jul. 2006. Disponível em: <http://solar.fc.ul.pt/i1.pdf>. Acesso em: 23 dez. 2021.

SILVA, Mayara F. dos S; SILVA, Érika P. L. da; LIMA, Sandovânio F de. TINTA ECOLÓGICA. **Ciências Exatas e Tecnológicas**, Alagoas, v. 3, n. 4, p. 125-130, maio 2018. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/fitsexatas/article/view/5571/2822>. Acesso em: 14 abr. 2022.

SOTSEK, Nicolle. C; SANTOS, Adriana. de P. L. Panorama do sistema construtivo light wood frame no Brasil. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 18, n. 3, p. 309-326, jul./set. 2018. ISSN 1678-8621 Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. Acesso em: 07 ago. 2022.

SOUZA, Rodrigo V. **MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL CONSTRUÍDAS COM O SISTEMA LIGHT WOOD FRAME NO SUL DO BRASIL**. 2021. 418 f. Tese (Doutorado) - Curso de Arquitetura, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2021. Disponível em: <https://ojs.sites.ufsc.br/index.php/mixsustentavel/article/download/4934/3714>. Acesso em: 02 ago. 2022.

TAVARES, Sérgio F. **METODOLOGIA DE ANÁLISE DO CICLO DE VIDA ENERGÉTICO DE EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS BRASILEIRAS**. 2006. 225 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/89528/236520.pdf>. Acesso em: 29 dez. 2021.

TORGAL, Fernando P; JALALI, Said. CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL. O CASO DOS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO. **Congresso Construção 2007**, Coimbra, p. 1-10, dez. 2007. Disponível em: <http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/7542/1/Artigo%204.pdf>. Acesso em: 08 jan. 2022.

VALÉRIO, Dário J. **Gestão Sustentável da Água em Empreendimentos Turísticos**. 2013. 159 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Lisboa, 2013. Disponível em: <https://repositorio.ipl.pt/bitstream/10400.21/2550/1/Disserta%c3%a7%c3%a3o.pdf>.

Acesso em: 19 dez. 2021.

WENGER, Gilbert R. **The Story of Mesa Verde National Park**. Estados Unidos: Mesa Verde Museum Assoc, 1991. 96 p.

WIND SOLAR ALLIANCE. **About Wind**. Washington, 2021. Disponível em: <https://windsolaralliance.org/wind/>. Acesso em: 22 dez. 2021.