



UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA

BRUNO SILVEIRA FERNANDES

GISLAINE GOMES DEMETRIO

**ASPECTOS RELEVANTES DA SUSTENTABILIDADE EM
EDIFICAÇÕES NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Tubarão

2018

BRUNO SILVEIRA FERNANDES
GISLAINE GOMES DEMETRIO

ASPECTOS RELEVANTES DA SUSTENTABILIDADE EM
EDIFICAÇÕES NA CONSTRUÇÃO CIVIL

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia da Universidade do Sul de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia civil.

Orientador: Prof. Rangel Pereira dos Santos, Esp.

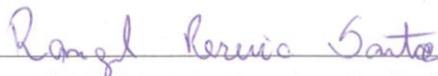
Tubarão
2018

**BRUNO SILVEIRA FERNANDES
GISLAINE GOMES DEMETRIO**

**ASPECTOS RELEVANTES DA SUSTENTABILIDADE EM
EDIFICAÇÕES NA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Civil da Universidade do Sul de Santa Catarina como requisito parcial para obtenção do título de Engenheira(o) Civil.

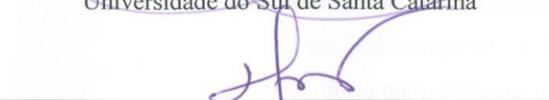
Tubarão, 19 de Junho de 2018.



Professor Orientador Rangel Pereira dos Santos, Esp.
Universidade do Sul de Santa Catarina



Professor Gil Felix Madalena, Esp.
Universidade do Sul de Santa Catarina



Professora Norma Beatriz Camisão Schwinden, Esp.
Universidade do Sul de Santa Catarina

Dedicamos este Trabalho de Conclusão de Curso primeiramente a Deus, que nos deu sabedoria para enfrentar os obstáculos durante o caminho até aqui. Aos nossos pais, familiares, amores, amigo e professores que nos instigaram a esse crescimento.

AGRADECIMENTOS

Por Bruno Silveira Fernandes

Primeiramente quero agradecer à Deus, que nos iluminou, dando sapiência e perseverança para chegarmos até aqui.

Aos meus pais, Marcia e Edson que não mediram esforços para me fazer vencer.

Aos meus amigos, que me apoiaram nessa caminhada, e se fizeram presente quando mais precisei.

À minha parceira Gislaine, que é a melhor parceira de TCC. Muita parceria e amizade.

Aos amigos e familiares que influenciaram direta ou indiretamente, o meu muito obrigado.

O nosso orientador, que se envolveu nesse projeto conosco, e além de professor foi amigo.

E aos membros da banca, que participaram para buscarmos a perfeição de nosso trabalho.

Muito obrigada a todos.

AGRADECIMENTOS

Por Gislaine Gomes Demétrio

A Deus, por providenciar e estar presente em todos os desafios e alegrias da minha vida, nos dando sabedoria, superação e muita força de vencer.

Ao meu esposo Fábio que amo e admiro, não mediu esforços para que meu sonho se torna realidade, foi minha base, por muitas vezes pensei em desistir e ele me impulsionou para o meu objetivo e sucesso.

Aos meus filhos que tanto amo, cada um deles Gustavo e Miguel, que souberam entender minha ausência em muitos momentos, para que conquistasse essa vitória.

À minha família que me deu todo apoio para eu chegar até aqui, e dentre eles destaco os meus pais que me deram o dom da vida e ânsia por batalhar por tudo que almejo.

À minha irmã Daniela que acompanhou todo meu trajeto.

À minha dupla de TCC Bruno, que me suportou com muita paciência durante todo percurso, sempre me apoiando e mostrando que juntos somos mais fortes e venceríamos. E agradeço a nossa amizade, e hoje somos vencedores.

A minha amiga do coração Jéssica (te amo amiga) que foi peça essencial para o final dessa etapa, que mesmo não fazendo parte do trabalho, me auxiliou em todos os momentos mais difíceis.

A minha amigona Laís (nossa amizade vai além da faculdade) que sempre esteve presente nos fortalecendo.

Todos os nossos amigos e amigas que acompanharam todo esse processo, nos fortalecendo, motivando e dando todo apoio necessário

O nosso orientador Rangel que nos motivou em nosso trabalho e prontamente assumiu nossa ideia, nos apoiando e incentivando nos momentos de fraqueza, foi essencial para nossa conquista.

Por fim agradeço a todos que torceram por mim e acreditaram no meu potencial.

Muito Obrigada!

“Que todos os nossos esforços estejam sempre focados no desafio à impossibilidade.
Todas as grandes conquistas humanas vieram daquilo que parecia impossível.” (Charles Chaplin).

RESUMO

No ramo da construção civil procura-se cada dia mais amenizar problemas futuros em obras, buscando opções de construções mais adequadas que ofereçam conforto e segurança as pessoas, investindo em sustentabilidade para tal, focando em minimizar os danos causados principalmente ao meio ambiente e à sociedade, sendo que a sustentabilidade define ações e atividades que devem suprir as necessidades dos seres humanos, não comprometendo o futuro das próximas gerações. Diante disso, buscou-se um estudo aprofundado a fim de explanar as características sustentáveis presentes no projeto de um edifício da cidade de Tubarão – SC, o qual segundo a construtora, faz o uso de técnicas sustentáveis. Através das análises do estudo de caso, elaborou-se um estudo sobre a viabilidade do retorno financeiro e a sustentabilidade ambiental, sendo constatado os itens sustentáveis que existem hoje na edificação, como o reaproveitamento da água da chuva e a água do ar condicionado e vidros autolimpantes, sendo verificado que os mesmos não funcionam com a devida eficiência. Como sugestão de melhoria apresentada, seria a instalação de painéis fotovoltaicos, que contribuem para minimizar a degradação do meio ambiente, diminuem custos com o consumo de energia elétrica e contribuem com a valorização do imóvel.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Desenvolvimento Sustentável. Meio Ambiente.

ABSTRACT

In the branch of civil construction, we are increasingly seeking to soften future problems in works, seeking more suitable construction options that offer comfort and security to people, investing in sustainability for this, focusing on minimizing damages caused mainly to the environment and society, and sustainability defines actions and activities that must meet the needs of human beings, without compromising the future of the next generations. Therefore, an it was study was deepened out in order to explain the sustainable characteristics present in the project of a building in the city of Tubarão - SC, which according to the construction company, makes use of sustainable techniques. Through the analysis of the case study, a study was made on the feasibility of financial return and environmental sustainability, and it was verified the sustainable items that exist today in the edification, such as reuse of rainwater and water from air conditioning and glass self-cleaning, being verified that they do not work with the proper efficiency. As a suggested improvement presented, it would be the installation of photovoltaic panels, which contributes to the degradation of the environment, reduces costs and contributes to the valuation of the immobile by those who seek comfort, economy and sustainability in the facilities. As a suggestion of improvement presented, it would be the installation of photovoltaic panels, which contributes to minimize the degradation of the environment, reduces costs with the consumption of electric energy and contributes to the valuation of the immobile.

Keywords: Sustainability. Sustainable Development. Environment.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Construção sustentável 1	21
Figura 2 – Construção sustentável 2.....	22
Figura 3 – Níveis de certificação LEED.....	27
Figura 4 – Perfil mínimo de desempenho para certificação	30
Figura 5 – Etiqueta PBE Edifica	31
Figura 6 – Fortaleza dos Templários	38
Figura 7 – Sistema Isolado ou Autônomo	42
Figura 8 – Sistema conectado à rede	42
Figura 9 – Energia solar fotovoltaica	43
Figura 10 – Localização da edificação	49
Figura 11 – Fachada do edifício Seven	49
Figura 12 – Reservatório água do ar-condicionado.....	53
Figura 13 – Fachadas com vidros do edifício Seven.....	55
Figura 14 – Fachada frontal com vidros do edifício Seven.....	56
Figura 15 – Vidros laminado autolimpante Bioclean.....	56
Figura 16 – Torneiras com água pluvial.....	58
Figura 17 – Cobertura do edifício Seven.....	58
Figura 18 – Calhas.....	59
Figura 19 – Condutores	59
Figura 20 – Equipamentos instalação painéis fotovoltaicos.....	63
Figura 21 – Cobertura do edifício Seven.....	65
Figura 22 – Ficha técnica do sistema gerador	66
Figura 23 – Cobertura do edifício Seven.....	68
Figura 24 – Implantação do telhado verde	69
Figura 25 – Filtro Simples.....	70
Figura 26 – Piso do corredor da sala comercial.....	71
Figura 27 – Piso da sala comercial	71
Figura 28 – Vaso sanitário com caixa acoplada	72

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Consumo mensal de energia no ano de 2017 (kWh).....	63
Gráfico 2 – Comparativo do consumo de energia elétrica no ano de 2017.....	67

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Áreas chave e critérios da certificação LEED	28
Quadro 2 – Categorias do processo AQUA	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Captação de água do ar-condicionado	53
Tabela 2 – Consumo de água na limpeza das garagens.....	60
Tabela 3 – Consumo de água na limpeza dos pisos do edifício	60
Tabela 4 – Consumo de água nos vasos sanitários.....	60
Tabela 5 – Consumo de água total no edifício	61
Tabela 6 – Quantitativo de captação pluvial	61
Tabela 7 – Custo mensal de energia elétrica no ano de 2017.....	64

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
a.C. – Antes de Cristo
ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica
AQUA – Alta Qualidade Ambiental
AWWA – American Water Works Association
BREEAM – Building Research Establishment Environmental Assessment Method
BTU – British Thermal Unit
CA – Corrente Alternada
CASBEE – Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency
CC – Corrente Contínua
CEEQUAL – Civil Engineering Environmental Quality Assessment and Award Scheme
CFCs – Clorofluorcarbonos
COV – Compostos Orgânicos Voláteis
DF – Distrito Federal
DGNB – German Sustainable Building Council
EA – Energia e Atmosfera
GBC – Green Building Council Brasil
GBCB – Green Building Council Brasil
HQE – Haute Qualité Environmentale
IBU – Institut Bauen Umwelt
ID – Inovação e Processos de Projeto
IDHEA – Instituto para o Desenvolvimento da Habitação Ecológica
IEQ – Qualidade Ambiental Interna
INMETRO – Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
ISO – International Organization for Standardization
LEED – Leadership in Energy and Environmental Design
MG – Minas Gerais
MR – Materiais e Resíduos
NBR – Normas Brasileiras
ÖGNI – Austrian Green Building Council
PA – Paraíba
PBE – Programa Brasileiro de Etiquetagem
PIB – Produto Interno Bruto
PROCEL – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica
RJ – Rio de Janeiro
RN – Resolução Normativa
SBTool – Sustainable Building Tool
SC – Santa Catarina
SP – São Paulo
SS – Sustentabilidade do Sítio
UK – Reino Unido
USE – Uso Sustentável de Energia
USGBC – United States Green Building Council
UV – Ultravioleta
WC – Water Closet
WE – Gestão de Água

LISTA DE SÍMBOLOS

AC – Área de Captação
CFa – Classificação do Clima
C – Coeficiente de Escoamento Superficial
Ø – Diâmetro
°C – Graus Centígrados
CO₂ – Gás Carbônico ou Dióxido de Carbono
KWh – Kilowatt-hora
l – Litro
l/m² – Litro por Metro Quadrado
m² – Metro Quadrado
m³ – Metro Cúbico
mm – Milímetros
P – Precipitação

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	17
1.1 JUSTIFICATIVA E PROBLEMA	17
1.2 OBJETIVOS	19
1.2.1 Objetivo Geral	19
1.2.2 Objetivos Específicos.....	19
1.3 RELEVÂNCIA SOCIAL E CIENTÍFICA DO ESTUDO	19
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO	20
2 REVISÃO DE BIBLIOGRAFIA.....	21
2.1 CONSTRUÇÃO CIVIL SUSTENTÁVEL.....	21
2.1.1 A evolução dos edifícios	25
2.1.2 Certificações.....	26
2.1.2.1 Certificação LEED	27
2.1.2.2 Certificação AQUA	29
2.1.2.3 Certificação PROCEL/INMETRO	30
2.1.3 Conforto térmico	32
2.1.4 Desempenho térmico	33
2.1.5 Energia sustentável	34
2.2 ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS EM PROJETOS DE EDIFICAÇÕES COMERCIAIS	36
2.2.1 O Reaproveitamento da água da chuva	37
2.2.2 A água no sistema de condicionador de ar.....	39
2.2.3 Telhados verdes	41
2.2.4 Sistema de geração solar fotovoltaica.....	41
2.2.4.1 Conceito de geração de energia fotovoltaica.....	42
2.2.4.2 Painéis.....	43
2.2.4.3 Inversores	44
2.2.5 Vidros e sua eficiência.....	44
3 METODOLOGIA DA PESQUISA	46
3.1 A PESQUISA REALIZADA.....	46
3.2 A ESCOLHA DO TEMA DE ESTUDO	47
3.3 PROCEDIMENTOS E INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS	47
3.4 ANÁLISE DOS DADOS E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	47

4	RESULTADOS E ANÁLISES.....	48
4.1	A EMPRESA	48
4.2	CARACTERÍSTICAS DO EMPREENDIMENTO EM ESTUDO	48
4.2.1	Características das áreas estudadas	50
4.3	ANÁLISE DA SUSTENTABILIDADE NA EDIFICAÇÃO	51
4.3.1	Utilização da água do ar condicionado.....	52
4.3.2	Vidros	54
4.3.3	Captação da água da chuva.....	57
4.3.3.1	Uso da água pluvial no edifício	57
4.3.3.2	Área de captação.....	58
4.3.3.3	Consumo de água no edifício	60
4.3.3.3.1	<i>Utilização da água na limpeza do edifício</i>	<i>60</i>
4.3.3.3.2	<i>Utilização da água nos vasos sanitários do edifício</i>	<i>60</i>
4.3.3.3.3	<i>Consumo total de água no edifício</i>	<i>61</i>
4.3.3.4	Quantitativos de captação pluvial.....	61
4.4	POSSÍVEIS AÇÕES DE MELHORIAS	62
4.4.1	Instalação de painéis fotovoltaicos.....	62
4.4.2	Instalação de telhado verde	67
4.4.3	Aperfeiçoamento do sistema de captação da água da chuva.....	70
4.4.4	Análise das falhas nas técnicas sustentáveis presentes no edifício.....	72
4.4.5	Escolha da melhor técnica sustentável pela construtora	73
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	75
	REFERÊNCIAS	77
	ANEXOS	85
	ANEXO A – PLANTA DE COBERTURA E ÁTICO	86
	ANEXO B – FACHADA DE VIDROS.....	87

1 INTRODUÇÃO

A construção civil tem ocupado nos últimos anos, um lugar de destaque na economia mundial, tanto pela quantidade de trabalhadores quanto por seu desenvolvimento. Sua importância vem desde o início dos tempos, quando já trazia conforto ao ser humano, não com edificações atraentes, porém essenciais. Atualmente buscam-se opções de construções mais adequadas, tanto residenciais quanto comerciais, que ofereçam conforto e segurança às pessoas. Sendo essas necessidades tão iminentes, tem-se buscado alternativas de construções sustentáveis para amenizar principalmente, o impacto causado ao meio ambiente.

Os assuntos ambientais têm levado a uma grande inquietação, pois a construção civil consome uma grande quantidade de recursos naturais. Sendo assim, o setor necessita buscar opções para reduzir o choque causado pelos resíduos resultantes das construções civis, para que, de uma forma sustentável, tenham um destino apropriado a fim de minimizar significativos danos ambientais.

A Sustentabilidade Social se refere a um conjunto de ações que visam melhorar a qualidade de vida da população. Estas ações devem diminuir as desigualdades sociais, ampliar os direitos e garantir acesso aos serviços (educação e saúde principalmente) que visam possibilitar as pessoas acesso pleno à cidadania. Vale ressaltar que as ações sustentáveis socialmente não são importantes somente para os menos favorecidos, quando colocadas em prática, melhoram a qualidade de vida de toda a população. (FRANCE, 2013, p. 5).

Desta forma, quando falamos em construção civil, logo associamos principalmente aos resíduos produzidos por ela, e conseqüentemente surge a dúvida sobre qual conduta será adotada sobre eles. Portanto, a procura por possibilidades e soluções que venham minimizar este impacto ambiental tornou-se frequente nas empresas e indústrias que buscam trabalhar em concordância com o meio ambiente e utilizar de forma coerente essas fontes naturais.

1.1 JUSTIFICATIVA E PROBLEMA

Conforme o relatório de Brundtland ([1987?]), o conceito de sustentabilidade é caracterizado por um desenvolvimento que satisfaz as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades.

A sustentabilidade representa a promoção da exploração de áreas, ou o uso de recursos naturais ou não, de uma forma a minimizar os prejuízos ao equilíbrio entre o meio ambiente, as comunidades humanas e toda a biosfera que dele necessita para seu consumo. O

objetivo do desenvolvimento sustentável é proteger o meio ambiente ao se desenvolver as atividades do dia a dia, interagindo na qualidade de vida sustentável.

Quando há uma harmonia entre as pessoas e a natureza em nível mundial, tem-se a chamada sociedade sustentável, definida como aquela que não coloca em risco recursos naturais como o ar, água, solo e vida vegetal, dos quais a humanidade depende. Já o modelo tradicional de crescimento se baseia exclusivamente no aspecto econômico. "O meio ambiente ganhou um papel importantíssimo no cenário mundial, tendo sua preservação vista como essencial e defendida por todos". (FRANCE, 2013, p.1). Muito se discute a importância da sustentabilidade, que é desenvolver o sustentável com responsabilidade empresarial e corporativa.

A construção civil está em crescimento constante, sendo assim a quantidade de recursos naturais utilizados são cada vez maiores. No Brasil, de acordo com Mesquita (2012), este setor é responsável por cerca de 14% do PIB nacional, sendo um dos maiores consumidores de matérias-primas naturais. Conforme o autor estima-se que sejam utilizados entre 20% e 50% do total de recursos naturais consumidos pela sociedade.

Como podemos observar, a chegada de novas tecnologias trouxeram alternativas construtivas que proporcionam as pessoas grande satisfação em estar dentro de ambientes fechados, da mesma forma que teriam se estivessem em ambiente externo. Através de projetos arquitetônicos bem pensados é possível disponibilizar as melhores condições térmicas, acústicas e lumínicas, trazendo assim mais conforto para os usuários.

Destaca-se, ainda, a necessidade de garantir qualidade de vida para todos aqueles que estão de alguma forma, envolvidos no empreendimento, podendo afirmar que o cuidado com a natureza, o conforto e a saúde das pessoas e dos animais que dividem o espaço, são os referenciais para se avaliar a sustentabilidade de uma edificação.

Deste modo, definimos como problema central desta pesquisa: **Quais características sustentáveis estão presentes no projeto de um edifício da cidade de Tubarão, sul de Santa Catarina, no ano de 2017 e as contribuições para com a sociedade e meio ambiente?**

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Este trabalho teve como objetivo geral analisar os aspectos de sustentabilidade presentes no projeto do edifício comercial da cidade de Tubarão, sul de Santa Catarina, visando perceber as contribuições para a sociedade e para o meio ambiente.

1.2.2 Objetivos Específicos

Este trabalho teve como objetivos específicos:

- a) analisar as características de construções civis sustentáveis;
- b) relatar sobre as técnicas analisadas referente a sustentabilidade no projeto do edifício comercial em estudo;
- c) avaliar os proveitos gerados através da aplicação de técnicas sustentáveis;
- d) sugerir a implantação de novas técnicas sustentáveis pertinentes ao edifício em estudo.

1.3 RELEVÂNCIA SOCIAL E CIENTÍFICA DO ESTUDO

Os sistemas construtivos atuais, em função de uma necessidade planetária, buscam sistemas que garantam a preservação ambiental. O estudo apresentado trata de novas possibilidades relativas à sustentabilidade para construções de edifícios comerciais. Nesse sentido, busca-se contribuir para que muitas práticas construtivas tradicionais sejam revistas, resultando em uma obra que, ao mesmo tempo em que oferece segurança e conforto ao usuário, contribui com o meio ambiente. Tais justificativas traduzem a importância da pesquisa para a sociedade.

Simultaneamente, discute-se no meio acadêmico, tanto o planejamento da pesquisa quanto os seus resultados, que deverão permear por simpósios e seminários, podendo ser adotados tanto por empresas construtoras quanto engenheiros e arquitetos, caracterizando a relevância científica do estudo realizado.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho será composto por cinco capítulos, que apresentará de forma geral a sustentabilidade em edificações, para que possa demonstrar o quão importante é a consciência na questão da preservação dos recursos e assim contribuir com o meio ambiente e buscar a economia.

O primeiro capítulo aborda uma introdução ao tema proposto, contextualizando os objetivos, a justificativa e problema, e a relevância científica e social do estudo realizado.

O segundo capítulo apresenta a revisão bibliográfica que abrange a construção civil sustentável, o método sustentável em edificações, bem como o reaproveitamento da água da chuva e do ar-condicionado, telhados verdes, painéis fotovoltaicos, vidros e sua eficiência, e não obstante, o tema principal, a sustentabilidade no edifício, com pesquisas sobre o impacto da sustentabilidade, suas vantagens e desvantagens na geração de economia, e os tipos de estudos para avaliar o benefício de uma construção sustentável.

O terceiro capítulo é destinado à metodologia e aos procedimentos e instrumentos de coletas de dados, onde são detalhados os métodos utilizados para atender a cada etapa exposta nos objetivos.

O quarto capítulo contempla o desenvolvimento do trabalho, através dos resultados e análises. Elaborando um estudo sobre a viabilidade do retorno financeiro e a sustentabilidade ambiental obtida através das técnicas utilizadas.

No quinto capítulo, tem-se a conclusão, onde são expostos os resultados atingidos e as conclusões pertinentes ao tema definido neste trabalho.

Por fim, encontram-se as referências e anexos.

2 REVISÃO DE BIBLIOGRAFIA

Este capítulo trata, em seu primeiro item, da construção civil sustentável, com foco na evolução dos edifícios, as certificações ambientais vigentes no Brasil e contextualiza a importância do conforto térmico.

Sua segunda parte é direcionada as técnicas referentes à sustentabilidade no edifício comercial em estudo, levando em conta o que há de mais relevante atualmente para as edificações que buscam uma construção ecologicamente correta.

2.1 CONSTRUÇÃO CIVIL SUSTENTÁVEL

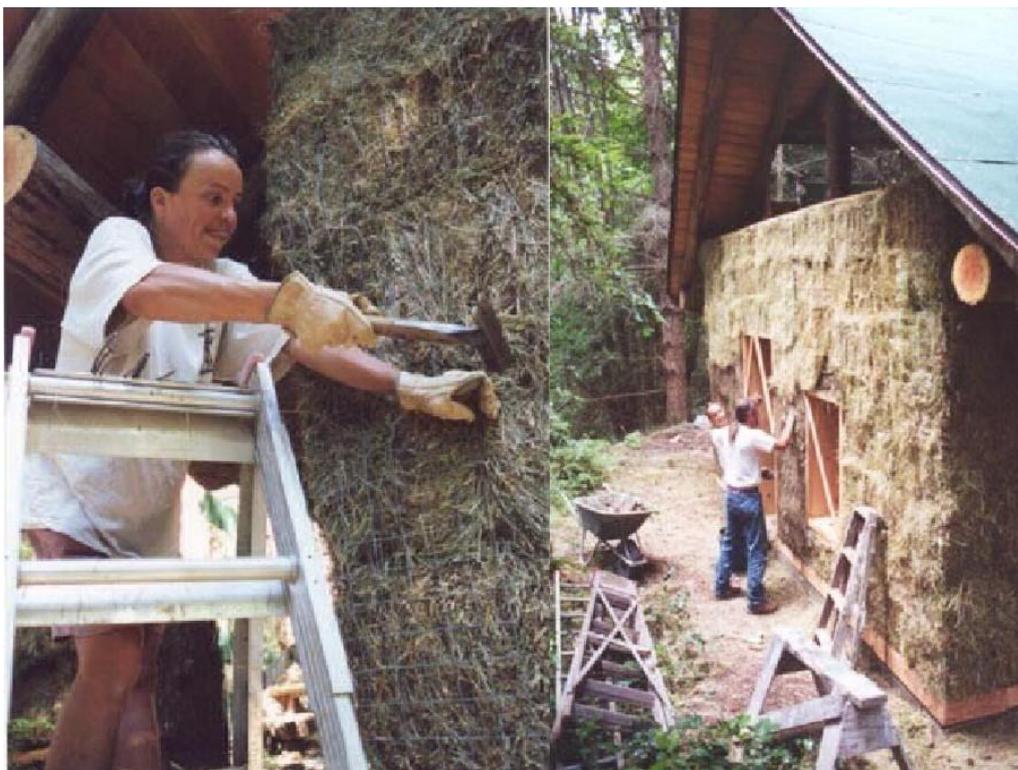
O conceito de construção sustentável baseia-se no desenvolvimento de modelos que proponham soluções aos problemas ambientais da época atual, sem renunciar à tecnologia e as necessidades dos usuários. Prioriza o uso de materiais e recursos naturais regionais com baixo dispêndio de energia para extração e transformação, bem como a integração do material e projeto com as características geográficas, regionais e locais, como se pode observar nas Figuras 1 e 2, realizadas pelos próprios moradores, conforme IDHEA (2011).

Figura 1 – Construção sustentável 1



Fonte: IDHEA (2011, p.1).

Figura 2 – Construção sustentável 2



Fonte: IDHEA (2011, p.1).

O desenvolvimento sustentável de acordo com Silva (2003), demanda harmonia entre a proteção do ambiente e seus recursos, com o uso deles de forma que permita que a qualidade de vida da população seja, de forma suportável, inalterada. Existe atualmente a necessidade de que as sociedades sejam desenvolvidas em adequação ao desenvolvimento humano e proporcionem um determinado nível de qualidade de vida. Há ainda a preocupação com o sistema econômico, que requer que as oportunidades estejam disponíveis a todos, e que os recursos dispostos sejam facilmente acessáveis, sem fugir dos limites do que é ecologicamente correto e sem infringir os direitos humanos básicos.

Para planejar uma construção sustentável é necessário considerar que, qualquer que seja o objetivo, devem ser feitas avaliações concretas e analisar a ideia inicial do projeto, verificando os aspectos socioeconômicos relacionados ao modo que será construído. De acordo com Henriques (2014), a origem de um empreendimento deve ser analisada sob todos os pontos positivos e negativos da sua vida útil. É importante ressaltar que as empresas façam uso dos recursos naturais com ponderação, e reutilizem ao máximo suas fontes renováveis e recicláveis. Silva (2003) explica que é fundamental aprimorar os processos construtivos, buscar novas tecnologias que venham contribuir para a construção sustentável, e inserir de

modo que venha a contribuir com novas tecnologia na construção, usando por exemplo, materiais ecológicos.

Segundo o Green Building Council, o incremento de custos para tornar-se um empreendimento sustentável oscila entre 0% e 4%. No Brasil, um outro levantamento feito por uma consultoria especializada em edificações calcula esse número entre 0,5% e 2%. O baixo investimento adicional, portanto, colocaria por terra o principal argumento das pequenas e médias construtoras para não investir em sustentabilidade. A razão para a desconfiança está sempre atrelada à necessidade de equipamentos e sistemas de alta tecnologia e custos elevados. Na verdade, porém, boa parte do escopo de sustentabilidade repousa numa arquitetura de alta performance, design, volumetria e orientação adequados - enfim, boa arquitetura na prática. (KISS, 2017, p. 2).

Muitos países estão começando a levar em consideração a forma sustentável de construção, ainda que de forma gradativa. Quanto a um empreendimento sustentável, não se pode negar que exige um significativo investimento a curto prazo, porém Silva e Pardini (2010) destacam por outro lado, uma grande visibilidade na mídia, trazendo reconhecimento para a marca da empresa responsável.

O Brasil começou a voltar-se para as construções sustentáveis alguns anos atrás, porém identifica-se a resistência por parte das empresas, pelo fato de serem edificações com investimentos elevados e rentabilidade de longo prazo. Dentro dessa compreensão, Silva e Pardini (2010) ressaltam que as construtoras querem resultados a curto prazo do seu investimento, no entanto uma construção sustentável demanda um tempo maior para aparecer os resultados financeiros.

De acordo com Gramacho et al. (2013), a construção sustentável é uma das maiores oportunidades para construção civil mundial no combate as mudanças climáticas. Ainda segundo o mesmo autor, no Brasil os dados demonstram que as edificações têm um consumo anual de 44% de energia elétrica do país. Sendo assim, empresas vêm investindo em projetos para eficiência energética e bioclimáticos, para que se possam usar energias renováveis que prejudiquem menos o meio ambiente.

A construção civil gera impacto ao meio ambiente devido à degradação ambiental, a utilização de recursos naturais em grande escala, promovendo assim a geração de resíduos e consumo elevado de água potável. Karpinsk et al. (2009) afirma que o volume de recursos naturais utilizados pela construção civil, muitos deles não-renováveis, corresponde a pelo menos um terço do total consumido anualmente por toda a sociedade, e que dos 40% da energia consumida mundialmente pela construção civil, aproximadamente 80% concentra-se no beneficiamento, produção e transporte de materiais, alguns deles também geradores de emissões que provocam o aquecimento global, chuva ácida e poluição do ar. Além disso, de

acordo com Silva e Pardini (2010), considera-se que 60% dos resíduos nas grandes cidades brasileiras são geradas da construção civil.

O setor de construção tem uma importância significativa no atendimento das metas de desenvolvimento sustentável estabelecidas para qualquer país. A indústria da construção representa a atividade humana com maior impacto sobre o meio ambiente. Edifícios e obras civis alteram a natureza, função e aparência de áreas urbanas e rurais. Atividades de construção, uso, reparo, manutenção e demolição consomem recursos e geram resíduos em proporções que em muito superam a maioria das outras atividades econômicas. Enquanto alguns destes efeitos são transitórios, como ruído e poeira gerados durante a construção, outros são mais persistentes ou mesmo permanentes, estes impactos não podem ser reduzidos na mesma proporção dos avanços tecnológicos experimentados pelo setor. (SILVA, 2003, p.3).

Araújo (2017), explica que a construção sustentável tem por princípio garantir a saúde e conforto humano. Para ser sustentável a construção tem que se preocupar desde a extração de matérias primas até seu ciclo final. O desenvolvimento da construção civil na área de sustentabilidade deve começar por preços acessíveis de acordo com as necessidades humanas, contudo as empresas devem diminuir o uso de recursos não renováveis, que reduzem o consumo de energia, e buscar utilizar materiais de baixo impacto ambiental e reciclado, fazendo com que tenha economia desde a concepção até o final da obra.

Librelotto et al. (2012) destaca que os arquitetos e engenheiros são grandes responsáveis por essa etapa de projeto, buscando harmonizar com o meio ambiente, usar espaços que aproveitem a iluminação e ventilação natural, consumindo assim menos energia elétrica.

É importante ressaltar que uma edificação traz alguns transtornos ao meio em que vivemos, contudo devemos buscar alternativas para minimizar esses efeitos, uma vez que o desenvolvimento do setor da construção civil é algo necessário para crescimento da sociedade como um todo. Dentro dessa compreensão, devemos esclarecer às gerações de hoje, para que futuramente não se tenha contratempos quanto à questão das construções sustentáveis.

Os objetivos da construção são: melhorar a qualidade de vida da população; ser aceitável para outras pessoas e gerações futuras; causar dano mínimo ao ambiente e seus recursos. Quando se avalia um edifício sustentável as seguintes áreas devem ser consideradas: uso da terra; uso de materiais; uso de energia; uso da água; redução do desperdício, uso dos materiais; benefícios para as comunidades. (MC-MULLAN, 2007 apud LIBRELOTTO et al., 2012, p. 217).

Segundo Librelotto et al (2012), com a evolução dos equipamentos e mudança do estilo das empresas, vem crescendo o investimento em produtos renováveis para construção sustentável, como por exemplo o bloco verde fabricado com casca de ostra, que é uma parceria da Unisul e Blocous. O autor cita ainda como inovação tecnológica, o vaso sanitário

inteligente que diminui a vazão de acordo com o uso; chuveiro, torneira e mictório com aerador, reduzindo o uso d'água; e elevador com redução de energia conforme demanda do peso. Tratam-se de itens fundamentais para reduzir recursos e contribuir de forma significativa com o meio ambiente.

É importante salientar que a construção sustentável gera o chamado “emprego verde”, que se caracteriza pelo emprego formal e digno. São diversos os estudos que apontam para as diversas oportunidades que se abrirão no futuro a partir da implementação de novas práticas da construção. (IPEA, 2010, p. 622).

Por fim, reforça-se que é importantíssimo que seja estabelecido um processo de comunicação e divulgação das ações a serem desenvolvidas nesse âmbito, de forma clara, para que todas as partes envolvidas estejam cientes das vantagens, e estejam engajados com o projeto sustentável. Assim, com maior conhecimento dos métodos de construção sustentáveis, as mudanças poderão acontecer no sentido contrário: onde em vez de impostas, sejam exigidas pela sociedade, criando assim um vórtice de sustentabilidade na construção, desenvolvimento e bem-estar social. Dessa forma, a prática da sustentabilidade atualmente é gradualmente irreversível e, conforme IPEA (2010), a construção civil, como força maior no desenvolvimento dos grandes centros, precisa se adaptar e contribuir para minimizar seus impactos no meio ambiente.

2.1.1 A evolução dos edifícios

As edificações são classificadas de acordo com suas características construtivas, e na atualidade, com o desenvolvimento e implantação de técnicas sustentáveis pode ser considerada a existência ou não da infraestrutura. Bertolasi (2010) afirma que, com mais tecnologias, o estilo de vida das pessoas demanda que o empreendimento, seja comercial ou residencial, disponibilize mais acessibilidade, conforto, segurança, conectividade, etc.

Já é de conhecimento das empresas empreendedoras da construção civil que a garantia de um bom desempenho de uma edificação está associada a um processo de planejamento adequado, prevendo futuros problemas conforme aborda ainda o autor. A necessidade de atender as expectativas dos usuários, e a alta cobrança dos protetores do meio ambiente, fazem com que os projetistas e idealizadores deem cada vez mais atenção a essa área que tanto afeta o meio ambiente. Atualmente uma edificação em que estes aspectos não são contemplados no planejamento, já pode ser considerada obsoleta. A procura do mercado imobiliário e a visão dos empreendedores, serão os fatores que mudarão esta área. Assim

sendo, de acordo com Bertolasi (2010), tanto nos edifícios já existentes ou novos, o sistema de sustentabilidade ambiental poderá ser instaurado.

2.1.2 Certificações

De acordo com Silva (2014), a certificação vem atingindo um destaque de notoriedade para conseguir atender o mercado competitivo e assim ofertar produtos ambientalmente corretos.

Conforme Junqueira (2016), para se obter um conceito de sustentabilidade na construção civil, as empresas estão buscando obter as certificações ambientais apresentadas no país. Estas certificações possuem inúmeros objetivos, porém um dos mais relevantes é que se consiga diminuir o impacto causado ao meio ambiente ao longo da construção e no seu uso.

A princípio, conforme Martinho (2012), foram criados métodos de avaliação para certificar edifícios sustentáveis, e hoje as empresas estão buscando obter tal certificação de sustentabilidade para seus edifícios.

Aqui algumas ferramentas de avaliação da sustentabilidade: Building Research Establishment Environmental Assessment Method (BREEAM); Leadership in Energy and Environmental Design (LEED); Environmental Assessment and Classification System for Residential, Office and Retail Buildings in Finland (Promise); CEEQUAL (Civil Engineering Environmental Quality Assessment and Award Scheme - UK); HQE (Association Haute Qualité Environnementale - France); DGNB (German Sustainable Building Council, coordenado pelo IBU- Institut Bauen Umwelt - Alemanha); ÖGNI (Austrian Green Building Council); CASBEE (Japão); Sustainable Building Toll (SBTooL). (MARTINHO, 2012, p. 9).

A partir de 2007 foi criado no Brasil o Green Building Council Brasil (GBCB), um sistema vinculado ao United States Green Building Council (USGBC), que promove às indústrias brasileiras o desenvolvimento de construções sustentáveis. Furukawa e Carvalho (2011), ressaltam que através desse programa empresas vem buscando edifícios mais sustentáveis e com lucros maiores.

Existem três principais certificações ambientais utilizadas no Brasil, sendo elas a Certificação LEED que analisa a eficiência energética, hídrica e a redução gases do efeito estufa conforme LEED (2018), a certificação AQUA que tem como objetivo a implementação de qualidade ambiental, de acordo com Vanzolini (2015), e o selo PROCEL de edificações que identifica as edificações que apresentem as melhores classificações de eficiência energética em uma dada categoria, motivando o mercado consumidor a adquirir e utilizar imóveis mais eficientes, segundo PROCEL ([2018?]).

2.1.2.1 Certificação LEED

O sistema Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) foi criado em 1994 nos Estados Unidos, e iniciado em 1996 para auxiliar as construções ambientalmente responsáveis a diminuir os efeitos que trazem uma construção civil. Alguns critérios mínimos de satisfação são requeridos para o recebimento do LEED, que é hoje o método de certificação mais utilizado no Brasil, segundo dados do USGBC ([2018?]). O sistema oferece quatro níveis de certificação: básica (40 a 49 pontos), prata (50 a 59 pontos), ouro (60 a 79 pontos) e platina (acima de 80 pontos), conforme apresenta a Figura 3.

Figura 3 – Níveis de certificação LEED



Fonte: USGBC ([2018?], p.24).

O sistema leva em consideração o ciclo de vida do empreendimento e alguns critérios devem ser seguidos, de acordo com Leite (2011, p. 24), “desempenho em termos de energia, água, redução de emissão de CO₂, qualidade do interior dos ambientes, uso de recursos naturais e impactos ambientais”. O certificado LEED apresenta tipos de construção, divididas em categorias, mediante diferentes pontuações e pré-requisitos, conforme o Quadro 1 a seguir.

Quadro 1 – Áreas chave e critérios da certificação LEED

Áreas chave (key Area)		CRITÉRIOS
	Sustentabilidade do Sítio (SS)	Erosão e controle de sedimentação, Seleção do local, re desenvolvimento urbano, re desenvolvimento de locais ambientalmente contaminados, Transporte, Redução dos distúrbios provocados pela construção, gestão de situações de mau tempo, recuperação e proteção de espaços abertos, paisagem e design exterior e redução da saída de radiação de luz direta.
	Gestão de Água (WE)	Eficiência na utilização de água, Tecnologias inovadoras de tratamento
	Energia e Atmosfera (EA)	Instrução fundamentais dos sistemas do edifício, desempenho energético mínimo, redução de CFC's, Energias renováveis, instruções adicionais, medição e verificação, energia verde e degradação da camada de ozono.
	Materiais e Recursos (MR)	Recolha e Armazenamento de Matérias Recicláveis, reutilização do edifício, gestão de resíduos de construção, reutilização de recurso, conteúdo reciclado dos materiais, materiais locais/regionais, materiais rapidamente renováveis e madeira certificada.
	Qualidade Ambiental Interna (IEQ)	Informação sobre medidas inovadoras incorporadas no projeto e quais os seus benefícios sustentáveis.
	Inovação e Processos de Projeto (ID)	Desempenho mínimo de qualidade do ar interior, controle interior do fumo do tabaco, monitorização do dióxido de carbono, eficiência crescente da ventilação, plano de gestão da qualidade do ar interior, materiais de baixa emissão de COV's, capacidade de controlar sistemas, conforto térmico, iluminação natural e vistas.

Fonte: USGBC ([2017?], p.25).

De acordo com GBCB ([2018?]) o Brasil se manteve na 4ª posição com 461 empreendimentos certificados LEED, totalizando 14,8 milhões de metros quadrados certificados. Podemos citar alguns empreendimentos com a certificação LEED como o Edifício Jacarandá – São Paulo – SP, São Paulo Corporate Towers – SP, ambos com

certificação LEED platina, Vista Guanabara – Rio de Janeiro – RJ, Edifício Forluz – Belo Horizonte – MG, ambos com certificação LEED ouro.

2.1.2.2 Certificação AQUA

Segundo Vanzolini ([2018?]), o processo AQUA é um sistema de avaliação que valoriza a coerência das soluções personalizadas para cada projeto, respeitando suas especificidades.

Essa certificação foi adaptada para o Brasil em 2008 com base no selo Francês HQE (Haute Qualité Environnementale), dessa forma com essa certificação é possível entender melhor o nível de sustentabilidade adotada pela construtora.

Com isso o programa de certificação AQUA criou critérios que buscam melhorias para o empreendimento. Segundo Vieira Filho (2015), as edificações devem atender a certas exigências para obtenção do selo, conforme o Quadro 2, que demonstra os 14 critérios AQUA.

Quadro 2 – Categorias do processo AQUA

Controle dos impactos sobre o ambiente externo		Criação de um ambiente interno confortável e saudável	
Sítio e construções		Conforto	
Categoria 01	Relação do edifício com o seu entorno	Categoria 08	Conforto hidrotérmico
Categoria 02	Escolha integrada de produtos, sistema e processos construtivos	Categoria 09	Conforto acústico
Categoria 03	Canteiro de obras com baixo impacto ambiental	Categoria 10	Conforto visual
		Categoria 11	Conforto olfativo
Gestão		Saúde	
Categoria 04	Gestão de energia	Categoria 12	Qualidade sanitária dos ambientes
Categoria 05	Gestão de água		
Categoria 06	Gestão de resíduos de uso e operação ambiental	Categoria 13	Qualidade sanitária do ar
Categoria 07	Manutenção - Permanência do desempenho ambiental	Categoria 14	Qualidade sanitária da água

Fonte: VANZOLINI ([2017?], p.31).

Para um empreendimento ser certificado AQUA-HQE, o empreendedor deve alcançar no mínimo um perfil de desempenho conforme mostra a Figura 4, segundo Vanzolini ([2018?]).

Figura 4 – Perfil mínimo de desempenho para certificação

Perfil Mínimo de desempenho para certificação



Base (B): Prática corrente ou regulamentar

Boas Práticas (BP): Boas Práticas

Melhores Práticas (MP): Desempenho calibrado conforme o desempenho máximo constatado recentemente nas operações de Alta Qualidade Ambiental.

Fonte: VANZOLINI ([2018?], [s.p.]).

Vale ressaltar que o processo AQUA abrange alguns pontos na parte arquitetônica, sendo necessário, de acordo com Silva (2014), conseguir a metade das categorias para um bom desempenho, e ter padrões mínimos para uma edificação de qualidade ambiental.

Um edifício certificado pode trazer grandes benefícios para as empresas, já que os valores dos imóveis aumentam e a publicidade se torna algo possível e praticável. E para os clientes, conforme Barros (2012), proporcionará conforto e redução nas contas de energia e água. O AQUA tem 215 empreendimentos certificados, sendo que entre eles, 141 já receberam também o HQE. Podemos citar ainda alguns empreendimentos com a certificação AQUA como a casa natura, Américas Shopping Rio, Rio Mar Shopping, entre outros.

2.1.2.3 Certificação PROCEL/INMETRO

Conforme a PROCEL (2006), o selo PROCEL Edificações, foi estabelecido em novembro de 2014, sua adesão não é obrigatória, porém através dessa certificação são

reconhecidas as edificações que demonstram maior eficiência energética em determinada categoria, motivando o mercado consumidor a adquirir e utilizar imóveis mais eficientes.

Para obtenção do Selo PROCEL Edificações, é necessário primeiramente obter a Etiqueta PBE Edifica, classe A, para os três sistemas avaliados, que são envoltória, sistema de iluminação e sistema de condicionamento de ar, conforme demonstra a Figura 5.

Figura 5 – Etiqueta PBE Edifica



Fonte: PBE EDIFICA ([2018?], [s.p.]).

Assim como a Etiqueta PBE Edifica, ele é outorgado tanto na etapa de projeto, válido até a finalização da obra, quanto na etapa da edificação construída ressalta PROCEL (2006).

Foi criado em 2003 o Procel Edifica que é um subprograma do Procel, criado em 2003, cuja missão é promover a eficiência energética nas edificações. Através deste criou-se a “Etiqueta PBE Edifica” que classifica de A (mais eficiente) a E (menos eficiente) a eficiência energética dos edifícios. É mais uma identificação do que um certificado, considerando que ele apenas classifica o desempenho de uma edificação. (RANGEL, 2015, [s.p.]).

Pode-se citar algumas edificações com o Selo PROCEL, sendo o Edifício Sede da Direcional Engenharia – Florianópolis-SC, Edifício Candelária Corporate – Rio de Janeiro – RJ, Posto Gás & Oil – Brasília – DF, Posto Rezende – Belém – PA, e muitas outras edificações certificadas, tanto na parte de projeto quanto na edificação construída, explica PROCEL (2006).

2.1.3 Conforto térmico

O conforto térmico é a denominação da sensação de bem-estar e satisfação do ser humano de acordo com a sua percepção da temperatura do ambiente. Para Campanhola, Michels e Martins (2014), essa percepção de conforto é uma condição individual, podendo diversificar de pessoa para pessoa conforme a condição física, idade e nível de atividade.

De acordo com Xavier (1999), o conforto térmico tem sido objeto de muitas pesquisas no esforço para compreender como essa situação pode ser atingida, de que maneira se processa, quais aspectos que envolve, quais os efeitos sobre a saúde e produtividade humana e também quais os fatores que a ela podem ser relacionados.

Para que uma pessoa se encontre em estado de conforto térmico, é necessário que se verifiquem três condições fisiológicas e ambientais, sem as quais este estado não é capaz de ser atingido, quais sejam: que a pessoa se encontre em neutralidade térmica; que a temperatura de sua pele e a sua taxa de secreção de suor, estejam dentro de certos limites compatíveis com sua atividade; que a pessoa não esteja sujeita a nenhum tipo de desconforto térmico localizado. (XAVIER, 1999, p.17).

O conforto térmico é uma sensação abstrata que depende de as pessoas sentirem, portanto um ambiente pode estar agradável para alguns e desagradável para outros. Ruas (1999), explica que quando tratar de condições ambientais para conforto térmico de um grupo de pessoas, serão compreendidas as condições que propiciam bem-estar ao maior número possível de pessoas, não sendo para o grupo todo.

Paula (2004) ressalta que se deve investigar a forma de se projetar uma edificação, para aproveitar ao máximo tudo o que se diz respeito a construção, como orientação da fachada, ventos dominantes, solo do terreno e uso adequado da vegetação.

2.1.4 Desempenho térmico

Ao tratar de desempenho térmico no Brasil, a NBR 15.220 (ABNT, 2003) é a principal referência. Esta norma é dividida em cinco partes e é responsável pela definição e metodologia de cálculo do desempenho térmico. Já a NBR 15.575 (ABNT, 2013) serve como base para toda a metodologia de cálculo necessária para obtenção dos parâmetros de comparação entre os níveis de projeto e os níveis mínimos aceitos pela norma, conforme aborda Sousa (2014).

No que concerne à utilização da ABNT NBR 15.220 – Desempenho Térmico de Edificações. Nela são encontradas diversas estratégias e recomendações para o tratamento térmico das edificações, separados por zona bioclimática, ajudando a concepção de projetos voltados para a climatologia local. Um ponto a ser atentado é sua última revisão possuir mais de 8 anos, sendo passível de nova revisão por conta das mudanças climáticas ocorridas neste intervalo de tempo. (SOUSA, 2014, p.34).

De acordo com Soares, Adams e Ullmann (2016), para suprir as necessidades de conforto o consumo de energia elétrica é elevado, para isso se faz necessário o estudo e o desenvolvimento do projeto que contribuam para edificações mais eficazes.

Segundo Borges (2008), sustentabilidade das construções não representa somente o desempenho das edificações, aos requisitos de adequação ambiental, pois há outros requisitos complementares, como por exemplo, os requisitos de desempenho térmico e lumínico de um ambiente, que tendem cada vez mais a serem definidos não apenas para atender as necessidades humanas em termos de conforto e saúde, mas também a necessidade de economia de energia ao longo do tempo.

Segundo GBCB ([2018?]), há vários fatores para alcançar as certificações necessárias para um edificação sustentável, para o LEED é necessário que procure obter a qualidade ambiental interna, através da exploração da iluminação natural e vistas para que tenha permanência prolongada.

O selo PROCEL edifica atua de forma que o uso da energia elétrica seja o mais racional possível, desde o início da edificação. Além disso buscam também ações para incentivar o uso consciente dos recursos naturais existentes nas edificações, diminuindo o desperdício e os impactos que causam ao meio ambiente. (PROCEL, 2006).

Já a certificação AQUA, um dos itens analisados é o conforto higrotérmico, que busca a sensação de bem-estar em relação a umidade e temperatura ambiente.

2.1.5 Energia sustentável

O desenvolvimento humano está fortemente associado ao uso da energia. "Durante décadas, as fontes de energia eram abundantemente disponíveis para as necessidades humanas, e o meio ambiente era considerado um grande reservatório." (MANUAL USE, 2010, p.6).

Vale ressaltar que atualmente a energia é limitada, mesmo considerando as fontes não renováveis. Devido à grande exploração, o processamento e o uso da energia impõem consideráveis impactos ao meio ambiente. Ainda de acordo com o Manual USE (2010), por consequência dessa exploração, a energia tem sido colocada em pauta, e estudos avançam para que se identifiquem novas fontes renováveis de energia, para que o planeta não seja colocado em risco.

Segundo Goldemberg e Lucon (2007), uma forma de contribuir é buscando novas fontes de energia renovável, que é resultante de elementos que possuem habilidade de reestruturação, ou melhor, não se acabam. É uma energia fornecida de modo que atenda às necessidades existentes e não comprometam o futuro das próximas gerações, contribuindo assim para a redução de consumo de energia.

O homem é uma máquina maravilhosa movida a água, oxigênio e alimentos. Extremamente eficiente, o corpo humano tem a potência de uma lâmpada (100W). Sua inteligência criou grandes obras e se engajou em guerras. Ao longo dos séculos, foi capaz de passar da pedra lascada às viagens para fora do Sistema Solar. O homem se multiplicou e dominou o planeta, tirando dele os recursos necessários à sua sobrevivência e à satisfação de suas necessidades e desejos. (GOLDEMBERG e LUCON, 2007, [s.p.]).

Na concepção de Silva (2006), a energia é essencial para a continuidade, possibilitando a realização de atividades triviais à vida humana, como exemplo a energia para se aquecer, ligar aparelhos eletrônicos, se refrescar, dentre outros. Por isso, é primordial a busca por técnicas sustentáveis que minimizem o impacto gerado pela energia elétrica, ainda que a indústria elétrica contribua muito para o seu desenvolvimento.

Referente à energia sustentável, podemos afirmar que é renovável e limpa, portanto a utilização dessas fontes e a busca pela eficiência energética são os dois pilares para uma energia sustentável. Temos como fontes alternativas a energia hidroelétrica, energia solar, energia eólica, energia das ondas, a energia geotérmica, a bioenergia, a energia das marés, e também as tecnologias destinadas a melhorar a eficiência energética, comenta Silva (2006).

No ano de 2012, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) criou a resolução normativa RN 482/12, que criou o Sistema de Compensação de Energia Elétrica a qual regulamenta o sistema ligado na rede elétrica, incentivando desse modo, o uso dessas fontes no Brasil.

A partir de 24 de novembro de 2015 conforme resolução normativa RN 482/12 foi permitido o uso de qualquer fonte renovável. Dessa forma quando a energia gerada for maior que a consumida em determinado mês, o consumidor ficará com um crédito para diminuir nas faturas seguintes. O prazo de validade dos créditos também aumentou de 36 meses para 60 meses, sendo que o consumidor também poderá usar o seu crédito para abater o consumo em outro endereço sendo o mesmo titular, conforme a Agência Nacional de Energia Elétrica (2015).

Segundo o autor, com a recente atualização a ANEEL implementou a geração compartilhada, com isso vários consumidores podem se unir em uma cooperativa ou consórcio, e assim instalar uma micro ou minigeração distribuída, utilizando a energia gerada para redução das faturas dos consorciados ou cooperados. Outra inovação da norma diz respeito à possibilidade de instalação de geração distribuída em condomínios, onde nessa configuração, a energia gerada pode ser repartida entre os condôminos em porcentagens definidas pelos próprios consumidores.

O sistema elétrico brasileiro é suprido predominantemente por usinas hidráulicas, dependendo, portanto, das chuvas e do nível dos reservatórios. Em um cenário de escassez de água, usinas termelétricas necessitam ser acionadas para atender à demanda de energia. Como o custo de geração das usinas termelétricas é maior que o da geração hidráulica, a energia elétrica fica mais cara para o consumidor final. Ainda que não haja risco de desabastecimento de energia elétrica, o combate ao desperdício beneficia os consumidores, o sistema elétrico e a sociedade como um todo, pois contribui para a redução do uso das termelétricas. (ANEEL, [2017?], [s.p.]).

A energia sustentável oferece muitos benefícios à saúde, ao clima e ao desenvolvimento. Além de ser uma fonte de energia extensa e renovável, colabora para diminuir o aquecimento global.

De acordo com Tolmasquim (2016), a energia sustentável tem seus prós e contras, conforme descrito abaixo.

- a) solar fotovoltaica: seu investimento é alto, porém a energia é limpa, renovável e abundante a partir do sol. Sua duração é alta, valoriza sua empresa e permite se tornar independente energeticamente.

- b) energia eólica: sua geração fica longe do ponto de consumo, mas seu impacto ambiental é insignificante, promove geração de empregos, a energia também é limpa e renovável, e o preço é muito competitivo.
- c) energia hidroelétrica: a energia acaba dependendo da quantidade de chuva, é abundante no Brasil, e não solta gases do efeito estufa.

Para que não haja a carência de energia, é necessário se buscar soluções em conformidade com o meio ambiente para manter equilíbrio na exploração. Assim sendo, a busca por diminuir custo é essencial, porém precisa haver constância entre as novas fontes, o aproveitamento e armazenamento da energia sustentável. Tratando-se de energias renováveis, é evidente que a contribuição seja enorme, pois o que economizamos hoje pode ser utilizado no futuro.

2.2 ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS EM PROJETOS DE EDIFICAÇÕES COMERCIAIS

A construção civil é reconhecida como uma das mais significativas práticas para a evolução no que diz respeito à economia e ao meio social, mas por outro lado, atua como grande geradora de impactos ambientais. Diante desse cenário, as técnicas sustentáveis disponíveis intervêm e contribuem para minimizar esse impacto, e favorecer o setor diante da sua imagem de grande destruidor do meio ambiente.

É importante ressaltar que as técnicas mais comuns em empreendimentos sustentáveis devem ser adotadas durante todas as etapas da obra, visando minimizar os impactos desfavoráveis sobre o meio ambiente. Com isso, é possível se viabilizar a economia dos recursos naturais.

Na sequência apresentaremos algumas técnicas usadas em edificações para que se tornem sustentáveis. O aproveitamento da água da chuva e do ar-condicionado é essencial para fins que não requerem o uso de água potável, contribuindo assim para evitar a escassez desse recurso natural. Além disso, podemos citar o telhado verde e os vidros refletivos, os quais auxiliam para melhorar o conforto térmico dentro do ambiente. Já os painéis fotovoltaicos servem para captar a luz solar, ajudando a diminuir o custo com a energia elétrica. Sendo assim, qualquer técnica sustentável que seja aplicada a uma construção, se torna válida, pois contribuirá para minimizar os impactos causados.

Com a inovação dessas técnicas, percebe-se a mudança em boa parte das incorporações brasileiras que atuam no setor da construção civil. Algumas empresas, conforme explicam Furukawa e Carvalho (2011), buscam apenas as certificações, outras procuram elaborar o projeto de acordo com os princípios sustentáveis, contribuindo para avanços ambientais e diminuindo a exploração excessiva aos recursos naturais.

2.2.1 O Reaproveitamento da água da chuva

Uma das alternativas para o reaproveitamento da água é a captação da água da chuva, e da proveniente de aparelhos de ar-condicionado, para uso em lugares que não necessariamente precisam usar água potável. "Por consequência, haverá diminuição do consumo da água potável, com redução, também de gastos financeiros." (FARIAS, A; FARIAS, H.; CÂMARA, 2016, p. 1804).

De acordo com Giacchini e Andrade Filho (2008), a preservação dos recursos hídricos ressalta a importância do aproveitamento das águas pluviais, para que se tenha uma redução da utilização da água tratada, conseqüentemente gera economia de energia e desta forma, tenha a recarga das águas subterrâneas através do ciclo hidrológico, propondo sua aplicabilidade nas edificações tanto empresariais como residenciais.

“Nas atividades empresariais, comerciais e industriais aproveitar a água de chuva representa economia de água tratada, redução de custos e, também, pode contribuir para a obtenção da certificação ambiental na norma ISO 14001.” (GIACCHINI; ANDRADE FILHO, 2008, [s.p.]).

No ano de 1993, a American Water Works Association (AWWA) definiu a conservação da água de modo que as práticas, tecnologias e incentivos aperfeiçoem a eficiência do uso da água.

O aproveitamento da água da chuva não é um processo dos tempos modernos, sendo utilizado desde as civilizações antigas. Segundo Tomaz (2003), o primeiro registro está exposto na pedra Mohabita, datada de 830 a.C, onde, na antiga região de Moab, perto de Israel, foram encontradas descrições deixadas pelo rei Mesa, de Moab, para a cidade de Qarhoh, que sugerem a criação de uma cisterna para cada casa da localidade, para aproveitamento da água da chuva. Em pesquisas realizadas, foram encontradas cisternas muito antigas, como a de Istambul, na Turquia, onde afirma-se ser a mais antiga, construída durante o Império Romano, com capacidade para 80 mil metros cúbicos para armazenar água da chuva. Na China, na Província de Gansu, há registro de poços e cisternas subterrâneas com

mais de dois mil anos, para armazenamento da água da chuva, construída para a sobrevivência do povoado. Outra descoberta importante, de acordo com Werneck (2006), foi a implantação de um sistema integrado de manipulação da água da chuva para cultivo de plantas para a subsistência, na região do deserto de Negev, hoje pertencente a Israel e à Jordânia.

Muitos são os achados com relação ao aproveitamento da água da chuva nos povoados antigos, conforme dados de Peters (2006). Os maias também contribuíram para nos deixar provas de que o aproveitamento da água da chuva é muito antigo, sendo encontradas cisternas no subsolo, revestidas com reboco impermeável, com a capacidade de 20 a 45 metros cúbicos. Já em Portugal, na cidade de Tomar, na Fortaleza e convento dos Templários, como mostra a Figura 6, foram construídas cisternas no ano 1.160 existentes até hoje, com capacidades de até 215 metros cúbicos, conforme destaca Tomaz (2003).

Figura 6 – Fortaleza dos Templários



Fonte: TOMAZ (2003, p. 23).

No palácio de Knossos, na ilha de Creta, aproximadamente 2000 a.C., aproveitava-se a água da chuva para descargas em vasos sanitários, conforme Peters (2006).

No estado de Santa Catarina, a primeira utilização da água de chuva comprovada, é datada do século XVIII, na Fortaleza de Ratonos, situada na ilha de ratones. Esta ilha era desprovida de fonte de água, e então foi construída uma cisterna que coletava a água dos telhados, onde está era utilizada para diversos fins, inclusive para o consumo das tropas. (PETERS, 2006, p.37).

Segundo Tomaz (2003) no ano de 1995, no Japão, na cidade de Kitakyushu, construíram um edifício de 14 andares, com reaproveitamento da água da chuva, a partir da criação de um reservatório subterrâneo com capacidade para um milhão de litros de água. Além

da água da chuva, eles criaram o sistema para captar água de pias, torneiras, máquina de lavar roupa e juntar-se ao reservatório. Com esse reaproveitamento todas as bacias sanitárias são abastecidas com a água não potável. O autor explica ainda que, além do reaproveitamento da água, os prédios possuem captação de energia solar para aquecimento central do prédio, e aproveitamento de energia eólica para iluminação dos corredores.

Atualmente, o aproveitamento de água de chuva manifesta-se como uma necessidade para amenizar os problemas causados pela escassez, e assim contribuindo para o meio sustentável. Peters (2006) destaca que o reuso da água da chuva é impróprio para consumo, contudo possui diversas finalidades, como por exemplo, para uso nos vasos sanitários, geração de energia, regar plantas, dentre outros.

Tendo em vista esta prática de reaproveitamento da água para fins não necessários de água potável, de acordo com Ribeiro e Rangel (2017), a demanda da água potável será reduzida e seu uso será mais consciente.

Acredita-se que a escassez de água potável se deve às condições climáticas, ao acelerado crescimento populacional, à ocupação desordenada e irracional do solo, comprometendo as reservas naturais nos últimos cinquenta anos, e conseqüentemente o abastecimento de água potável. Isso tem causado grande preocupação para as autoridades mundiais que realizaram Conferências internacionais nas quais vários países assinaram acordos de ações para garantir a sustentabilidade da biodiversidade e recursos naturais do planeta Terra. Uma iniciativa para tornar o meio ambiente mais sustentável, foi de declarar o ano de 2003 o Ano Internacional da Água Potável. (OLIVEIRA, 2014, p.11).

A água é um bem inestimável, por isso devemos nos conscientizar para aprimorar o seu aproveitamento e reuso, de forma a contribuir para com a sustentabilidade ambiental, pois trata-se de um recurso escasso e finito, de grande necessidade para a sobrevivência humana. Ribeiro e Rangel (2017) acrescentam que a conscientização da preservação da água se faz necessária para que tenhamos a certeza que as gerações futuras tenham um planeta preservado e com desenvolvimento sustentável adequado.

2.2.2 A água no sistema de condicionador de ar

Para garantir o bom funcionamento do ar condicionado é necessário um controle rígido, para que tenha vida útil longa e o ar utilizado não seja afetado. Devido à preocupação de estar dentro dos padrões exigidos do empreendimento, no meio das políticas predominantes se faz necessário, de acordo com Bertolasi (2010), uma atenção maior na parte que diz respeito à racionalização da água e energia, buscando soluções nos setores que obtém

maiores consumos e descartes da água, e o consumo de energia elétrica referente ao uso do ar-condicionado.

Portanto, pode-se dizer que grande parte do custo de um empreendimento, se dá por mau uso da água e energia, diante disso o desenvolvimento de tecnologias para reduzir os custos, e claro, manter a qualidade, são necessárias. É importante ressaltar que o ar-condicionado é um dos maiores vilões referente ao custo elevado de energia e água, por isso os empreendimentos devem ter atenção redobrada. Diante desse cenário, Bertolasi (2010) destaca que se deve buscar alternativas, como por exemplo fazer a manutenção periodicamente, pesquisar formas de economias e reaproveitamento dessa água que sai ao utilizar o ar-condicionado.

Segundo Fortes, Jardim e Fernandes (2015), a água que corre para o ambiente externo causa vários inconvenientes aos pedestres e aos edifícios, pois deixam os passeios escorregadios, causam danos às marquises dos prédios e deterioram as calçadas. Não existem exigências nacionais em relação à água que é expelida pelos aparelhos de ar-condicionado. Em alguns, casos são constatadas leis municipais que tentam organizar a situação.

De acordo com Rigotti (2014), as técnicas, práticas e tecnologias utilizadas para racionalizar o consumo de água, auxiliam de forma direta na eficiência do uso desse recurso natural tão escasso no nosso planeta. O reaproveitamento das águas residuais para consumo em que não seja necessária qualidade na água, como regar plantas, lavar calçadas, vidros e áreas externas, também é considerado um método excelente para economizar no consumo desse bem.

Em regiões tropicais, o uso dos aparelhos de ar-condicionado para conforto térmico promove a geração de água resultante da condensação, que na maioria das vezes é desperdiçada, muitas vezes no solo ou então drenadas para galerias pluviais. Desta forma, o aproveitamento desta água depende da coleta eficiente de cada sistema de drenagem dos aparelhos que podem ser direcionados para um sistema de coleta e armazenamento. (MOTA; OLIVEIRA; INADA, 2011, [s.p.]).

Na compreensão de Fortes, Jardim e Fernandes (2015), a mesma água que cai nas calçadas durante todo o dia soma uma quantidade grande ao final do dia, podendo ser reutilizada em hábitos sustentáveis. Além disso, teremos uma economia financeira considerável, e ainda serão poupados muitos litros de água potável do planeta. Devemos considerar de extrema importância o reaproveitamento da água, para que futuramente não haja escassez.

2.2.3 Telhados verdes

Com o avanço das construções, as áreas verdes estão ficando cada vez menores e uma solução para aumentar essas áreas são usar as coberturas para plantar gramas, flores, etc, a fim de melhorar o ambiente, conforme aborda Tomaz (2008).

O telhado verde consiste em métodos onde é realizado uma cobertura com grama ou plantas, que podem ser inseridas em telhados convencionais, lajes, obtendo assim conforto térmico e acústico no ambiente. O telhado verde, de acordo com Silva (2011), tem o papel de amenizar o calor do ambiente, provocando o bem-estar das pessoas.

Na concepção de Moraes (2004), os estudos com plantas podem diminuir gases poluentes por meio do processo da fotossíntese, e assim os telhados verdes trazem uma melhoria tanto no ar que beneficia as pessoas como na prevenção de doenças respiratórias. Além disso, há outros benefícios como o escoamento da água pluvial que incide sobre a cobertura, diminuindo a temperatura da água e atuando como um filtro, permitindo o aproveitamento da água da chuva, e ainda ajudando a prolongar a vida útil da infraestrutura.

A cobertura verde é aplicada para todo tipo de construções, desde prédios residenciais e comerciais até supermercados e indústrias. Geralmente são aplicados em coberturas praticamente planos com inclinação aproximadamente de 5° para permitir o escoamento não muito rápido da água. Para coberturas acima de 20° deverão ser tomadas outras providências para deter o fluxo de água como barreiras ou outras estruturas. (TOMAZ, 2008, p. 51).

Levando em consideração tudo o que se busca para minimizar a agressão contra o meio ambiente, as alternativas não podem surgir somente de grandes incorporações, e todos podem fazer algo para contribuir. Assim, com a instalação de telhados verdes, os ambientes se tornarão mais agradáveis e aconchegantes, haverá mais conforto térmico, e o uso do ar-condicionado terá seu uso reduzido. Além disso, Silva (2011) destaca ainda, o benefício da convivência de espécies de plantas que geralmente não são mais vistas nas cidades.

2.2.4 Sistema de geração solar fotovoltaica

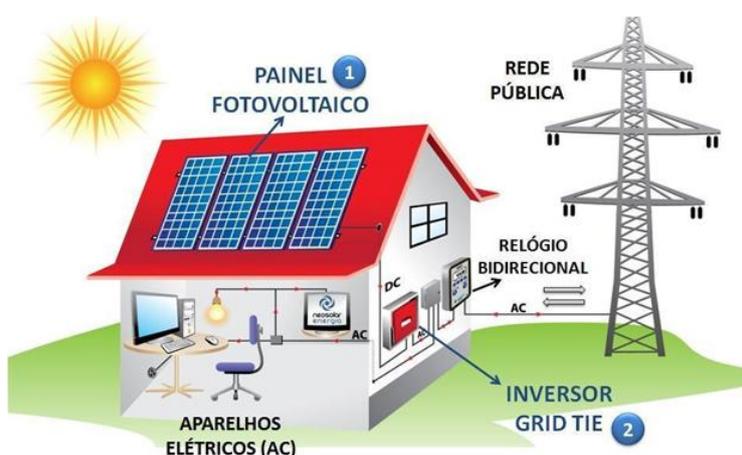
Os sistemas de geração solar fotovoltaica podem ser divididos em sistemas ligados a rede e em sistemas autônomos.

Figura 7 – Sistema Isolado ou Autônomo



Fonte: Neosolar ([2018?], s.p).

Figura 8 – Sistema conectado à rede



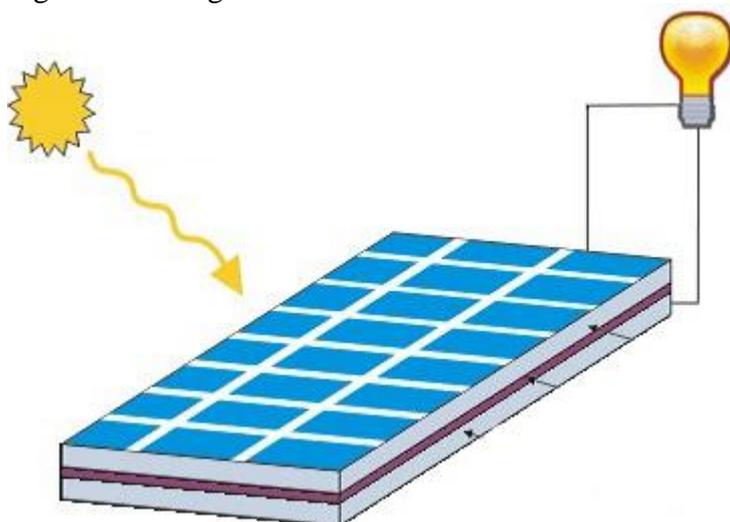
Fonte: Neosolar ([2018?], s.p).

“Um sistema fotovoltaico produz energia elétrica utilizada para atender determinadas necessidades, avaliando os benefícios econômicos relacionados ao tal sistema quando comparado à energia gerada por outras fontes.” (NUNES; GRABOWSKI, 2017, p. 43).

2.2.4.1 Conceito de geração de energia fotovoltaica

De acordo com Pinho e Galdino (2014) a geração de energia fotovoltaica é a energia obtida através da conversão direta da luz do sol em eletricidade, ocorrendo através de um efeito chamado fotovoltaico, que significa a diferença de potencial nas extremidades de material semicondutor, formada pela absorção da luz.

Figura 9 – Energia solar fotovoltaica



Fonte: Solar Brasil ([2018?], s.p.).

2.2.4.2 Painéis

Os painéis são formados por matérias semicondutores, a partir da incidência da luz solar, que estimulam os elétrons, criando tensão e corrente elétrica. Assim a energia elétrica é armazenada pelos condutores das células, aborda Santos (2009).

A partir dos diferentes materiais com características fotovoltaicas são fabricadas as células-fotovoltaicas. "Estas podem ser pequenas lâminas de blocos sólidos, ou derivados de processos de plasma sobre superfícies rígidas ou flexíveis. A junção de várias células origina os módulos fotovoltaicos." (SANTOS, 2009, p.17).

A utilização do efeito fotovoltaico, a conversão direta da energia solar em eletricidade, só foi conhecida a partir de 1839. Nesse ano, Becquerel demonstrou a possibilidade da conversão da radiação luminosa mediante a incidência da luz em um eletrodo mergulhado em uma solução de eletrólito. O mesmo foi observado em um sólido em 1877, por Adams e Day com o selênio. A primeira célula solar foi produzida em 1888 a partir do selênio, por Charles Fritts. (SANTOS, 2009, p.12).

A tecnologia fotovoltaica tem uma grande vantagem, que é o fato dos painéis serem instalados juntos a edificação, ao contrário da energia hidráulica que precisa de uma grande área de geração e grandes infraestruturas de transmissão e distribuição. A geração da energia fotovoltaica, comparada a outros sistemas, tem sua infraestrutura menor e custo reduzido.

Segundo Nunes e Grabowski (2017), essa tecnologia e seus componentes tem um grande tempo de vida útil, geralmente os painéis e seus componentes tem sua garantia de 3 a 5 anos para defeito de fabricação e 25 anos garantia de rendimento, podendo variar de acordo com o fornecedor.

2.2.4.3 Inversores

“Os inversores são utilizados para converter a corrente contínua pela corrente alternada, para ser compatível com os aparelhos elétricos utilizados nas residências, bem como adequar a carga repassada à rede de acordo com as exigências da rede de distribuição elétrica.” (NUNES; GRABOWSKI, 2017, p. 36).

O principal papel dos inversores num sistema de geração fotovoltaico é o de criar corrente CA a partir de corrente CC, visto que uma célula fotovoltaica gera corrente CC. Para gerar esta corrente CA existe um dispositivo no inversor que se chama comutador e cujo papel é o de quebrar a corrente contínua em pulsos. Estas deformações, que são provocados na onda devido às comutações dos interruptores do inversor, podem produzir perturbações mais ou menos importantes nas células fotovoltaicas (Distorções Harmônicas). (BRAGA, 2008, p. 18).

De acordo com Nunes e Grabowski (2017), a transposição feita por inversores do tipo comutação natural é comediada pela tensão de rede e com um índice baixo de mudanças ritmadas. No caso dos inversores do tipo comutação forçada a inversão é regulada pelo próprio inversor. Nos painéis fotovoltaicos, o inversor é encarregado por regular a tensão e corrente que chegam as baterias, colaborando para que sua vida útil seja prolongada, gerando um acréscimo na capacidade de troca de energia do painel para a bateria.

2.2.5 Vidros e sua eficiência

De acordo com Barros (2010), o vidro é um produto inorgânico, de fusão, que foi resfriado até atingir a rigidez, sem formar cristais. Com a modernização na construção civil, Markowski et al. (2017) ressalta que o vidro vem se destacando com o intuito de modernizar fachadas comerciais e residenciais gerando um visual inovador. "No Brasil, o mercado consumidor de vidros está concentrado da seguinte maneira: 51% vidros planos (construção civil, automobilístico, moveleiro), 36% embalagens (setor de bebidas) 5% vidros especiais (lãs e fibras de vidro (para isolamento e indústria têxtil), os vidros para tubo de imagem e as ampolas farmacêuticas para medicamentos e 8% domésticos (utensílios como louças de mesa, copos, xícaras, e objetos de decoração), conforme Panorama Setor de vidro (2015, p. 1).

Ainda de acordo com Michelato (2007), existem diversos tipos de vidros, cada um com sua função, como por exemplo os produtos vítreos de base, vidro float, vidro impresso ou fantasia, vidro U-glass, vidro refletivo, vidro insulado, vidros de segurança, vidro aramado, vidro temperado e vidro laminado.

Uma das funções dos fechamentos exteriores de uma edificação é controlar de forma adequada as interferências do meio externo, visando proporcionar um melhor condicionamento ambiental. As áreas envidraçadas, ao serem utilizadas nesses fechamentos, ocupam um papel importante quando se trata de conforto térmico, pois, ao receberem radiação solar, contribuem consideravelmente para a elevação da temperatura no ambiente interno. Portanto, as necessidades de iluminação e contato visual com o exterior, às quais essas superfícies transparentes visam atender, devem ser conjugadas com os requisitos para conforto térmico, de modo que se tenha um melhor aproveitamento da energia solar incidente, resultando em eficiência energética. (CASTRO, 2006, p. 21).

Considerando que o nosso clima é quente e úmido, ainda pode ser considerado possível a utilização de vidros no revestimento de uma edificação inteira, porém sua eficiência energética ainda será baixa. Desta forma, para que o conceito funcione na prática, será fundamental que o projeto possua o arranjo correto de todos os detalhes devidos para a sua utilização.

Em diferentes projetos de vidros, o controle solar também tem sido explorado para melhorar o conforto térmico, luminoso e acústico. Porém, para o consumidor final os benefícios do uso de um vidro especial ainda são pouco perceptíveis. É importante ressaltar que cada ação para minimizar a degradação ambiental e aumentar o conforto das pessoas certificará a eficiência de um bom futuro às próximas gerações.

Segundo a Revista Vidro Impresso (2018), foi realizada no mês de março a Expor Revestir, onde foram apresentadas diversas novidades sobre vidros. Mencionou-se algumas opções como o vidro refletivo, o qual apresenta um aspecto espelhado, oferecendo maior privacidade, pois impede a visão de fora para dentro do ambiente durante o dia. Foi citado o vidro de controle solar que impede a passagem dos raios UV, que são prejudiciais para a pele e desbotamento de materiais. Outro vidro apresentado foram os decorativos que deixam os ambientes com mais charme, podendo ser usados como divisórias. Isso demonstra o quanto o vidro vem sendo utilizado na construção civil, tanto para decorar, quanto em sustentabilidade.

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

Este capítulo apresentará o tipo de metodologia de pesquisa, os procedimentos e instrumentos utilizados para a coleta de dados para a realização da pesquisa.

3.1 A PESQUISA REALIZADA

O estudo realizado foi de abordagem qualitativa, de nível exploratório e com método de abordagem bibliográfico e documental. O nível escolhido observa o que nos diz Gil (1999, p. 43), que explica que "as pesquisas exploratórias têm como principal finalidade desenvolver, esclarecer e modificar conceitos e ideias, tendo em vista, a formulação de problemas mais precisos ou hipóteses pesquisáveis para estudos posteriores". Este nível é adotado quando os envolvidos não conhecem profundamente a temática estudada e buscam respostas aos dilemas que lhes são confrontados.

De abordagem qualitativa, trata-se de um estudo onde a percepção dos pesquisadores deverá ser considerada. Este tipo de estudo permite também uma dada flexibilidade durante a execução do processo investigativo. Os estudos qualitativos propõem uma nova abordagem para as pesquisas evitando os tradicionais métodos positivistas e lineares.

Para desenvolver os trabalhos, o método de procedimento adotado foi o bibliográfico e documental, pois a investigação sobre o sistema construtivo sustentável será realizada a partir do planejamento documental da empresa construtora, bem como em artigos científicos para fundamentarem os resultados obtidos.

Cabe lembrar que, inobstante a abordagem qualitativa ser caracterizada pelo estudo bibliográfico e documental, também serão utilizados dados, percentuais e números que fazem parte da estrutura qualitativa de pesquisa.

A pesquisa bibliográfica é meio de formação por excelência. Como trabalho científico original, constitui a pesquisa propriamente dita na área das Ciências Humanas. Como resumo de assunto, constitui geralmente o primeiro passo de qualquer pesquisa científica. (CERVO E BERVIAN, 1996, p. 48).

Os artigos científicos e documentos são objetos de produção humana, conseqüentemente histórica, e pode-se perceber a importância dessa análise para a investigação. Os dados obtidos através da pesquisa bibliográfica, quando de arquivos confiáveis cientificamente, poderão contribuir para confrontar pensamentos diferentes, desvelar informações não percebidas.

3.2 A ESCOLHA DO TEMA DE ESTUDO

As atividades acadêmicas na universidade são recorrentemente acompanhadas de discussões, ou originadas nos componentes curriculares do curso, ou objeto de preocupação da sociedade e da ciência.

Estes fatores contribuíram para a escolha do tema em questão, uma vez que se busca diminuir a degradação do meio ambiente e a construção civil é dos setores que mais geram impactos, seja durante a construção ou durante a vida útil da edificação. No entanto, constata-se que hoje as construtoras já estão percebendo que as edificações sustentáveis são de extrema necessidade, contribuindo com o meio ambiente e também trazendo mais conforto aos usuários de forma correta.

3.3 PROCEDIMENTOS E INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

Inicialmente foi feito contato com a construtora em questão, solicitando autorização para análise das técnicas sustentáveis do empreendimento. Após a autorização, a construtora forneceu todos os dados necessários, dentre eles o que foi utilizado como estratégia sustentável no projeto do edifício, para dessa forma dar-se início a pesquisa.

Buscou-se ainda como instrumentos de coleta de dados, a observação direta e os artigos científicos, livros, dissertações e teses que tratavam do assunto.

3.4 ANÁLISE DOS DADOS E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os resultados serão apresentados através das técnicas sustentáveis do edifício analisado. E para melhor compreender, serão demonstrados através de gráficos, tabelas e registros em fotos da edificação, desde a sua concepção até a finalização.

Desta maneira, poder-se visualizar de maneira diversificada e prática, com base em projetos e outros fundamentos em base de dados consistente.

Para alcançar resultados confiáveis e eficientes, foi solicitado ao engenheiro responsável pela obra o maior número de informações possíveis, através dos projetos, relatórios, certificados e planilhas.

4 RESULTADOS E ANÁLISES

Este trabalho de conclusão de curso foi desenvolvido com base no estudo de caso de um empreendimento comercial da empresa Eraldo Construções, onde foi abordado sobre o histórico da empresa e o objetivo de mercado. Na sequência será apresentada a obra avaliada para a realização do estudo, e por fim, a constatação dos métodos sustentáveis utilizados e as possíveis melhorias a serem consideradas.

4.1 A EMPRESA

Fundada em 2007, a Eraldo Construções está sediada no município de Tubarão, a qual abrange obras e projetos não somente na cidade de Tubarão, como em toda a região sul catarinense. Alinhando a política administrativa da empresa com os princípios de seu fundador, tem por objetivo ser referência na incorporação, construção e comercialização de imóveis. Sendo assim, busca trabalhar com qualidade em todas as etapas da obra, para que possa garantir a excelência a seus clientes.

4.2 CARACTERÍSTICAS DO EMPREENDIMENTO EM ESTUDO

O empreendimento fica situado na Avenida Marcolino Martins Cabral com a Rua Tubalcain Faraco, Bairro Centro, no município de Tubarão/SC. Recebe o nome de Seven, em alusão à Praça 7 de Setembro que fica logo em frente ao edifício (Figura 10). Conta com uma área total construída de 9.919,84 m², sendo 13 pavimentos no total, divididos em térreo, com 8 salas comerciais, 4 pavimentos de garagem, 7 pavimentos tipo com 10 salas comerciais por pavimento, e a cobertura com restaurante panorâmico, sendo que este conta com uma das melhores vistas da cidade, sua forma é imponente como se observa na figura 11 o que torna a cidade de Tubarão ainda mais bonita.

Figura 10 – Localização da edificação



Fonte: Adaptação dos autores, Google Earth (2018).

Figura 11 – Fachada do edifício Seven



Fonte: Acervo da empresa Eraldo Construções (2016).

4.2.1 Características das áreas estudadas

O empreendimento comercial no centro de Tubarão possui diversos pavimentos com salas comerciais e locadas para diversos seguimentos, como consultórios médicos, consultórios odontológicos, órgãos públicos, lojas de vestuário, empresas de engenharia, dentre outros.

A parte interna da edificação é composta pelo pavimento térreo que possui uma área total construída de 923,84 m², sendo divididos em 8 lojas comerciais com área que variam de 51,09 m² a 141,95 m², a circulação vertical (escada, antecâmara, duto, elevadores) com área de 33,91 m², hall de entrada com área de 32,99 m², acesso coberto com área de 11,99 m², entrada de gás com área de 0,95 m², lixeira com área de 1,70 m², e meia rampa com área de 74,43 m².

O mezanino apresenta um total de 78,14 m² de área construída, sendo dividido em circulação vertical (escada, antecâmara, duto, elevadores) com área de 25,32 m², bombas com área de 5,29 m², reservatório inferior com área de 23,20 m², e a subestação com área de 24,33 m².

Conforme projeto, o primeiro pavimento traz uma área total construída de 952,57 m², sendo dividido em circulação vertical (escada, antecâmara, duto, elevadores, shaft) com área de 34,45 m², rampa com área de 92,11 m², lavabo com área de 2,64 m², floreiras com área de 44,71 m², circulação com área de 22,42 m², garagens privadas com área de manobra 290,00 m², e área comum de 466,24 m².

Já o segundo e terceiro pavimentos contam com uma área 1.905,14 m², sendo divididos em circulação vertical (escada, antecâmara, duto, elevadores, shaft) com área de 34,45 m², rampa com área de 92,11 m², lavabo com área de 2,64 m², floreiras com área de 44,71 m², circulação com área de 22,42 m², garagens privadas com área de manobra 605,00 m² e área comum de 650,07 m², sendo estas áreas para cada pavimento.

No quarto pavimento a área total construída é de 952,57 m², sendo dividido em circulação vertical (escada, antecâmara, duto, elevadores, shaft) com área de 34,45 m², rampa com área de 92,11 m², lavabo com área de 2,64 m², floreiras com área de 44,71 m², circulação com área de 22,42 m², garagens privadas com área de manobra 316,00 m², e área comum de 440,24 m².

O quinto pavimento possui uma área total construída de 602,02 m², sendo divididos em circulação vertical (escada, antecâmara, duto, elevadores, shaft) com área de

34,70 m², circulação com área de 86,59 m², e 10 salas comerciais que variam 26,54 m² a 78,53 m², tendo um total de 480,73 m².

Seguindo o mesmo conceito os pavimentos que vão do sexto ao décimo primeiro detêm uma área construída de 3.749,40 m², sendo dividido em circulação vertical (escada, antecâmara, duto, elevadores, shaft) com área de 34,70 m², circulação com área de 86,59 m², ar-condicionado com área de 22,88 m², e 10 salas comerciais que variam 26,54 m² a 78,53 m², tendo um total de 480,73 m², sendo estas áreas para cada pavimento.

Na cobertura, a área construída no total é de 629,99 m², em conformidade com Anexo A, sendo dividida em circulação vertical (escada, antecâmara, duto, elevadores, shaft) com área de 33,91 m², hall com área de 45,70 m², terraço hall com área de 19,94 m², ar-condicionado com área de 22,88 m², restaurante com área de 285,58 m², terraço restaurante 52,02 m², floreira restaurante com área de 29,11m², administração e lavabo com área de 10,59 m², sala comercial com área de 111,07 m², e a floreira comum com área de 19,11 m².

O ático possui uma área total construída de 126,17 m², de acordo com Anexo A, sendo dividida em barrilete e reservatório pluvial com área de 71,00 m², e reservatório superior com área de 55,17 m².

4.3 ANÁLISE DA SUSTENTABILIDADE NA EDIFICAÇÃO

Cada vez mais a preocupação com a sustentabilidade é destaque no ramo da construção civil, sendo ainda mais impactado pelo grande consumo de recursos naturais para manter uma edificação ativa, como água e energia elétrica. A cobrança no setor é ainda maior quando aprofundamos o tema e comentamos sobre a diminuição em grandes proporções de áreas verdes. Portanto, as construtoras precisam se posicionar cada vez mais ativamente sobre a sustentabilidade nas edificações. Vários métodos podem ser utilizados, reaproveitamento de águas pluviais, de água proveniente do ar condicionado, utilização de painéis fotovoltaicos, vidros autolimpantes, entre outras tecnologias que contribuem para reduzir o impacto gerado ao meio ambiente.

Através de pesquisas e análises verificamos que essa preocupação é sentida por todos, visto que constatamos que no senado está em tramitação o projeto de Lei nº 324, de 2015, cujo autor é o Senador Donizeti Nogueira, o qual pretende obrigar que novas edificações residenciais, comerciais, industriais, públicas ou privadas, tenham incluso no projeto técnico da obra o item referente à captação e aproveitamento de águas pluviais e o seu reuso para fins não consuntivos em áreas comuns.

Conforme análise feita na edificação por meio de visitas, contato com o engenheiro e o administrador do condomínio do edifício, foram obtidas informações importantes sobre o que há de sustentável na edificação. Foi-se observado então que o projeto do edifício possui o reaproveitamento da água do ar condicionado para uso não potável, os vidros laminados autolimpantes, elevadores inteligentes que evitam muitas viagens desnecessárias, e captação da água da chuva. A instalação dos elevadores tem como objetivo, diminuir a energia utilizada conforme a quantidade de pessoas que está no seu interior, assim aumentando sua eficiência, porém não foi analisado neste trabalho já que não foi instalado o drive regenerativo que faz esse sistema funcionar.

4.3.1 Utilização da água do ar condicionado

O reaproveitamento da água do ar condicionado fornece muitas vantagens ao meio ambiente. Podemos mencionar que nos termos ambientais, ela inibe o acúmulo de água para a proliferação de mosquitos como o *Aedes aegypti*, diminuição na contribuição da água direcionada para drenagem urbana, reduz a quantidade de água retirada dos mananciais, e ainda promove a prática da educação ambiental.

Os aparelhos de ar condicionado lançam água extraída do ar interno do ambiente e através do seu processo de condensação, tem a necessidade de jogar fora a água. Além disso, na maioria dos casos a água expelida vai direto para uma tubulação de água secundária e é descartada na rede de esgoto, ou até mesmo na rede de águas pluviais.

Tendo em vista, a empresa analisada tem essa responsabilidade de diminuir o impacto causado ao meio ambiente, por isso busca realizar o necessário para reduzir o efeito desse impacto e gerar economia, dentro desse conceito é feita a coleta da água do ar condicionado.

A captação da água do ar condicionado é feita internamente pelas paredes, sendo que nos pavimentos que possuem salas comerciais há a tubulação do dreno que faz a ligação do evaporador e condensador. A partir dessa ligação a água é conduzida até a garagem dos pavimentos 3 e 4, onde estão instaladas as caixas d'água conforme a Figura 12.

Figura 12 – Reservatório água do ar-condicionado



Fonte: Autores (2018).

Nas garagens G4 e G3 estão instaladas duas caixas d'água de 500 litros, onde fica armazenada a água captada do ar condicionado e a água excedente dessas caixas d'água na G4 (garagem) desce para o andar de baixo na G3 (garagem), e toda água excedente na G3 (garagem), vai para a rede de esgoto, sendo que em todas as garagens há torneiras da água de captação do ar condicionado e da captação pluvial.

A captação da água do ar condicionado é usada para fins não potáveis. Sua aplicabilidade é feita somente para lavar as garagens quando necessário, pois como os reservatórios ficam nos pavimentos de garagem, a mesma não tem pressão suficiente para jogar para os andares de cima, sendo assim seria necessário instalar uma bomba d'água para dar a pressão necessária, e desse modo utilizar para a limpeza de toda edificação.

Conforme análise feita no edifício, verificou-se que através de um ar condicionado de 18.000 BTU's, é captado 1,5 litros de água por hora, sendo assim é possível determinar a captação mensal, conforme demonstra a Tabela 1.

Tabela 1 – Captação de água do ar-condicionado

Captação diária (m ³)	Quantidade de ar condicionado (18.000 btus)	Dias de uso mensal	Captação mensal (m ³)
0,012	88	22	23,23

Fonte: Autores (2018).

A tarifa por metro cúbico de água comercial do Sistema de Água e Esgoto em Tubarão na faixa de consumo maior do que 10 m³ é de R\$ 7,1512 / m³. Ao se utilizar 23,23 m³ de água proveniente dos aparelhos de ar-condicionado, o empreendedor terá uma economia ao longo de 1 ano de R\$ 1.993,47. Evidentemente para uma edificação comercial é pouco, no entanto evitar o desperdício de água é uma forma de minimizar o impacto causado à natureza.

De acordo com o comentário do administrador, que segue, podemos perceber que a idealização do reservatório de captação foi bem pensada, porém mal executada.

“[...] se eu for lavar a garagem aqui eu não tenho água suficiente para lavar a garagem, porque a captação é limitada, e ainda não consigo instalar um jato, pois a pressão é mínima.”

Diante desse cenário, se houvesse a previsão em projeto da instalação da bomba d'água para dar pressão e levar para o pavimento acima, essa água teria muito mais utilidade quanto ao seu aproveitamento, pois auxiliaria na limpeza de toda a edificação.

4.3.2 Vidros

O uso do vidro laminado autolimpante é conveniente para o desenvolvimento sustentável, pois os mesmos apresentam remoção das sujeiras na superfície a partir de dois agentes muito comuns em nosso cotidiano, os raios ultravioletas e a água da chuva. No edifício foram instalados vidros autolimpante em toda a fachada com uma área total instalada de 1.615,33 m² conforme Anexo B. A escolha do vidro foi feita visando a redução de custos no consumo de energia elétrica e diminuição da periodicidade das limpezas, sendo o vidro bioclean laminado o escolhido.

O vidro bioclean laminado é um vidro autolimpante que aproveita a força dos raios UV e da água da chuva para combater a sujeira e os resíduos que se acumulam no exterior, reduzindo a entrada de ruídos externos, possuindo alta eficiência quanto os raios UV.

A camada autolimpante é integrada ao próprio vidro e por isso tem um alto nível de durabilidade, não se desgastando ao longo do tempo. Esse tipo de vidro possui algumas características que podemos citar como a economia de manutenção, pode ser usado em locais altamente poluídos, visualmente ele é igual aos vidros normais, reduz os raios UV e o calor do ambiente.

Conforme analisado o memorial descritivo da edificação foram instalados na fachada do edifício os vidros laminados autolimpante bioclean, segundo mostram as Figuras 13, 14 e 15.

Figura 13 – Fachadas com vidros do edifício Seven



Fonte: Acervo da empresa Eraldo Construções (2016).

Figura 14 – Fachada frontal com vidros do edifício Seven



Fonte: autores (2018).

Figura 15 – Vidros laminado autolimpante Bioclean



Fonte: autores (2018).

Em conversa com o administrador do edifício, o mesmo nos informou que os vidros laminados e autolimpantes não funcionam exatamente como o descrito anteriormente.

“[...] os vidros instalados no edifício não possuem a eficiência demonstrada, conforme citado, a limpeza dos vidros tem que ser realizada com uma periodicidade de 6 meses, dessa forma o custo anual é de R\$ 50.000,00.”

Quando as fachadas são executadas com esse tipo de vidro considerado sustentável, permitem uma economia de até 50% com o uso do ar-condicionado, conforme Revista Vidro Impresso (2015), porém não está sendo observado essa redução no consumo de energia, assim como pode ser observado com o comentário da funcionária de uma loja de vestuário no edifício, segue comentário abaixo.

“[...] observamos essa economia, mas nada tão significativo, a economia é entre 10 a 15% mais ou menos.”

4.3.3 Captação da água da chuva

A técnica de captação da água de chuva é uma maneira de se obter um grande volume de água para fins não potáveis possibilitando o uso da água potável para propósitos mais nobres, todavia seu aproveitamento exige análises em torno da sua eficiência e dimensionamento do sistema para não sejam executados projetos ineficazes que afetem os fatores positivos da técnica.

4.3.3.1 Uso da água pluvial no edifício

O edifício possui o sistema de aproveitamento das águas da chuva, porém é usada somente nas garagens onde estão instaladas as torneiras conforme Figura 16.

Figura 16 – Torneiras com água pluvial



Fonte: Autores (2018).

O edifício possui dois reservatórios, sendo um para água pluvial com $20,56 \text{ m}^3$ e outro para água potável com $27,15 \text{ m}^3$, sendo a demanda de consumo de $325,84 \text{ m}^3$ de litros de água por mês para uso não potável. Com a análise dos dados seguintes verificar-se se a captação da água pluvial é suficiente para a demanda da edificação.

4.3.3.2 Área de captação

A área de captação da água pluvial é feita na cobertura da edificação, com uma extensão de $552,21 \text{ m}^2$, de acordo com Figura 17.

Figura 17 – Cobertura do edifício Seven



Fonte: Autores (2018).

A coleta da água pluvial é feita através de calhas e um sistema de canalização (condutores) da água da chuva direto para o reservatório segundo mostra as Figuras 18 e 19.

Figura 18 – Calhas



Fonte: Autores (2018).

Figura 19 – Condutores



Fonte: Autores (2018).

4.3.3.3 Consumo de água no edifício

Para poder analisar o uso da água pluvial no edifício, foi necessário prever o consumo de água não potável usado na edificação.

As referências utilizadas para o consumo de litros gastos em uma descarga e limpeza de piso foram retiradas do capítulo 3 do livro Aproveitamento de água de chuva, escrito pelo engenheiro Plínio Tomaz em 2003.

4.3.3.3.1 Utilização da água na limpeza do edifício

Conforme contato com os funcionários, a limpeza nos pisos é feita diariamente e na garagem uma vez por mês, sendo o consumo demonstrado nas Tabelas 2 e 3.

Tabela 2 – Consumo de água na limpeza das garagens

Consumo (L/m ²)	Área a ser lavada (m ²)	Dias de uso por mês	Total (m ³)
2	2921,48	1	5,84

Fonte: Autores (2018).

Tabela 3 – Consumo de água na limpeza dos pisos do edifício

Consumo (L/m ²)	Área a ser lavada (m ²)	Dias de uso por mês	Total (m ³)
2	3695,26	22	162,59

Fonte: Autores (2018).

4.3.3.3.2 Utilização da água nos vasos sanitários do edifício

De acordo com estimativa do administrador, o edifício possui 264 pessoas, dessa foi previsto o consumo de água com o uso com os vasos sanitários, como demonstra a Tabela 4.

Tabela 4 – Consumo de água nos vasos sanitários

Consumo por Descarga (L)	Quantidade de descarga (dia)	Estimativa de Funcionários	Dias de uso por mês	Total (m ³)
9	3	264	22	157,41

Fonte: Autores, 2018.

4.3.3.3.3 Consumo total de água no edifício

Com os consumos de água tabelados anteriormente, torna-se possível estabelecer o consumo mensal de água na edificação, conforme a Tabela 5.

Tabela 5 – Consumo de água total no edifício

Limpeza das garagens (m ³)	Limpeza dos pisos (m ³)	Vasos Sanitários (m ³)	Total (m ³)
5,84	162,59	157,41	325,84

Fonte: Autores, 2018.

4.3.3.4 Quantitativos de captação pluvial

Observando a demanda de água e a quantidade de água captada, será analisada a quantidade exata de captação, com base no método de Rippl, e se a demanda captada suprirá em 100%, segundo Tabela 6.

Adotou-se:

- a) valores da demanda mensal- estimativa de 325,84 m³/mês;
- b) dados hidrológicos referentes à precipitação (P) média mensal regional (CLIMATE, 2018).
- c) área de Captação – $A_c = 552,21 \text{ m}^2$;
- d) coeficiente de escoamento superficial, $C = 0,8$ para coberturas de cimento amianto.

Obteve-se então:

Tabela 6 – Quantitativo de captação pluvial

Meses	Chuva Média Mensal (mm)	Demanda Mensal (m ³)	Área de Captação (m ²)	Volume Captado mensal m ³
Janeiro	141	325,84	552,21	62,29
Fevereiro	167	325,84	552,21	73,78
Março	134	325,84	552,21	59,20
Abril	116	325,84	552,21	51,25
Maiο	86	325,84	552,21	37,99
Junho	85	325,84	552,21	37,55
Julho	82	325,84	552,21	36,22

(continua)

(continuação)

Agosto	103	325,84	552,21	45,50
Setembro	130	325,84	552,21	57,43
Outubro	118	325,84	552,21	52,13
Novembro	101	325,84	552,21	44,62
Dezembro	98	325,84	552,21	43,29
TOTAL	1361	3910,08		601,25

Fonte: Autores (2018).

Conforme demonstrado na Tabela 6, a demanda de uso de água não potável no edifício não será suprida, porém levando em consideração o aproveitamento da água da chuva se terá uma utilização menor de água fornecida pela concessionária e uma redução no valor pago para o uso desse recurso.

4.4 POSSÍVEIS AÇÕES DE MELHORIAS

Ao longo do processo de desenvolvimento deste estudo identificaram-se questões relacionadas à sustentabilidade da edificação que nos levaram a buscar mais informações para ampliar o entendimento quanto ao assunto estudado, e desta forma recomendar ações para melhoria.

Após a análise dos dados obtidos e da coleta das informações foi identificado que para benefício e satisfação sem comprometer a infraestrutura, gerando o mínimo possível de impacto no meio ambiente, e ainda assim alcançando o nível de autonomia desejada pela empresa, se propõe a instalação de painéis fotovoltaicos para reduzir o consumo de energia elétrica, adequar a captação da água da chuva ou instalar telhados verdes.

4.4.1 Instalação de painéis fotovoltaicos

Os painéis fotovoltaicos são de grande utilidade, pois ao produzir a energia elétrica através de energia solar, estará contribuindo para a redução da degradação do meio ambiente, diminuindo o uso de combustíveis fósseis, e ainda reduzindo os gastos mensais.

Para instalação desses painéis é necessário alguns equipamentos como placa solar, inversor solar, estrutura de fixação das placas solares, cabamentos e conectores específicos, dentre outros, conforme a Figura 20.

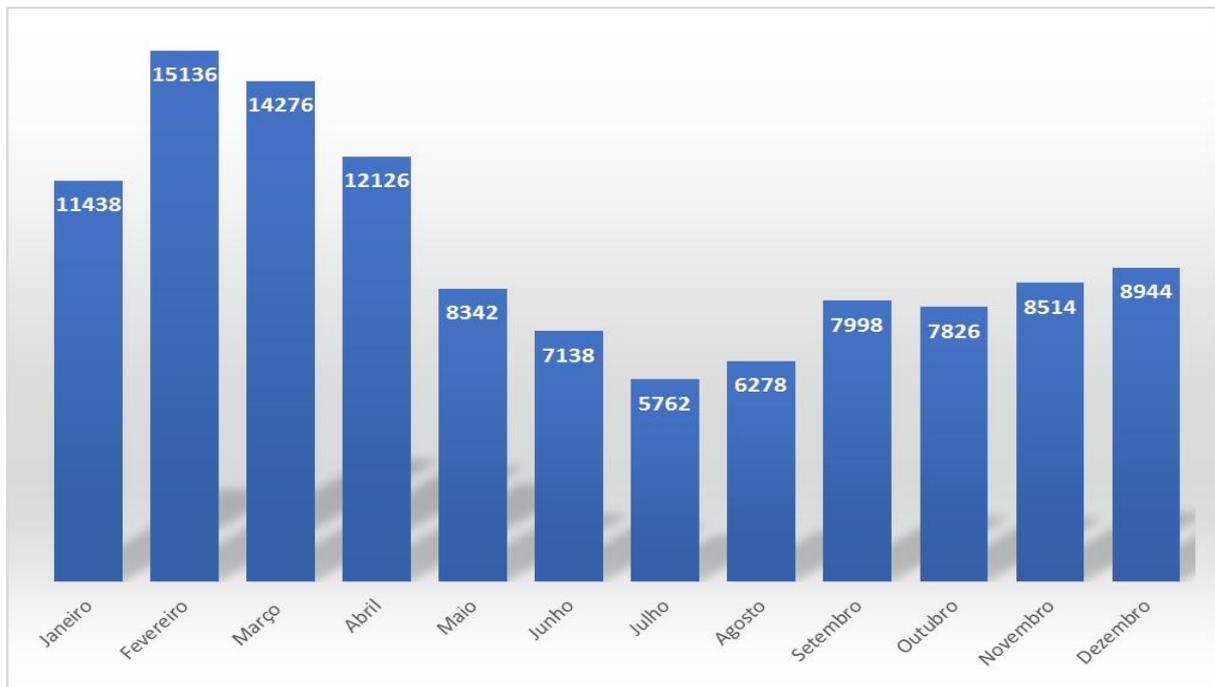
Figura 20 – Equipamentos instalação painéis fotovoltaicos.



Fonte: Adaptação dos autores (2018).

Com intuito de avaliar o consumo de energia elétrica do edifício e posteriormente fazer uma análise comparativa do consumo de energia elétrica com a instalação do painel fotovoltaico, foi solicitado ao administrador essas informações de consumo as quais podem ser observadas no Gráfico 1 e Tabela 7.

Gráfico 1 – Consumo mensal de energia no ano de 2017 (kWh)



Fonte: Autores (2018).

Tabela 7 – Custo mensal de energia elétrica no ano de 2017

Mês	Custo da conta energia Celesc (R\$)
Janeiro	7.474,33
Fevereiro	9.890,85
Março	9.328,87
Abril	7.923,92
Mai	5.451,21
Junho	4.664,43
Julho	3.765,27
Agosto	4.102,45
Setembro	5.226,41
Outubro	5.114,02
Novembro	5.563,60
Dezembro	5.844,59
Total	74.349,94

Fonte: Celesc adaptado pelo autores (2018).

A partir dos resultados obtidos acima observa-se que o custo do consumo de energia elétrica total no ano 2017 foi de R\$ 74.349,94, sendo que o maior consumo de energia foi nos meses de janeiro a abril, quando se o período mais quente no Sul Catarinense, com isso existe maior necessidade da utilização de climatização artificial.

Como refere-se a uma edificação comercial, o consumo destina-se ao uso do ar-condicionado, iluminação artificial, equipamento de informática e o uso de refrigeradores na cobertura onde possui o restaurante.

Com o objetivo de reduzir o consumo de energia elétrica foi realizada uma previsão para a instalação dos painéis fotovoltaicos no edifício. Dessa forma entramos em contato com uma empresa da cidade de São Paulo, o qual nos atendeu prontamente e relatou que não faz instalação dos painéis, porém promove o uso da energia fotovoltaica no país, divulga a educação para o consumidor sobre energia fotovoltaica e coloca o consumidor em contato com o fornecedor de soluções.

Segundo a empresa consultada o valor nos passado do investimento chega muito próximo ao praticado do mercado e de acordo com a mesma, o investimento terá um custo de R\$ 258.341,35 aproximadamente, dessa forma para melhor aproveitamento, a instalação dos painéis fotovoltaicos deverá ocorrer na cobertura conforme a Figura 21, com uma taxa de ocupação de 547,06 m² e serão usadas 263 unidades de placas fotovoltaicas com 260 Watts de potência. Deverá prever a circulação no entorno dos arranjos, para a manutenção dos painéis e espaço suficiente para que não haja sombreamento de um painel sobre outro.

Figura 21 – Cobertura do edifício Seven



Fonte: Autores (2018).

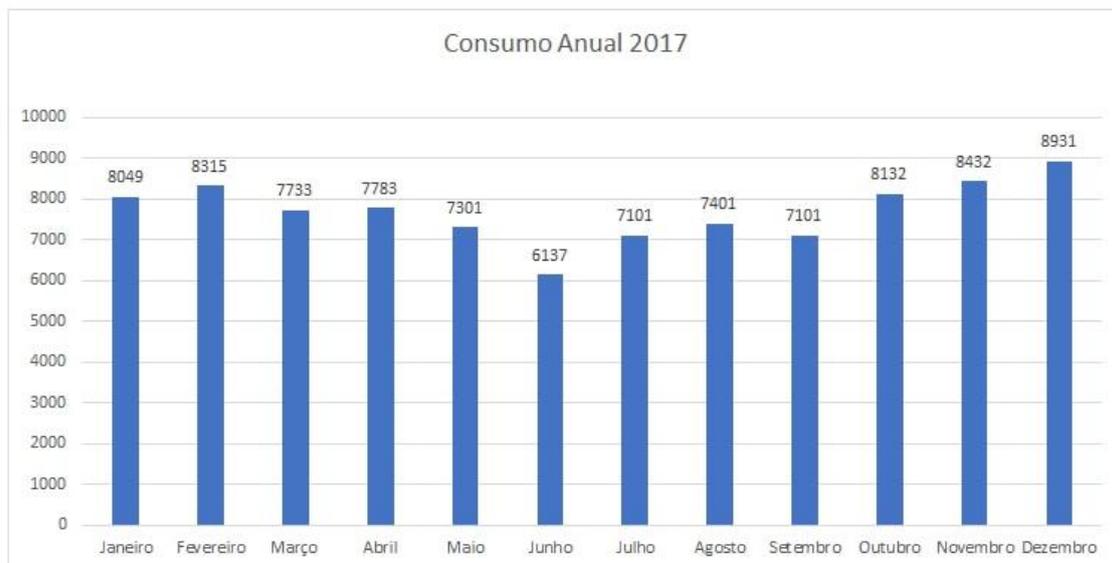
A fim de verificar a geração mensal de energia através da instalação do painel fotovoltaico, foi feita uma simulação em concordância com a Figura 22, o qual mostra que a geração de energia é de aproximadamente 7700 kWh/mês, totalizando em um ano um fornecimento de 92416 kWh.

Figura 22 – Ficha técnica do sistema gerador



FICHA TÉCNICA DO SEU SISTEMA GERADOR

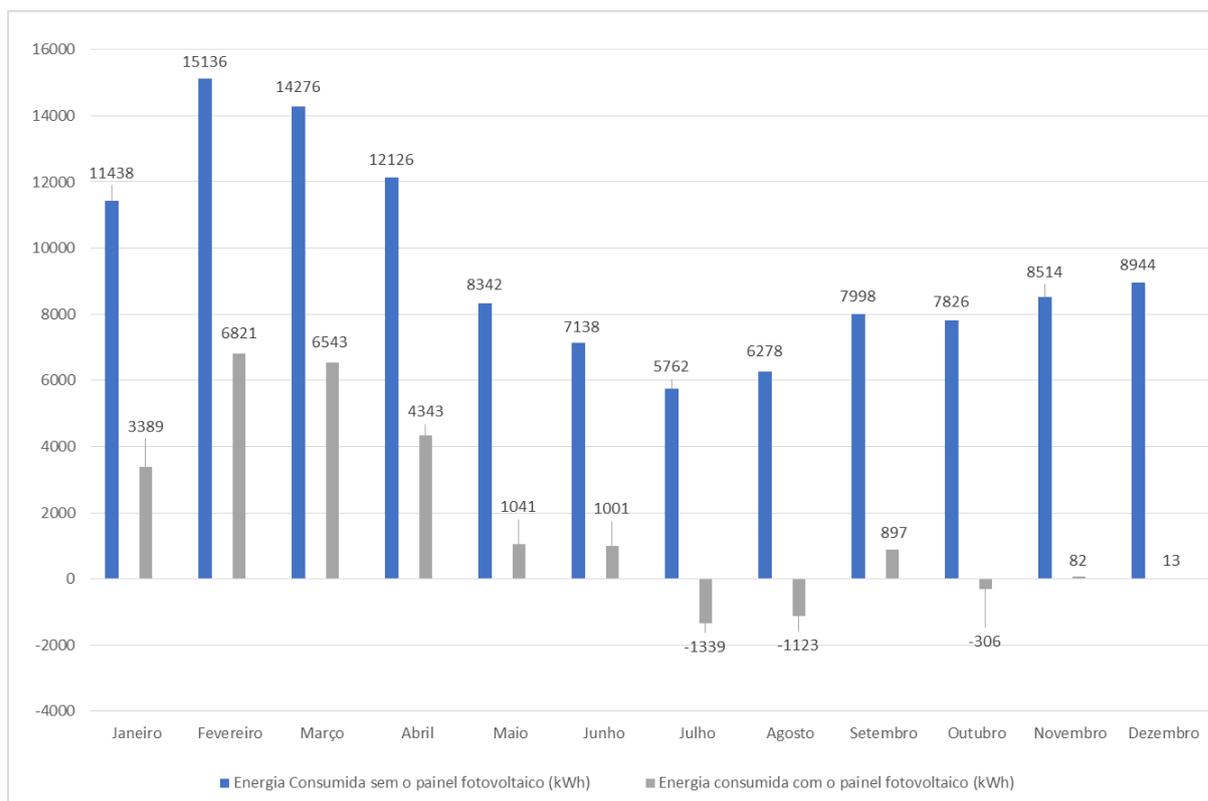
Para atender a sua demanda de eletricidade, o seu sistema gerador de energia solar fotovoltaica precisa ter uma potência de:	68,38	kWp. (ou potência instalada)
O preço médio de um gerador fotovoltaico deste tamanho varia no mercado de:	R\$ 234.855,90	até R\$ 281.826,80
Quantidade de placas fotovoltaicas:	263	de 260 Watts
Produção anual de energia	92400	kWh/ano aproximadamente
Área mínima ocupada pelo sistema:	547,06	metros quadrados aprox.
Peso médio por metro quadrado:	15	kilograma / metro quadrado
Geração mensal de energia:	7700	kWh/mes aproximadamente



Fonte: Portal solar ([2018?]).

Levando em consideração a análise realizada, a instalação dos painéis fotovoltaicos gera uma economia considerável, principalmente nos meses entre junho a agosto, conforme o Gráfico 2 onde se utiliza pouco a climatização, trazendo uma ótima relação custo benefício aos proprietários.

Gráfico 2 – Comparativo do consumo de energia elétrica no ano de 2017



Fonte: Autores (2018).

É importante ressaltar que mesmo havendo um custo elevado para a instalação do painel fotovoltaico, podemos demonstrar diversas vantagens, como por exemplo, manutenção mínima das centrais e não poluição durante o uso de energia solar.

De acordo com os dados do Gráfico 2, observa-se que em 2017 o edifício obteve um consumo de 113778 kWh, sendo que com a instalação do painel fotovoltaico este consumo seria de 21362 kWh, ou seja, uma redução de 92416 kWh. Considerando um custo de R\$ 0,65347/kWh, tarifa esta estipulada pela CELESC com ICMS, haverá uma economia de R\$ 60.391,08. Baseado no valor do investimento que foi de R\$ 258.341,35, essa economia gerada torna-se um dado muito relevante, visto que em menos de cinco anos será possível um retorno sobre o valor investido.

4.4.2 Instalação de telhado verde

O telhado verde contribui muito com o meio ambiente e com o conforto dos usuários na edificação. Com a instalação do telhado verde é possível perceber que há diminuição da poluição, melhora o isolamento térmico e acústico das edificações, torna-se

possível fazer a captação da água para uso não potável, reduz o consumo de energia, dentre outros.

Dentro dessa compreensão entramos em contato com a Geoplus Geossintéticos fornecedor de Blumenau, e o engenheiro Jonas Miranda nos passou informações por e-mail de qual telhado verde seria mais adequado instalar no edifício em estudo.

Conforme o engenheiro, o telhado verde mais apropriado é o de laje inclinada com acúmulo de água de 18,91 l/m², pois armazena as águas em períodos de chuvas.

De acordo com o fornecedor Geoplus, o telhado verde terá um custo final para instalação de R\$ 42,00 /m² e a área de instalação será de 552,21 m², sendo o valor final de instalação será de R\$ 23.192,82.

O telhado verde poderá ser instalado na cobertura conforme Figura 23, e segundo a empresa citada anteriormente as vegetações mais adequadas são gramas, musgos e suculentas.

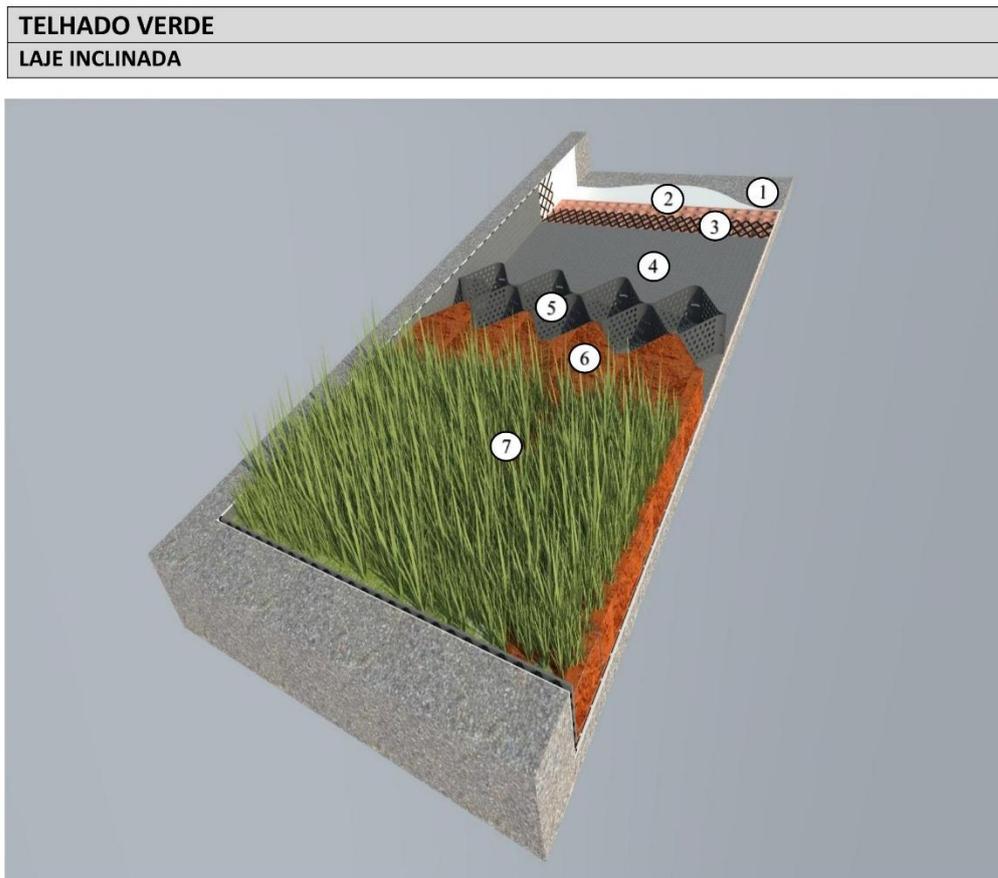
Figura 23 – Cobertura do edifício Seven



Fonte: Autores (2018).

Ainda de acordo com o fornecedor Geoplus, o processo construtivo da instalação do telhado verde é realizado conforme a Figura 24.

Figura 24 – Implantação do telhado verde



DESCRIPTIVO DAS CAMADAS
1 - LAJE OU COBERTURA
2 - IMPERMEABILIZAÇÃO
3 - MEMBRANA TELHADO VERDE
4 - GEOCOMPOSTO DRENANTE 1L
5 - GEOCÉLULA
6 - SUBSTRATO
7 - CAMADA VEGETAL

Fonte: Enviado por e-mail pela Geoplus Geossintéticos (2018).

Conforme esquema da Figura 24 o telhado verde possui o seguinte processo: no primeiro momento é necessário verificar aonde será feita a instalação. Logo após será feita a impermeabilização do local com produtos adequados para essa etapa, onde em seguida será instalada a membrana do telhado. Posteriormente é aplicado o geocomposto drenante e a geocélula e subsequentemente feita uma camada de substrato leve para que tenha um escoamento da água. Por fim são instaladas as plantas escolhidas para o telhado verde.

A manutenção do telhado verde é a mesma requerida por jardim comum, ou seja, eliminar as plantas invasoras que surgem ao longo do tempo e irrigar as plantas quando o tempo estiver muito seco, sendo recomendado verificar a drenagem do telhado para que não tenha problemas na edificação.

4.4.3 Aperfeiçoamento do sistema de captação da água da chuva

O sistema de coleta de água pluvial existente no edifício não possui nenhum tipo de filtro, levando desse modo todo o tipo de impurezas até o local de armazenamento de água. Para amenização desse problema o recomendável é a instalação de um filtro conforme a Figura 25.

Figura 25 – Filtro Simples



Fonte: FazFacil ([2018?]).

Esse tipo de filtro é simples, porém eficiente, não possui sistema de decantação das partículas, mas a vantagem é que não necessita de vistorias humanas, ou seja, o filtro em si já descarta as maiores impurezas para fora do sistema, evitando assim, limpezas e manutenções periódicas, sendo para esse caso recomendado o uso do filtro com \varnothing 100 mm, por se tratar de um telhado com mais de 50,00 m².

No que diz respeito ao uso da água pluvial captada podemos destacar que sua utilização é destinada apenas para as limpezas das garagens, como já citado anteriormente.

É importante ressaltar que com a captação da água da chuva, sua utilização poderá ser feita para outros fins no edifício, como utilizar a água para a limpeza dos pisos dos corredores e salas comerciais e na descarga de vasos sanitários, como podemos observar nas Figuras 26 a 28.

Figura 26 – Piso do corredor da sala comercial



Fonte: Autores (2018).

Figura 27 – Piso da sala comercial



Fonte: Autores (2018).

Figura 28 – Vaso sanitário com caixa acoplada



Fonte: Autores (2018).

4.4.4 Análise das falhas nas técnicas sustentáveis presentes no edifício

Em relação às imperfeições apontadas na análise do edifício em estudo, podemos verificar que muitas falhas foram cometidas exatamente por ser a primeira obra comercial da construtora, evidente que não justifica, mas se compreende, e com o tempo e os novos empreendimentos serão aprimorados e melhorados em cada detalhe.

O administrador acrescenta de forma breve a sua percepção.

“[...] comentei com sobre as falhas que o prédio tem, ele falou que por ser o primeiro não imaginou várias coisas, com isso comentou que nos próximos os erros seriam menores.”

Ainda em conversa sobre o assunto, o administrador mencionou sobre uma outra empresa que trabalhava.

“[...] na construtora que trabalhei anteriormente, o engenheiro me comentou que estava fazendo a entrega do seu 5º edifício comercial, agora com quase 100% sem falhas, porém teve que fazer 4 edifícios anteriores e ir se aperfeiçoando a cada falha cometida.”

Complementando, questionou-se o administrador sobre a possibilidade das adaptações para o uso da água pluvial mencionado acima.

“[...] muitas vezes em reuniões de condomínios os proprietários questionam quanto à economia da água feita, pois não obtém retorno, por isso não querem ter um gasto a mais, devido à concessionária não conceder benefícios.”

O administrador ainda comentou que entende o posicionamento de cada proprietário.

“[...] existe a consciência para a preservação do meio ambiente, porém a falta de incentivo por parte da concessionária quanto ao valor mínimo cobrado é o que desanima os condôminos a investir.”

Deste modo apesar de todas as possibilidades de utilização da água pluvial, como mencionado anteriormente, os proprietários não vêm um investimento vantajoso devido a concessionária não oferecer nenhum benefício, e ainda ter uma cobrança acima do consumo.

Podemos constatar que para o edifício em estudo é cobrado o mínimo de 680 m³ de água, sendo que sua utilização fica em torno de 326 m³ de água, seria interessante que a concessionária de água elaborasse um programa de incentivo a quem faz o reaproveitamento da água, para que houvesse um incentivo a todos desta prática, e gerar benefícios e qualidade de vida a todos.

Diante desse cenário podemos mencionar os incentivos para a produção de energia elétrica, pois o excedente gerado, como por exemplo com a instalação de painéis fotovoltaicos, não será desperdiçado, já que a energia injetada na rede irá retornar como crédito posteriormente.

4.4.5 Escolha da melhor técnica sustentável pela construtora

Em última análise entramos em contato com o engenheiro da construtora, para indagar sua opinião quanto as sugestões de melhorias apresentadas, refletindo sobre qual delas seria a mais viável para implantar, e o mesmo prontamente nos atendeu e comentou.

“[...] quanto às melhorias sugeridas, o mais viável hoje será a instalação dos painéis fotovoltaicos, porque além de contribuir para redução dos impactos causados ao meio ambiente, ainda economiza para os condôminos trazendo retorno aos mesmos.”

Conforme já citamos, o uso de painéis fotovoltaicos é de extrema vantagem ao cliente, pois este diminui consideravelmente o uso da energia elétrica. E por mais que exista o custo para a instalação, ele é compensado pela produção de energia renovável. A

sustentabilidade do edifício agrega valor ao usuário e também pontos importantes para a certificação LEED (Leadership in Energy and Environmental Design). Porém, no caso do edifício em estudo, a implantação dos painéis fotovoltaicos não foi realizada no momento da construção, conforme cita o engenheiro.

“[...] quando idealizamos o edifício Seven analisamos a implantação dos painéis fotovoltaicos, porém na época o custo era muito elevado para a instalação, por isso foi descartado.”

No próximo capítulo apresentaremos as considerações finais do presente estudo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nas análises das construções a implantação de meios de sustentabilidade em edificações gera grande contribuição para o meio ambiente e a sociedade, priorizando o uso de materiais e recursos naturais regionais, bem como a integração do material e projeto, permitindo uma melhor qualidade de vida para todas as gerações, oferecendo oportunidades de negócios para empresas que possam melhorar a vida das pessoas.

No presente estudo concluiu-se que no edifício objeto de estudo foram instaladas algumas técnicas de sustentabilidade como o reaproveitamento da água da chuva e dos condicionadores de ar, elevadores inteligentes, bem como vidros autolimpante, sendo que o reaproveitamento das águas fornece muitas vantagens com relação ao meio ambiente. Já os vidros autolimpante, removem a sujeira da superfície através de raios ultravioletas e água da chuva, dispensando o uso de água potável para tal finalidade.

O edifício em estudo apresenta sua construção no centro da cidade, chama a atenção de todos por sua imponência e elegância, infelizmente, conforme verificado, estas técnicas não funcionam como deveriam, pois a água recolhida abastece somente os pavimentos de garagem e não há pressão para o uso nos demais pavimentos. Já no que diz respeito aos vidros autolimpante, não foi observado a eficiência proposta pelo fornecedor, devendo ser feita a limpeza a cada 6 meses, e a economia que ficou em torno de 10 a 15% somente.

Na edificação poderiam ser instaladas novas técnicas de sustentabilidade como a instalação de telhado verde, onde o mesmo influencia na diminuição da poluição, traz melhorias no quesito isolamento, tanto térmico quanto acústico, e pode-se fazer a melhoria da captação da água da chuva para fins não potáveis.

Pela a análise do edifício em estudo concluiu-se que o mais viável hoje será a instalação dos painéis fotovoltaicos, que além de não poluir, produz energia através da energia solar, contribui para a não degradação do meio ambiente, eliminando o uso de outras fontes de energia, como a elétrica e a gás, reduz os custos com a despesa elétrica, é de fácil instalação e valoriza o imóvel.

Tendo em vista não somente a graduação, o estudo mostrou que pode no futuro explorar esse tema, pois possui um potencial promissor, pois é visível e crescente a questão do respeito à sustentabilidade nas edificações. Sendo assim, foi elaborado com muito cuidado e tem um papel muito importante na formação dos autores deste, não apenas em caráter

acadêmico e profissional, mas também como forma de amadurecimento pessoal tendo em vista a diversidade de ações desenvolvidas.

Como sugestões para trabalhos futuros recomendam-se:

- a) propostas que substituam materiais e técnicas tradicionais por novas tecnologias;
- b) analisar a obtenção dos certificados ACQUA, LEED e PROCEL nos empreendimentos que visam a sustentabilidade;
- c) a incorporação de materiais formados por resíduos na redução do consumo de energia;
- d) analisar o comportamento dos consumidores quanto à construção de edifícios verdes.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 15220:** Desempenho térmico de edificações. Rio de Janeiro, 2003.

_____. **NBR 15575:** Edificações habitacionais - Desempenho. Rio de Janeiro, 2013.

ARAÚJO, Marcio Augusto. **A Moderna construção sustentável.** 2017. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/cont/a/a-moderna-construcao-sustentavel_589>. Acesso em: 15 set. 2017.

ANEEL - AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Eficiência energética.** Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/>>. Acesso em: 28 de out. 2017.

BARROS, Ana Dorys Munhoz. **A Adoção de Sistemas e Avaliação Ambiental de Edifícios (LEED e AQUA) no Brasil:** Motivações, Benefícios e Dificuldades. 2012. 203f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Instituto de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/102/102131/tde-06112012-155745/pt-br.php>>. Acesso em: 28 out. 2017.

BARROS, Carolina. **Material de Construção Edificações.** 2010. Disponível em: <<https://edificacoes.files.wordpress.com/2011/04/apo-vidros-completa-publicac3a7c3a3o.pdf>>. Acesso em: 12 out. 2017.

BRAGA, Renata Pereira. **Energia Solar Fotovoltaica: Fundamentos e Aplicações.** 2008. 67 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10001103.pdf>>. Acesso em: 29 abr. 2017.

BERTOLASI, Nilson Antônio. **Gestão dos Processos de Tratamento de Águas Utilizadas em Sistemas Prediais de Ar Condicionado.** 2010. 55 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia de Construção Civil e Urbana, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010. Disponível em: <<Http://poliintegra.poli.usp.br/library/pdfs/85a1bfaaaaeed4120753b7f14bba6610.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2017.

BORGES, C. A. M. **O conceito de desempenho de edificações e a sua importância para o setor da construção civil no Brasil.** Dissertação de mestrado. Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

BRUNDTLAND, GroHarlem. **Relatório Brundtland “Nosso Futuro Comum”.** Disponível em: <<http://www.inbs.com.br/ead/Arquivos%20Cursos/SANeMeT/RELAT%23U00d3RIO%20BRUNDTLAND%20%23U201cNOSSO%20FUTURO%20COMUM%23U201d.pdf>>. Acesso em: 15 out. 2017.

CASTRO, Adriana Petito de Almeida Silva. **Desempenho Térmico de Vidros Utilizados na Construção Civil: Estudo em células**. 2006. 239 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006. Disponível em: <<http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/257744>>. Acesso em: 27 out. 2017.

CAMPANHOLA, Filipe P; MICHELS, Ademar; MARTINS, Geomar M. **Avaliação de Sistemas de Condicionamento de Ar para as salas de Prédio**. 2014. 25 f. Monografia (Especialização) - Curso de Especialização em Eficiência Energética Aplicada Aos Processos Produtivos, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014. Disponível em: <http://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/1363/Campanhola_Filipe_Possatti.pdf?sequencia=1&isAllowed=y>. Acesso em: 10 out. 2017.

CERVO, Amando Luiz; BERVIAN, Pedro Alcino. **Metodologia científica**. São Paulo: Makron Books, 1996.

CLIMATE – **Climograma na cidade de Tubarão – SC**. 2018 Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/location/43888/>>. Acesso em: 23 de mai. de 2018.

FARIAS, Assis de Sá; FARIAS, Harlan de Sá; CÂMARA, João Batista Drumond. **Aproveitamento de água produzida por aparelho de ar condicionado**. Simpósio de trabalhos de conclusão de curso In: Seminário de iniciação científica – anais. Distrito Federal, 2016. Disponível em: <http://nippromove.hospedagemdesites.ws/anais_simposio/arquivos_up/documentos/artigos/b8b4fcb4436d099c352a265f5d072abc.pdf> Acesso em: 10 out. 2017.

FAZFACIL. **Filtros utilizados água da Chuva**. Disponível em: <<https://www.fazfacil.com.br/reforma-construcao/filtros-utilizar-agua-da-chuva/>> Acesso em 17 de maio de 2018.

FRANCE, André Luiz Rua. **Diretrizes Da Sustentabilidade Nas Edificações e as Certificações**. 2013. 60 f. Monografia (Graduação) - Curso de Engenharia de Construção Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro/ Escola Politécnica, Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10008229.pdf>>. Acesso em: 05 out. 2017.

FORTES, Pedro Dattrino; JARDIM, Patrick W. Cotrin F. P. M. G.; FERNANDES, Juliano Gonçalves. Aproveitamento de água proveniente de aparelhos de ar condicionado. IN: SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA, 12., 2015, Resende – RJ. **Anais eletrônicos...** Disponível em: <<https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos15/37822430.pdf>>. Acesso em: 20 de out. 2017.

FURUKAWA, Fábio Massaharu; CARVALHO, Bruno Branco de. **Técnicas construtivas e procedimentos sustentáveis – estudo de caso**: edifício na cidade de São Paulo. 2011. 120 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, Guaratinguetá, 2011. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/119174/furukawa_fm_tcc_guara.pdf?sequence=1>. Acesso em: 26 out. 2017.

GIACCHINI, Margolaine; ANDRADE FILHO, Alceu Gomes de. Utilização da Água de Chuva nas Edificações Industriais. In: ENCONTRO DE ENGENHARIA E TECNOLOGIA DOS CAMPOS GERAIS, 2., 2008. **Anais eletrônicos...** Disponível em: <http://www.pg.utfpr.edu.br/ppgep/anais/artigos/eng_civil/28_UTILIZACAO_DA_AGUA_CHUVA_NAS_EDIFICACOES_INDUSTRIAIS.pdf>. Acesso em: 30 abr. 2018.

GBCB. **Níveis de certificação LEED.** Disponível em: <<https://new.usgbc.org/>>. Acesso em: 27 out. 2017.

GBCB. **Certificação LEED.** Disponível em: <<http://www.gbcbrasil.org.br/empreendimentos-leed.php>>. Acesso em: 27 abr. 2018.

GBCB. **Certificação LEED.** Disponível em: <http://www.gbcbrasil.org.br/detalhe-noticia.php?cod=287>>. Acesso em: 27 abr. 2018.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GRAMACHO, Bruna Bastos et al. **Construção sustentável: Soluções para construir agredindo menos o ambiente.** Interfaces Científica, Sergipe, v. 1, n. 16, p.97-110, mar. 2013. Disponível em: <<https://periodicos.set.edu.br/index.php/cadernoexatas/article/view/539/269>>. Acesso em: 05 out. 2017.

GOLDEMBERG, José; LUCON, Oswaldo. **Energias renováveis: um futuro sustentável.** Revista Usp, São Paulo, v. 72, n. 72, p.6-15, fev. 2007. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/revusp/issue/view/1073>>. Acesso em: 28 out. 2017.

HENRIQUES, Daniel Palma. **Reabilitação sustentável de edifício de habitação, em construção tradicional, no baixo Alentejo.** 2014. 128 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Especialização em Edificações, Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, Lisboa, 2014. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10400.21/3284>>. Acesso em: 15 set. 2017.

IDHEA. **Materiais Ecológicos e Tecnologias Sustentáveis para Arquitetura e Construção Civil – Práticas e Aplicações.** 2011. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/doc/15920165/Materiais-Ecologicos-e-Tecnologias-Sustentaveis-Praticas-e-Aplicacoes>>. Acesso em: 15 set. 2017.

IPEA, 2010 – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - **Sustentabilidade Ambiental no Brasil: Biodiversidade, economia e bem-estar humano.** Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Série Eixos Estratégicos do Desenvolvimento Brasileiro. Vol. 7. Brasília: IPEA, 2010. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/agencia/images/stories/PDFs/livros/livros/livro07_sustentabilidadeambienta.pdf>. Acesso em: 25 out. 2017.

JUNQUEIRA, Luís Filipe. **Custos de Sustentabilidade Na Construção Civil: Estudo de Caso de Empreendimento Comercial na Cidade do Rio de Janeiro.** 2016. 43 f. Monografia (Especialização) - Curso de Especialização em Construção Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016. Disponível em: <<http://pos.demc.ufmg.br/novocecc/trabalhos/pg3/145.pdf>>. Acesso em: 27 abr. 2018.

KARPINSK, Luisete Andreis; PANDOLFO, Adalberto; REINEHR, Renata; KUREK, Juliana; PANDOLFO, Luciana; GUIMARÃES, Jalusa. **Gestão Diferenciada de Resíduos da Construção Civil: uma abordagem ambiental**. Porto Alegre: Edipucrs, 2009. 163 p. Disponível em:

<<http://www.sinduscondf.org.br/portal/arquivos/GestaodeResiduosPUCRS.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2017.

KISS, Paulo. **Techne**, São Paulo: Pini Tech, n. 243, jun. 2017. Mensal. Disponível em: <https://bc-v2.pressmatrix.com/pt-BR/profiles/fb8080454e27/editions/4c05260b7626338b23ce/preview_pages#>. Acesso em: 27 set. 2017.

LEED. **LEED é edifício verde**. 2018. Disponível em: <<https://new.usgbc.org/leed#how-leed-works>>. Acesso em: 28 abr. 2018.

LEITE, Vinicius Fares. **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: <<http://pos.demc.ufmg.br/novocecc/trabalhos/pg2/76.pdf>>. Acesso em: 26 out. 2017.

LIBRELOTTO, Lisiane Ilha et al. **A Teoria do Equilíbrio - Alternativas para a Sustentabilidade na Construção Civil**. Florianópolis: Diosesc, 2012.

MARTINHO, Sérgio Duarte Calado. **Implementação de critérios da construção sustentável numa habitação unifamiliar – análise de custos**. 2012. 219 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Instituto Politécnico de Castelo Branco, Castelo Branco, 2012. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10400.11/1773>>. Acesso em: 10 set. 2017.

MARKOWSKI, Ráiza Janine Libardoni; PIOVESAN, Tenile Rieger; JESUS, Bruna Martins de; WISNESKI Cátia Pes; JESUS Fernanda Severo de. **Influência dos vidros no desempenho térmico**. XXV Seminário de Iniciação Científica – anais. Ijuí, 2017. Disponível em:

<<https://www.publicacoeseventos.unijui.edu.br/index.php/salaconhecimento/article/viewFile/8205/6936>>. Acesso em: 24 out. 2017.

MESQUITA, A. S. G. **Análise da geração de resíduos sólidos da construção civil em Teresina**, Piauí. Teresina: Instituto Federal do Piauí, 2012. Disponível em:

<<http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/viewFile/835/530>>. Acesso em: 20 de out. 2017.

MICHELATO, Rubia. **Avaliação do desempenho térmico de vidros refletivos: Estudo de caso em Células-teste**. 2007. 226 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo 2007, São Carlos, 2007. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18141/tde-06082007-212946/pt-br.php>>. Acesso em: 20 out. 2017.

MORAIS, Caroline Santana de. **Desempenho térmico de coberturas vegetais em edificações na cidade de São**. 2004. 108 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Construção

Civil, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004. Disponível em: <<https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/4628/DissCSM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 23 out. 2017.

MOTA, Thatiane Rodrigues; OLIVEIRA, Dyon Matias de; INADA, Paulo. Reutilização da água dos aparelhos de ar condicionado em uma escola de ensino médio no município de Umuarama-PR. In: ENCONTRO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA CESUMAR, 7., Maringá – Paraná, 2011. **Anais eletrônicos...** Disponível em: <http://www.cesumar.br/prppge/pesquisa/epcc2011/anais/thatiane_rodrigues_mota_2.pdf> Acesso em: 23 out. 2017.

NEOSOLAR. **Sistemas de Energia Solar Fotovoltaica e Componentes**. Disponível em: <<https://www.neosolar.com.br/aprenda/saiba-mais/sistemas-de-energia-solar-fotovoltaica-e-seus-componentes>>. Acesso em: 29 abr. 2018.

NUNES, Bianca Machado; GRABOWSKI, Danielle Maiate. **Implementação de Sistema de Painéis Fotovoltaicos na Central Regional de Emergência de Tubarão: Um Estudo de Tubarão**. 2017. 72 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade do Sul de Santa Catarina, Tubarão, 2017.

OLIVEIRA, Marcia Helena Castro de. **Aproveitamento da Água de Chuva**. 2014. 37 f. Monografia (Especialização) - Curso de Ciências, Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Medianeira, Medianeira, 2014. Disponível em: <<http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/4352>>. Acesso em: 12 out. 2017.

PAULA, Roberta Zakia Rigitano de. **A Influência da Vegetação no Conforto Térmico do Ambiente Construído**. 2004. 119 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Campinas, 2004. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/jspui/bitstream/REPOSIP/257742/1/Paula_RobertaZakiaRigitano_M.pdf>. Acesso em: 20 out. 2017.

PANORAMA SETOR DE VIDRO. São Paulo: Dieese - Subseção Cnq-fetquim, 2015. Disponível em: <<http://cnq.org.br/system/uploads/publication/b2a03b701c902f59b717ce1e7395502e/file/panorama-vidros.pdf>>. Acesso em: 29 abr. 2018.

PBE EDIFICA. **Edificações Públicas**. Disponível em: <<http://pbeedifica.com.br/etiquetagem/publica>>. Acesso em: 27 abr. 2018.

PETERS, Madelon Rebelo. **Potencialidade de uso de fontes alternativas de água para fins não potáveis em uma unidade residencial**. 2006. 109 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006. Disponível em: <<http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/88951>>. Acesso em: 13 out. 2017.

PINHO, João Tavares; GALDINO, Marco Antonio. **Manual de Engenharia para Sistemas Fotovoltaicos**. Rio de Janeiro: Cepel - Cresesb, 2014. Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/publicacoes/download/Manual_de_Engenharia_FV_2014.pdf>. Acesso em: 29 abr. 2018.

PROCEL - **Programa Nacional de Conservação de Energia. Selo Procel de Edificações.** Disponível em: <<http://www.procelinfo.com.br/main.asp?View={8E03DCDE-FAE6-470C-90CB-922E4DD0542C}#>>. Acesso em: 27 abr. 2018.

PORTAL SOLAR. **Simulador solar.** Disponível em: <<http://www.portalsolar.com.br/calculo-solar>>. Acesso em: 23 mai. 2018.

RANGEL, Juliane. **Certificado de Eficiência Energética em Edificações.** 2015. Disponível em: <<https://sustentarqui.com.br/dicas/selo-procel-edificacoes/>>. Acesso em: 27 abr. 2018.

REVISTA VIDRO IMPRESSO. São Paulo: Grupo Oc, v. 5, n. 28, 2015. Disponível em: <https://issuu.com/ocpublicidade/docs/revista_vidro_impresso_ed_28>. Acesso em: 22 mai. 2018.

REVISTA VIDRO IMPRESSO. São Paulo: Grupo Oc, v. 8, n. 46, 2018. Disponível em: <<http://www.vidroimpresso.com.br/noticia-setor-vidreiro/Expo-Revestir-apresenta-espelhos-decorativos-e-vidro-refletivo-de-controle-solar>>. ed. 46>. Acesso em: 23 mai. 2018.

RIBEIRO, Giselle Smocking Rosa Bernardes; RANGEL, Morgana Batista Alves. **Reuso da água em garagens de ônibus.** Rio de Janeiro: Minister, 2017. 34 p. Disponível em: <<http://www.fetranspordocs.com.br/downloads/36Reusoagua.pdf>>. Acesso em: 09 out. 2017.

RIGOTTI, Pedro Antonio Cardias. **Projeto de Aproveitamento de Água Condensada de Sistema de Condicionadores de Ar.** 2014. 42 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Mecânica, Unijuí – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Panabi, 2014. Disponível em: <<http://bibliodigital.unijui.edu.br:8080/xmlui/handle/123456789/2513>>. Acesso em: 01 mai. 2018.

RUAS, Alvaro Cesar. **Avaliação de conforto térmico – contribuição á pratica das normas internacionais.** 1999. 90 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas - Unicamp, Campinas, 1999. Disponível em: <<http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/258055>>. Acesso em: 25 out. 2017.

SANTOS, Isis Portolan dos. **Integração de painéis solares fotovoltaicos em edificações residenciais e sua contribuição em um alimentador de energia de zona urbana mista.** 2009. 126 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/92927/263068.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 23 out. 2017.

SILVA, Givaldo Barbosa da. **As certificações como instrumento ético de sustentabilidade ambiental em edificações da construção civil.** 2014. 338 f. Tese (Doutorado) - Curso de Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2014. Disponível em: <https://bdtd.ufs.br/bitstream/tede/1173/1/GIVALDO_BARBOSA_SILVA.pdf>. Acesso em: 27 out. 2014.

SILVA, Neilton Fidelis. **Fontes de Energia Renováveis Complementares na Expansão do Setor Elétrico Brasileiro: O Caso da Energia Eólica.** 2006. 263 f. Tese (Doutorado) -

Curso de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <<http://www.ppe.ufrj.br/ppes/production/tesis/nfsilva.pdf>>. Acesso em: 28 abr. 2018.

SILVA, Neusiane da Costa. **Telhado verde: Sistema construtivo de maior eficiência e menor impacto ambiental.** 2011. 60 f. Monografia (Especialização) - Curso de Especialização em Construção Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2011. Disponível em: <<http://pos.demc.ufmg.br/novocecc/trabalhos/pg2/73.pdf>>. Acesso em: 21 out. 2017.

SILVA, Vanessa Gomes. **Avaliação da sustentabilidade de edifícios de escritórios brasileiros: diretrizes e base metodológica.** 2003. 210 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Construção Civil e Urbana, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil, São Paulo, 2003. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Vanessa_Silva22/publication/309187129>. Acesso em: 20 set. 2017.

SILVA, Vanessa Gomes da; PARDINI, Andrea Fonseca. Contribuição ao entendimento da aplicação da certificação LEEDTM no Brasil com base em dois estudos de caso. **Ambiente Construído**, Campinas, v. 10, n. 3, p.81-97, set. 2010. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ac/v10n3/a06.pdf>>. Acesso em: 02 out.2017.

SOARES, Roberta Mulazzani Doleys; ADAMS, Bruna; ULLMANN, Vanessa. **Desempenho térmico de habitação social: norma NBR 15.575.** Revista de Arquitetura Imed, Santo Angelo, v. 2, n. 5, p.53-64, jul. 2016. Disponível em: <<file:///C:/Users/Usuário/Downloads/1382-7087-1-PB.pdf>>. Acesso em: 28 abr. 2018.

SOLAR BRASIL. **Energia Solar Fotovoltaica – Conceitos.** Disponível em: <<http://www.solarbrasil.com.br/blog-da-energia-solar/77-energia-solar-fotovoltaica-conceitos>>. Acesso em: 01 mai. 2018.

SOUSA, Bruna Moreira Serra de. **Avaliação do Desempenho Térmico em projeto de unidade Habitacional Multifamiliar com Base na Metodologia da NBR 15.220/2005 e nos Requisitos da ABNT NBR 15.575/2013.** 2014. 52 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10011785.pdf>>. Acesso em: 28 abr. 2018.

TOLMASQUIM, Mauricio Tiomno. **Energia Renovável: Hidráulica, Biomassa, Eólica, Solar, Oceânica.** Rio de Janeiro: Epe - Empresa de Pesquisa Energética, 2016. Disponível em: <[http://www.epe.gov.br/Documents/Energia Renovável - Online 16maio2016.pdf](http://www.epe.gov.br/Documents/Energia%20Renovavel%20-%20Online%2016maio2016.pdf)>. Acesso em: 27 out. 2017.

TOMAZ, Plinio 2008. **Cobertura Verde.** 2008. In: Curso de manuseio de águas pluviais. Capítulo 51. Disponível em: <http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/capitulo51_telhado_verde.pdf> Acesso em: 21 out. 2017.

TOMAZ, Plinio. **Aproveitamento da água da chuva.** São Paulo: Navegar, 2003.

USE - Uso Sustentável da Energia: Manual de Economia de Energia. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Faculdade de Engenharia. Grupo de Eficiência Energética. Porto Alegre: PUCRS, 2010. Disponível em: <<http://www.pucrs.br/biblioteca/manualuse.pdf>>. Acesso em: 27 out. 2017.

USGBC. **Áreas chave e Critérios da Certificação LEED.** Disponível em: <<https://new.usgbc.org/leed>>. Acesso em: 27 out. 2017.

USGBC. **LEED é edifício verde.** Disponível em: <[https:// new.usgbc.org/leed#how-leed-works](https://new.usgbc.org/leed#how-leed-works)>. Acesso em: 27 abr. 2018.

VANZOLINI. **Categorias do processo AQUA.** Disponível em: <<https://vanzolini.org.br/>>. Acesso em: 27 abr. 2018.

VANZOLINI. **Certificação AQUA-HQE. 2015.** Disponível em: <<http://vanzolini.org.br/aqua/certificacao-aqua-hqe/>>. Acesso em: 28 abr. 2018.

VIEIRA FILHO, Jose Valmir Ramos. **Certificações de sustentabilidade em edifícios de escritórios na cidade de São Paulo.** 2015. 118 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2015. Disponível em: <<tede.mackenzie.br/jspui/handle/tede/2807>>. Acesso em: 27 out. 2017.

XAVIER, Antonio Augusto de Paula. **Condições de conforto térmico para estudantes de 2º grau na região de Florianópolis.** 1999. 214 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999. Disponível em: <<http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/80711>>. Acesso em: 24 out. 2017.

WERNECK, Guilherme Augusto Miguel. **Sistemas de utilização da água da chuva nas edificações: o estudo de caso da aplicação em escola de Barra do Piraí.** 2006. 283 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://mac.arq.br/wp-content/uploads/2016/03/sistemas-utilizacao-estudo-caso.pdf>> Acesso em: 12 out. 2017.

ANEXOS

ANEXO A – Planta de Cobertura e Ático

ANEXO B – Fachada de Vidros