

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO  
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

**TAMARA VASCONCELOS ANTONIO**

**TECNOLOGIAS SUSTENTÁVEIS APLICADAS A EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS:  
O CASO DO EDIFÍCIO “MONTE FUJI”**

São Luís  
2019

**TAMARA VASCONCELOS ANTONIO**

**TECNOLOGIAS SUSTENTÁVEIS APLICADAS A EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS:  
O CASO DO EDIFÍCIO “MONTE FUJI”**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de graduação em Engenharia Civil – UEMA, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof.<sup>a</sup> Ma. Adriana Oliveira Carvalho.

São Luís  
2019

Antonio, Tamara Vasconcelos.

Tecnologias sustentáveis aplicadas a edifícios residenciais: o caso do edifício "Monte Fuji" / Tamara Vasconcelos Antonio. – São Luís, 2019.

65f.

Monografia (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual do Maranhão, 2019.

Orientador: Profa. Ma. Adriana Oliveira Carvalho.

1.Sustentabilidade. 2.Construções sustentáveis. 3.Tecnologias sustentáveis. I.Título

CDU: 69:502

**TAMARA VASCONCELOS ANTONIO**

**TECNOLOGIAS SUSTENTÁVEIS APLICADAS A EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS:  
O CASO DO EDIFÍCIO "MONTE FUJI"**

Monografia apresentada ao curso de graduação em Engenharia Civil – UEMA, como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof.<sup>a</sup> Ma. Adriana Oliveira Carvalho.

Aprovado em: 02 / 12 / 2019

**BANCA EXAMINADORA**

  
Prof.<sup>a</sup> Ma. Adriana Oliveira Carvalho

Prof. Orientador

Universidade Estadual do Maranhão

  
Prof. Me. Pedro Nunes de Oliveira Junior

Membro titular

Universidade Estadual do Maranhão

  
Prof. Me. Sergio Roberto G. Pantoja

Membro titular

Universidade Estadual do Maranhão



Aos meus filhos, Sofia e Arthur, que forjaram a mulher que sou hoje. A vocês, dedico essa conquista.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, agradeço a Deus pela proteção e pela graça de ter concluído mais uma importante etapa da minha biografia.

Aos meus pais, José Antonio Filho e Cláudia Vasconcelos, e meus irmãos, Talita e Victor, pelo apoio e amor incondicional. Sem vocês, sem dúvidas eu não estaria aqui. Devo minha vida a vocês.

Ao meu marido e companheiro de jornada, Arthur Milhomens Gualberto. Seu apoio incondicional foi determinante para que eu concluísse essa jornada.

Aos meus filhos, Sofia e Arthur, pelos sorrisos amorosos e abraços reconfortantes que renovam minha força a cada dia.

Aos meus sogros, Nonato Gualberto e Cristina Milhomens Gualberto, por toda a assistência imensurável, material e imaterial, que nos foi dada.

À minha orientadora, professora Adriana Carvalho, por sua paciência, disposição em me orientar e disponibilizar seu tempo e conhecimento.

A toda equipe da Construtora BERG, em especial ao Eng. Marcelo Duarte, que com presteza, paciência e disposição me auxiliou em cada explicação.

Aos meus amigos do curso de Engenharia Civil, incluindo professores, por percorrerem comigo esta jornada, sempre dispostos a ajudar.

A todos que contribuíram direta ou indiretamente para esse trabalho, o meu muito obrigada.

*“Eu sou eu e minha circunstância, e se  
não salvo a ela, não me salvo a mim.”*  
José Ortega y Gasset.

## RESUMO

É notório a crescente preocupação socioambiental em relação aos impactos gerados pela construção civil, tendo como resultado um aumento da implantação de técnicas sustentáveis pelas empresas do setor de edificações em seus empreendimentos. O presente trabalho tem como objetivo realizar um estudo de caso das tecnologias sustentáveis aplicadas ao edifício em implantação "Monte Fuji", situado na cidade de São Luís – MA. A metodologia consiste no estudo de caráter descritivo e exploratório, mediante um levantamento de dados por fontes bibliográficas e entrevistas. Foi evidenciado o conceito de sustentabilidade, bem como seu histórico e algumas de suas técnicas. Realizou-se a descrição das tecnologias sustentáveis empregadas no edifício bem como os critérios de seleção e seus efeitos positivos e negativos. Houve um acréscimo de custos no orçamento de 1,50% devido sua parte sustentável. Concluiu-se que os futuros moradores do edifício serão os mais beneficiados com a economia de energia elétrica e redução do consumo de água potável, que resultará em uma diminuição do valor gasto com água e energia e a redução da emissão de gases poluentes. Foi aferido que o investimento aplicado trouxe como retorno uma vantagem de mercado para a construtora, que vendeu 40% de suas unidades em dois meses de lançamento, número superior às outras obras da mesma empresa. Constatou-se também uma mudança do cenário imobiliário de São Luís ao noticiar que duas construtoras concorrentes, que lançaram seus imóveis depois, adotaram as mesmas tecnologias do edifício em questão.

**Palavras-chave:** Sustentabilidade. Construção sustentável. Tecnologias sustentáveis.

## ABSTRACT

The growing socio-environmental concern regarding the impacts currently generated by civil construction is notorious, resulting in an increase in the implementation of sustainable techniques by companies in the building sector in their projects. The present work aims to conduct a case study of the sustainable technologies applied in the building under construction "Monte Fuji", located in São Luís – MA. The methodology consists of a descriptive and exploratory study, through a survey of data from bibliographic sources and interviews. The concept of sustainability was highlighted, as well as its history and some of its techniques. The description of the sustainable technologies employed in the building was performed as well as the selection criteria and their positive and negative aspects. There was an increase in budget costs of 1.50% due to its sustainable part. It was concluded that the future residents of the building will benefit the most, with electricity savings and reduced drinking water consumption which will result in a decrease of the amount spent on water and energy and the reduction of the emission of air pollutants. It was verified that the investment brought as a return a market advantage for the construction company, which sold 40% of its units in two months of opening, higher than the other works of the same company. There was also a change in the real estate scenario of São Luís upon reports that two competing construction companies, who inaugurated their products later, adopted the same technologies of the building in question.

**Keywords:** Sustainability. Sustainable construction. Sustainable technologies.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Síntese das conexões entre sustentabilidade e desenvolvimento sustentável.....	19
Figura 2 – Propriedades da construção sustentável.....	20
Figura 3 - Exemplo de sistema de reuso de águas cinzas.....	26
Figura 4 – Esquema ilustrativo de um sistema de reaproveitamento de água de chuva. ....	28
Figura 5 - Blockets ou pavers.....	33
Figura 6 - Concreto poroso .....	34
Figura 7 - Aplicação de grama em concregrama.....	34
Figura 8 - Cobertura de edifício com telhado verde.....	36
Figura 9 - Planta de localização do local de implantação do Edifício Fuji .....	40
Figura 10 – Simulação da fachada do edifício em perspectiva 3D. ....	41
Figura 11 - Trajetória da água dentro do filtro no processo de filtração.....	43
Figura 12 – Detalhe da alimentação dos espelhos d'água. ....	45

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Frequência da Manutenção.....	44
Tabela 2 – Parâmetros de qualidade de água de chuva para usos restritivos não potáveis .....	46

## **LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS**

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

NBR – Norma Brasileira Regulamentadora



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
1.1	Justificativa .....	14
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>15</b>
2.1	Objetivo Geral .....	15
2.2	Objetivos específicos .....	15
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>15</b>
<b>4</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>16</b>
4.1	Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável .....	16
4.1.1	Histórico .....	16
4.1.2	Conceitos .....	17
4.2	Desenvolvimento sustentável na construção civil .....	19
4.2.1	No mundo .....	21
4.2.2	No Brasil.....	22
4.3	Certificações .....	22
4.4	Tecnologias sustentáveis.....	23
4.4.1	Uso racional da água.....	24
4.4.1.1	Dispositivos economizadores .....	24
4.4.1.2	Sistema de reuso das águas cinzas .....	25
4.4.1.3	Captação e reaproveitamento de águas pluviais .....	26
4.4.2	Eficiência energética.....	28
4.4.2.1	Geração de energia fotovoltaica.....	29
4.4.2.2	Lâmpadas de LED .....	29
4.4.2.3	Sensores de presença .....	30
4.4.2.4	Aquecedores de água .....	31
4.4.2.4.1	Aquecedor a gás.....	31
4.4.2.4.2	Aquecimento solar .....	31
4.4.3	Permeabilidade.....	32
4.4.4	Cobertura verde.....	35
4.4.5	Acessibilidade e mobilidade.....	37
4.4.5.1	Bicicletário.....	37
4.4.5.2	Bicicletas compartilhadas .....	38
4.4.5.3	Carro compartilhado.....	39
<b>5</b>	<b>TECNOLOGIAS SUSTENTÁVEIS APLICADAS AO EDIFÍCIO MONTE FUJI .</b>	<b>40</b>
5.1	Descrição do empreendimento .....	40

<b>5.2</b>	<b>Estratégias de sustentabilidade do empreendimento</b>	<b>42</b>
5.2.1	Uso racional da água	42
5.2.1.1	Captação e aproveitamento de água pluvial	42
5.2.2	Eficiência energética	46
5.2.2.1	Geração de energia fotovoltaica	46
5.2.3	Acessibilidade	47
5.2.3.1	Bicicletário	47
5.2.3.2	Compartilhamento de bicicletas	48
5.2.3.3	Carro compartilhado	48
5.2.4	Outras tecnologias utilizadas	49
<b>5.3</b>	<b>Crítérios de seleção das tecnologias</b>	<b>49</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO E SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS</b>	<b>50</b>
6.1	Conclusão	50
6.2	Sugestões para trabalhos futuros	51
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>52</b>
	<b>ANEXOS</b>	<b>57</b>
	<b>ANEXO A – PROJETO HIDROSSANITÁRIO - PLANTA BAIXA SUBSOLO</b>	<b>58</b>
	<b>ANEXO B – PROJETO HIDROSSANITÁRIO - PLANTA BAIXA PILOTIS</b>	<b>59</b>
	<b>ANEXO C – PROJETO HIDROSSANITÁRIO - PLANTA BAIXA TÉRREO</b>	<b>60</b>
	<b>ANEXO D – PROJETO EXECUTIVO - PLANTA BAIXA COBERTURA</b>	<b>61</b>
	<b>ANEXO E – PROJETO EXECUTIVO - PLANTA BAIXA SUBSOLO</b>	<b>62</b>
	<b>ANEXO F – PROJETO EXECUTIVO - PLANTA BAIXA TÉRREO</b>	<b>63</b>
	<b>ANEXO G – PROJETO ELÉTRICO - PLANTA BAIXA TÉRREO</b>	<b>64</b>
	<b>ANEXO H – MANUAL FILTRO TWIN ACQUASAVE / 3PTECHNIK</b>	<b>65</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Segundo Feil e Schreiber (2017), a partir da consciência de preservação e uso racional dos recursos naturais que se dá a partir do século XX, nasce a ideia de sustentabilidade, e, portanto, de se construir um conceito de desenvolvimento sustentável.

Com o crescimento da construção civil e conseqüentemente o crescimento de seu impacto ambiental e social, a adoção de medidas de responsabilidade social tem se tornado um fator cada vez mais indispensável dentro das empresas desse ramo. Diferente do que se imagina a responsabilidade social não é uma restrição à lucratividade dos negócios, podendo criar valores dentro de uma empresa em termos de vantagem competitiva (BLAKE, 2007 apud PINHEIRO, 2008).

Ultimamente a vertente que tem sido mais discutida em termos de responsabilidade social é a da sustentabilidade. Dentro deste contexto o crescimento de obras com diferenciais sustentáveis é expressivo em todo o mundo (ETHOS, 2008).

No momento atual da cidade de São Luís, a maioria das grandes construtoras ainda não adotaram essa estratégia, porém, a tendência do mercado é de que cada vez mais os empreendimentos a serem lançados apresentem alguma técnica referente essa área.

Dentro deste contexto, o presente trabalho busca apresentar, através de pesquisas bibliográficas e entrevistas, os diferenciais na área de sustentabilidade que serão implantados no empreendimento “Monte Fuji” na cidade de São Luís – Maranhão.

A intenção foi de desenvolver uma pesquisa que contemple os aspectos positivos e negativos são gerados ao implementar técnicas sustentáveis no edifício que é o objeto deste trabalho, para a construtora, o consumidor, a sociedade e o meio-ambiente.

## 1.1 Justificativa

A construção é um dos setores econômicos mais importantes no mundo, U\$ 3 trilhões são gastos anualmente no mundo, representando 1/10 da economia global (CICA, 2002, apud LAMBERTS, 2006).

Os edifícios consomem cerca de 40% da energia no mundo, 16% da água potável, 25% das florestas de madeira (UNCHS 1993, apud LAMBERTS, 2006), são responsáveis por 50% das emissões de CO<sub>2</sub> (Der Petrocian, 2001, apud LAMBERTS, 2006) e por 30-40% da demanda total de energia nos países. No Brasil, 44.1% da Oferta Interna de Energia (OIE) tem origem em fontes renováveis: 14.4% de geração hidráulica e 29.7% de biomassa, entretanto, no resto do mundo, as matrizes tendem a ser menos “limpas”, com grandes impactos no aquecimento global. (LAMBERTS, 2006).

Assim sendo, a existência desses impactos e a quantidade de poluição cada vez mais agravante no nosso meio ambiente têm feito com que a sociedade tenha se voltado para soluções ecologicamente e socialmente responsáveis. E nesse contexto as construtoras e incorporadoras têm direcionada sua atenção para habitações e obras que atendam essa demanda.

A escolha do tema tem como justificativa o cenário atual do mercado em expansão, onde cada vez mais as construtoras têm se adequado para atender essas exigências do tripé sustentabilidade, tecnologia e mobilidade.

O levantamento apresentado pelo trabalho pode servir como banco de dados informativos para aqueles que buscam implantar alguma das inovações listadas relativas ao tema.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Analisar as tecnologias sustentáveis aplicadas ao Edifício Monte Fuji, localizado na cidade de São Luís.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Apresentar um levantamento de propostas de tecnologias relativas à sustentabilidade em construções de habitação coletiva,
- Descrever as tecnologias empregadas no edifício;
- Listar os critérios de seleção das tecnologias escolhidas pela construtora;
- Analisar os pontos positivos e negativos das tecnologias usadas.

## **3 METODOLOGIA**

Este é um trabalho de caráter descritivo e exploratório, utilizando uma abordagem quali-quantitativa. O trabalho será baseado em um levantamento de dados por pesquisas bibliográficas e entrevistas. O procedimento técnico a ser conduzido é um levantamento de dados com base em estudo de caso cujo objeto alvo é o Edifício Monte Fuji.

## 4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 4.1 Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável

Nem sempre houve uma consciência ambiental por parte da humanidade como se vê em evidência nos dias atuais, de sorte que, hoje, é concreto os malefícios do uso irracional dos recursos naturais que sofre a população mundial.

A partir dessa consciência de preservação e uso racional dos recursos naturais, bem assim cogitando-se de quais consequências trariam o consumo desenfreado e irracional desses recursos, é que, segundo Feil e Schreiber (2017), nasce a ideia de sustentabilidade e, via de consequência, de se construir um conceito de desenvolvimento sustentável

#### 4.1.1 Histórico

Os avanços tecnológicos advindos da Revolução Industrial que, por um lado, foram responsáveis pela exploração em grande escala dos recursos naturais, o que culminou em melhorias e desenvolvimento econômico, por outro lado, foram responsáveis também pelos graves problemas ambientais ocasionados pela falta de consciência sobre a necessidade de se ter um crescimento econômico ecologicamente sustentável e socialmente igual. A esse respeito ponderam Morales e Figueiredo (2011, p. 187) que:

Com a crescente evolução da ciência e tecnologia durante o século XIX e XX através do modo fordista de produzir e da grande atividade industrial, a natureza passou a dar sinais preocupantes quanto a sua preservação. Esta exploração dos recursos naturais causou diversos danos ambientais, gerando impactos negativos irreversíveis ou mesmo de difícil recuperação.

Segundo Costa Lima (2009) a Conferência Internacional para o Meio Ambiente Humano, promovida pelas Nações Unidas (ONU), em 1972 na Suécia, conhecida como Conferência de Estocolmo, é vista como um marco histórico-político que inspirou várias iniciativas e eventos nacionais e internacionais, passando, assim, os temas ambientais a terem um novo tratamento.

Com base nas ideias de proteção e preservação do meio ambiente extraídas da Conferência de Estocolmo foram instituídos diversos programas preocupados com a questão ecológica, dentre eles, destacou-se o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), que foi o reflexo dos objetivos da

Conferência de Estocolmo, é dizer: “sua ênfase estava nos aspectos técnicos da contaminação provocada pela industrialização acelerada, pela exploração demográfica e pela expansão do crescimento urbano (COSTA LIMA, 2009, p. 211)”.

Destaque-se o relatório de Brundtland, de 1987, como outro reflexo da Conferência de Estocolmo, que fora elaborado pela Comissão de Brundtland para a ONU, que de acordo com Schreibe, Strasburg e Feil (2016, p. 13), este relatório mantém seu foco:

[...] na necessidade e nos interesses dos seres humanos; na segurança do patrimônio global para as gerações futuras; na redistribuição dos recursos às nações mais pobres, auxiliando no crescimento econômico, permitindo, assim, que todos alcancem as necessidades básicas de sobrevivência, sendo que esse documento tornou-se o núcleo para o movimento de sustentabilidade e a absorção do movimento ambientalista: nessa perspectiva, o ambientalismo é abrangido pela sustentabilidade.

Seguidamente ao relatório de Brundtland, a Conferência do Rio de 1992 (ECO 92) e suas 21 proposições, também chamadas de Agenda 21, bem assim a Conferência de Kyoto de 1997 (Protocolo de Kyoto), Rio+10 de 2002 e Rio+20 de 2012 foram eventos que fomentaram os debates sobre preservação do meio ambiente sustentável (FEIL; SCHREIBER, 2017).

Observa-se, assim, que a partir da organização destes relevantes instrumentos para a proteção e preservação do meio ambiente, foi possível se ter um conceito formal de desenvolvimento sustentável, que se constitui enquanto elemento fundamental à discussão sobre as questões ecológicas.

#### 4.1.2 Conceitos

Há, na literatura científica, uma diversidade de conceitos dos termos sustentabilidade e desenvolvimento sustentável, o que gera uma falta de consenso quanto à definição destes termos. Isto ocorre devido os mencionados termos sofrerem alteração nos seus significados a depender do campo de atuação. Nesse sentido explicam Feil e Schreiber (2017, p. 668) que:

Apesar da ausência de consenso sobre o conceito destes termos, existe a aceitação geral em relação à busca do equilíbrio entre as necessidades do ser humano e o meio ambiente, e em entender suas complexas dinâmicas de interação, para aprofundar e ampliar seu significado [...] As diversas discussões atreladas aos termos sustentável, sustentabilidade e desenvolvimento sustentável ocorreram visando à obtenção do bem-estar humano em longo prazo por meio da gestão do sistema ambiental humano.

A expressão sustentabilidade retrata uma solução de um problema que data desde a antiguidade: a escassez de recursos naturais. A busca pela utilização destes recursos de uma forma contínua e perpétua vem se fortalecendo ao longo da história na cultura da humanidade.

Sobre o tema escassez de recursos naturais, Feil e Schreiber (2017, p. 673) afirmam que o uso destes recursos de forma contínua e perpétua corrobora com a “ideia de sustentabilidade não como um movimento ambientalista moderno, mas como forma de pensar e de agir enraizada nas culturas das sociedades que vem amadurecendo durante três séculos”.

Ensina Gonçalves (2009, p. 6) que o termo sustentabilidade pode ser entendido como “a possibilidade de se obterem continuamente condições iguais ou superiores de vida para um grupo de pessoas e seus sucessores em dado ecossistema”. A mencionada definição é semelhante à ideia de se manter nosso sistema de suporte de vida. É dizer: “basicamente, trata-se do reconhecimento do que é biofisicamente possível em uma perspectiva de longo prazo (GONÇALVES, 2009, p. 6)”.

Tem-se, assim, que o termo sustentabilidade pode ser visto como um alicerce que engloba a ideia de desenvolvimento sustentável, cuja base é o cuidado com a preservação futura da existência dos recursos naturais como forma de proporcionar uma melhor qualidade da vida humana.

Quanto ao termo desenvolvimento sustentável, como dito, foi largamente popularizado nas décadas de 1980 e 1990, sendo, sobretudo, debatido em 1987, a nível global, por intermédio do relatório da Comissão de Brundtland, resultando, a partir de então, no aumento da legislação de proteção ambiental e mudança na política ecológica global (SCHREIBER, 2016).

A definição mais clássica e também a mais polêmica em termos de debate mundial, foi a extraída do relatório de Brundtland, que por sua vez, entendeu que “Desenvolvimento sustentável é o desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras em satisfazer suas próprias necessidades (NASCIMENTO, 2012, p. 54).”

Todavia, como dito, o conceito construído pelo relatório de Brundtland não é pacífico na literatura científica, posto que o conceito de desenvolvimento sustentável é visto como flexível e aberto, sendo que, por outro lado, as críticas e os entendimentos opostos são vistos como oportunos, pois a colisão das diferentes

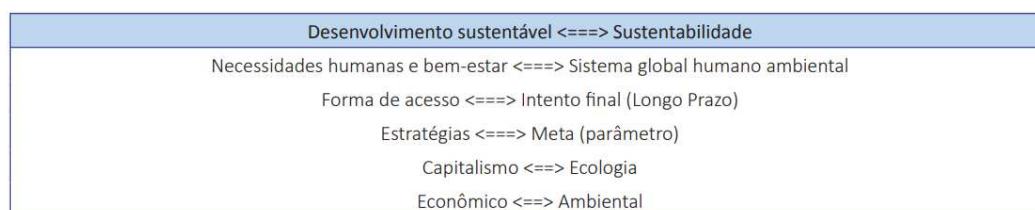


opiniões permite chegar a um conceito mais adequado e pertinente às perspectivas do momento, levando em consideração os aspectos ambientais, sociais e econômicos (FEIL; SCHREIBER, 2017).

A discussão sobre sustentabilidade e desenvolvimento sustentável reporta à necessidade de se estabelecer uma distinção entre crescimento e desenvolvimento, visto que o crescimento econômico ilimitado não é possível, pois o crescimento de forma sustentável não faz sentido, vez que isto teria como consequência o esgotamento de recursos naturais (LOUREIRO; PEREIRA; PACHECO JUNIOR, 2016).

Assim, a partir desta dinâmica, o desenvolvimento sustentável pode ser entendido como “um processo complexo de mudanças e transformações de ordem econômica, política e, principalmente, humana e social (LOUREIRO; PEREIRA; PACHECO JUNIOR, 2016, p. 26)”, com foco voltado ao desenvolvimento humano e, via de consequência, na melhoria da qualidade de vida das pessoas. A figura 1 sintetiza os conceitos de desenvolvimento sustentável e sustentabilidade, e suas conexões.

Figura 1 – Síntese das conexões entre sustentabilidade e desenvolvimento sustentável



Fonte: GONÇALVES (2009, p. 11)

## 4.2 Desenvolvimento sustentável na construção civil

A sociedade moderna tem hoje que conviver com os desafios e as incertezas advindas dos diagnósticos ambientais e suas consequências, vez que realidades como a industrialização, aglomeração urbana, uso irracional dos recursos naturais e o consumo excessivo de bens e serviços são tidos como necessários para o avanço da economia.

A crise ambiental pôs, de maneira obrigatória, em pauta os debates sobre sustentabilidade no âmbito das negociações internacionais, de sorte que na década de 1990 até os dias atuais houve um aperfeiçoamento do conceito de sustentabilidade

e de desenvolvimento sustentável, onde os fatores sociais e ambientais são vistos como inseparáveis. A esse respeito, afirma Reis (2018, p. 7) que:

A responsabilidade ambiental nas empresas de todos os setores é advinda de um contexto internacional cuja preocupação com o meio ambiente e o desenvolvimento sustentável ganha importância nos países membros das Nações Unidas. Neste cenário, encontra-se a construção sustentável, na qual seu conceito baseia-se no desenvolvimento de soluções para os processos construtivos frente aos seus impactos ambientais, com uma visão multidisciplinar e complexa. Sua característica mais marcante deve ser a capacidade de planejar e prever todos os impactos que possam ser provocados, antes, durante e depois do fim da vida útil da edificação.

Vê-se, assim, que a construção sustentável atualmente é uma preocupação tanto de âmbito nacional como internacional, pois seu conceito insere-se dentro da proposta do desenvolvimento sustentável, tendo em vista que a formação das cidades tem exigido cada vez mais qualificações e técnicas apropriadas para construção de edificações sustentáveis e, sobretudo, com responsabilidade social. Sendo assim, a figura 2 demonstra a síntese das características de uma construção sustentável.

Figura 2 – Propriedades da construção sustentável



Fonte: REIS (2018, p. 18)

#### 4.2.1 No mundo

A inovação tecnológica tem sido um fator que influencia intensamente o processo de desenvolvimento mundial, vez que, historicamente, pode-se afirmar que as novas tecnologias advêm da necessidade de o homem alcançar uma melhor qualidade de vida. Nesse sentido Moraes e Santana (2016, p. 3-4) que:

A Revolução Industrial deu um impulso no desenvolvimento tecnológico cujos resultados podem ser vistos nos dias de hoje. Contudo, os resultados desse desenvolvimento nem sempre podem ser considerados positivos e o papel da tecnologia passa a ser questionado.

Quanto aos impactos ambientais, a nível mundial, a indústria da construção civil responde pelo maior quantitativo de materiais, estimando-se que há, por parte desta, consumo de 50% da matéria prima bruta no Japão e, nos EUA, a construção civil consome 75% no total de materiais (REIS, 2018).

No mesmo sentido, lembra Furtado (2017), que apesar de o setor da construção civil contribuir para geração de renda e emprego, por outro lado, caracteriza-se por ser o maior gerador de resíduos, que impactam de maneira negativa o meio ambiente, sobretudo, nos centros urbanos, onde paisagens são degradadas, bueiros são obstruídos, como isto causando inundações e perda considerável de materiais.

Como forma de solucionar os impactos ambientais na construção civil, foram estabelecidos critérios internacionais para avaliar uma tecnologia e qualificá-la como sustentável, quais sejam:

[...] eficiência econômica, impactos da tecnologia em exame sobre a escala de funcionamento ou produção do sistema social, grau de simplicidade, densidade de capital e trabalho requeridos, nível de agressão ambiental, demanda de recursos finitos e grau de autoctonia e autossustentação permitidos pela tecnologia em exame (MORALES; SANTANA, 2016).

Tendo em vista os sobreditos critérios, a construção civil sustentável pode ser definida, segundo Kava (2011), como um conjunto de práticas utilizadas na construção das edificações, que devem ser aplicadas antes, durante e após o início dos trabalhos de execução da obra, com fins de ter uma edificação que não impacte o meio ambiente, que empregue e dê destinação consciente dos recursos naturais como água, energia e material de construção; enfim, que garanta maior vida útil do empreendimento e conforto humano.

#### 4.2.2 No Brasil

O Conselho de Desenvolvimento Econômico e Social (CDES) aponta que incorporar prática de sustentabilidade na construção civil é uma exigência que vem crescendo no mercado mundial. E no Brasil não poderia ser diferente, pois os diferentes agentes, como governo, investidores, associações e consumidores, vêm alertando e cobrando do setor de construção que adotem práticas de sustentabilidade em seus empreendimentos.

Ensina Kava (2011) que para uma obra ser sustentável as empresas devem introduzir uma agenda de sustentabilidade progressiva, visto que requisitos básicos como adequação ambiental, viabilidade econômica, justiça social e aceitação social devem ser observados por qualquer empreendimento qualificado como humano e sustentável, como apontados pela Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura (ASBEA), pelo Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CBCS) e pelas demais instituições que cuidam de questões ecológicas na construção civil.

Desse modo, a construção sustentável deve conter os procedimentos de seleção de materiais e de componentes sustentáveis, posto que “a seleção de produtos, combinada com o correto detalhamento do projeto, resulta em impactos ambientais menores e em maior benefício social (KAVA, 2011, p. 56).”

### 4.3 Certificações

A certificação de edifícios é um instrumento que tem como função avaliar a sustentabilidade na construção civil. Por esta razão, a adoção de certificações ambientais destinadas à construção civil se constitui enquanto formas de se incentivar a busca da sustentabilidade tanto na etapa do processo de construção, quanto nos padrões do produto final, isto é, o edifício.

Segundo Costa e Moraes (2013), a utilização da certificação ambiental vem crescendo e, no Brasil, dentre as certificações existentes, dois processos se apresentam como destaques, quais sejam: o LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) e o AQUA (Alta Qualidade Ambiental).

O LEED é um sistema classificado como voluntário de certificação ambiental e de orientação ambiental de edificações, que fora instituída em 1998 pela organização governamental USGBC (United States Green Building Council) e

coordenada no Brasil pela GBCB (Green Building Council Brasil). A respeito do LEED, Costa e Moraes (2013, p. 170) afirmam que:

É o selo de maior reconhecimento internacional e o mais utilizado em todo o mundo, com mais de 15 mil empreendimentos certificados. O USGBC desenvolveu a certificação definindo desde o início que seria um sistema dirigido pelo mercado em detrimento a um sistema regulatório. O LEED adota o método de avaliação baseado em pontos e para obter a certificação é necessário satisfazer um conjunto de critérios de desempenho agrupados em áreas chave, e o peso de cada critério varia de acordo com a tipologia.

O sistema LEED ao avaliar um empreendimento leva em consideração o seu ciclo de vida e é aplicado em qualquer empreendimento. Sendo que o selo é a confirmação de que os critérios de desempenho foram todos atendidos, como energia, água, redução de emissão de gases (CO<sub>2</sub>), uso de recursos naturais e impactos ambientais (LEITE, 2011).

Quanto ao sistema AQUA, trata-se de uma certificação de versão brasileira, adaptada do HQE (Haute Qualité Environnementale) da França que prima pela qualidade ambiental e a conceitua como:

[...] a qualidade ambiental do edifício e dos seus equipamentos (em produtos e serviços) e os restantes conjuntos de operação, de construção ou adaptação, que lhe conferem aptidão para satisfazer as necessidades de dar resposta aos impactos ambientais sobre o ambiente exterior e a criação de ambientes interiores confortáveis e são (LEITE, 2011, p. 36).

Desse modo, no processo AQUA a certificação pode ou não ser concedida ao empreendimento, vez que são avaliadas quatorze categorias de desempenho ambiental, que podem ser avaliadas como “bom (atende às práticas correntes e legislação), superior (boas prática) ou excelente (melhores práticas) e para obter o selo é necessário no mínimo três classificações ‘excelente’ e quatro classificações ‘superior’ (COSTA; MORAES, 2013, p. 171).”

Acresça-se, por fim, que num processo de certificação, existe a necessidade de se criar referências que estabelecerão critérios, que por sua vez, destinam a verificar se o empreendimento conseguiu atingir todos os requisitos que o selo estabelece.

#### **4.4 Tecnologias sustentáveis**

Observa-se que, dentre os meios de produção, o setor da construção civil vem se destacando, vez que apresenta grandes inovações que refletem a preocupação com o desenvolvimento sustentável.

Nessa perspectiva, lembram Santos, Bertulino e Pfeifer (2010), que as técnicas sustentáveis devem estar inseridas no mercado civil, a fim de que se possa lidar e combater o uso irracional dos recursos naturais nas edificações. Logo, é de suma importância a conscientização da população quanto ao investimento e emprego de tecnologias economizadoras e sustentáveis.

Abaixo serão destacadas algumas tecnologias de sustentabilidade aplicadas a edifícios residenciais que estão sendo usadas no contexto atual. Nesse trabalho não foram contempladas todas as técnicas sustentáveis, mas foi-se coletado informações sobre as mais utilizadas pelo mercado dentre as existentes.

#### 4.4.1 Uso racional da água

Uma forma de garantir a sustentabilidade dos recursos hídricos e sua disponibilidade com qualidade e qualidade às presentes e futuras gerações é, sem dúvidas, a redução do consumo de água potável.

Nesta perspectiva, estão as tecnologias sustentáveis que trazem as técnicas de reuso e aproveitamento de água pluvial e de águas cinzentas, que se constituem enquanto soluções sustentáveis de contribuição para o uso racional da água. Nesse sentido, explicam Silva *et al.* (2010, p. 3) que:

Várias tecnologias de fontes alternativas vêm se desenvolvendo com o passar do tempo dentre elas a captação e aproveitamento da água das chuvas e o reuso de águas cinza. Essas tecnologias contribuem para um melhor uso da água, ou seja, evita desperdício de água potável em usos que não necessitam de água com maior qualidade.

##### 4.4.1.1 Dispositivos economizadores

As estimativas demonstram que os equipamentos economizadores são a principal solução para o uso racional da água, uma vez que são capazes de promover a redução do consumo de água independentemente da participação dos usuários.

Segundo afirma Lombardi (2012) o uso de dispositivos economizadores, como arejadores de torneira, redutores de pressão, bacias sanitárias com acionamento duplo, torneiras com fechamento automático ou com sensor fotoelétrico possuem eficiência no uso racional da água, visto que promovem uma redução de até 70% do consumo de água. Os custos com a implementação dos mencionados dispositivos são recuperados em curto período de tempo, tendo em vista que:

Estimativas mostram que bacias sanitárias consomem até 41% da água de uma residência. Esse consumo pode ser significativamente diminuído por meio da utilização de dispositivos de acionamento reduzido, havendo um decréscimo de dezoito para até três litros de água por acionamento, representando um importante benefício econômico (LOMBARDI, 2012, p. 13).

A utilização de dispositivos economizadores vem sendo incluída nos projetos de empreendimentos de empresas brasileiras, que cada vez mais seguem as tendências mundiais de racionalização do consumo de água.

#### 4.4.1.2 Sistema de reuso das águas cinzas

Por águas cinzas entende-se os efluentes domésticos gerados a partir do uso de banheiras, chuveiros, lavatórios, máquinas de lavar roupas e que não possuem contribuição de bacia sanitária e pia de cozinha. A respeito das águas cinzas May (2019, p. 92) afirma que as águas cinzas são classificadas como:

Águas servidas residenciais originadas de lavatórios, chuveiros, banheiras, pias de cozinha, máquinas e tanques de lavar roupas. As águas cinzas, como fonte alternativa de água para usos não potáveis é praticada em alguns países como Japão, EUA, Canadá, Alemanha, Reino Unido e Israel. No Brasil, já existem algumas aplicações de sistemas de reuso de águas cinzas para consumo não potável em condomínios residenciais. As águas cinzas devidamente tratadas apresentam um grande potencial de reuso para fins não potáveis. Diferentemente das águas pluviais onde os volumes produzidos dependem diretamente dos índices pluviométricos da região, as águas cinzas apresentam vazões oriundas do uso de água potável na edificação, sendo de fácil coleta.

Nos sistemas de reuso de águas cinzas, faz-se imprescindível conhecer o tipo de efluente, a fim de possibilitar a definição do tratamento a ser aplicado, bem assim o uso final que será suprido por este afluente. Destaca May (2010, p. 95) que:

Para que os sistemas de reuso de águas cinzas possam ser projetados e construídos de forma sustentável e eco-eficiente, um conjunto de fatores precisa ser atendido, quais sejam: característica do afluente, instalações hidráulicas, legislação e normas técnicas, requisitos de qualidade e tipo de tratamento [...] Na maioria das vezes, esses fatores são verificados em análises socioeconômicas e ambientais para a implantação do sistema de reuso, de modo a levar o projeto a atender a todos esses requisitos com segurança.

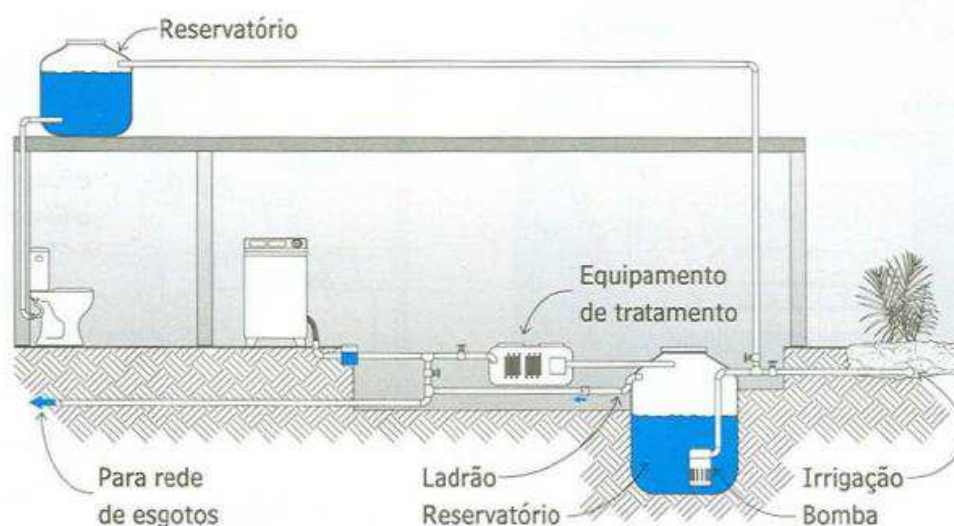
Quando da opção pelo tratamento de águas servidas para reuso, faz-se necessário a verificação da demanda existe a ser suprida por esta água tratada, visto que ocorre de ser tratado um volume maior que o necessário, vez que:

Um dos grandes investimentos para captação e tratamento de águas cinzas é a necessidade de um ramal de esgotamento independente para os pontos de consumo. Este investimento pode ser reduzido ao se estudar a demanda,

visto que em grande parte dos casos é possível coletar a água proveniente de apenas uma das prumadas e atender toda a demanda, pois o volume de água gerado principalmente por chuveiros e banheiras é muito maior do que o consumo em descargas por exemplo (SANTOS; BERTULINO; PFEIFER, 2010, p. 52).

Desse modo, a utilização do sistema de reuso de águas cinzas geralmente está associada a vantagens como: a estimulação e a conservação de água potável; permite melhorar a infraestrutura de abastecimento de água e tratamento de esgotos pela utilização múltipla da água aduzida e proporciona a educação ambiental. A figura 3 mostra um exemplo de reuso de águas cinzas.

Figura 3 - Exemplo de sistema de reuso de águas cinzas.



Fonte: VIGGIANO (2005, p. 77)

#### 4.4.1.3 Captação e reaproveitamento de águas pluviais

Tem-se observado com frequência que os empreendimentos imobiliários vêm aderindo à prática sustentável da utilização da água pluvial com destinação de uso não potável, vez que nesta prática há a captação, o tratamento, o armazenamento e a distribuição do escoamento superficial das precipitações pluviométricas.

Por outro lado, a mencionada técnica exige que seja feita um gerenciamento da qualidade e quantidade dessa água como nas demais fontes alternativas de abastecimento de água. A esse respeito advertem Santos, Bertulino e Pfeifer (2010, p. 59) que:

A água de chuva pode ser utilizada desde que haja controle de sua qualidade e verificação da necessidade de tratamento específico, de forma que não



comprometa a saúde de seu usuário, nem a vida útil dos sistemas envolvidos. A captação deve ser realizada em superfícies que apresentem menor contaminação possível. Deve ser analisado o sistema de drenagem para segmentar a captação de água.

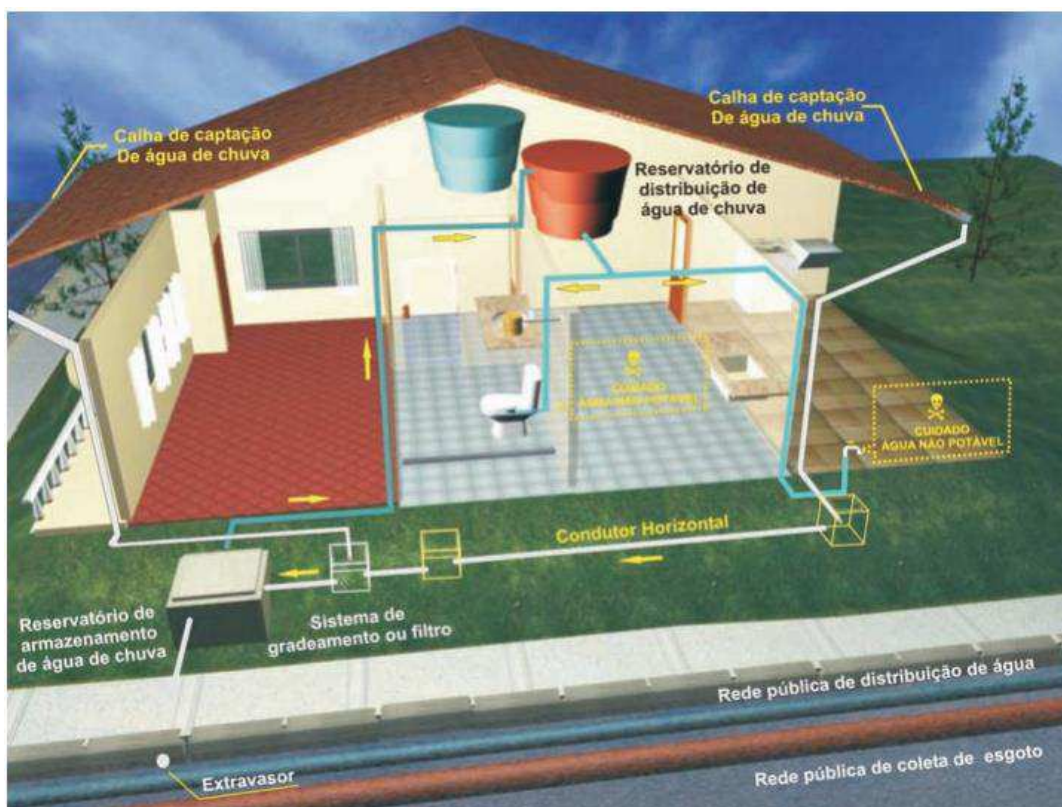
Quando da utilização do sistema de aproveitamento de águas pluviais, é necessário que seja feito um planejamento para, assim, ser possível a verificação da quantidade de água que será coletada e armazenada, levando-se em consideração que é imprescindível que a água coletada tenha um devido armazenamento e seja filtrada, a fim de garantir uma qualidade compatível com os usos previstos (MAY, 2009). Em que pese à aplicação deste sistema, May (2009, p.42) elenca em quais ambientes da edificação poderá ser instalado:

O sistema de aproveitamento de águas pluviais pode ser aplicado na descarga de vasos sanitários, sistemas de ar condicionado, sistemas de combate a incêndio, lavagem de veículos, lavagem de pisos e ainda na irrigação de jardins.

Segundo Fewkes (1999), os sistemas de aproveitamento de água de chuva podem ser implantados nos sistemas hidráulicos prediais por meio de soluções tecnicamente simples que visam reduzir significativamente o consumo de água potável. Para regiões com períodos chuvosos frequentes e bem distribuídos durante todo o ano, esse sistema é amplamente viável.

Por fim, lembram Bertulino e Pfeifer (2010) que para um tratamento de qualidade, deve-se considerar o sistema de segregação das primeiras águas, vez que estas permitem a concentração de um percentual de mais 90% e todos os agentes contaminantes da água. A figura 4 representa o sistema de reaproveitamento em uma edificação.

Figura 4 – Esquema ilustrativo de um sistema de reaproveitamento de água de chuva.



Fonte: Projeto Tecnologias para Construção Habitacional mais Sustentável - São Paulo/2007<sup>1</sup>.

#### 4.4.2 Eficiência energética

A eficiência energética pode ser definida como um conjunto de práticas consistentes no uso de fontes alternativas de energia, cuja função é reduzir os custos com energia ou aumentar a quantidade oferecida sem que haja alteração da geração. Santos, Bertulino e Pfeifer (2010, p.63) afirmam que o abastecimento de alguns sistemas com fontes alternativas de energia, constitui-se enquanto:

[...] uma significativa estratégia para redução do consumo de energia elétrica. O termo fonte alternativa de energia não deriva apenas de uma alternativa eficiente, ele é sinônimo de uma energia limpa, pura, não poluente, a princípio inesgotável e que pode ser encontrada em qualquer lugar pelo menos a maioria na natureza.

Desse modo, as fontes alternativas de geração de energia, além de substituírem as fontes tradicionais, são consideradas ambientalmente corretas por se originarem de fontes puras e não poluentes. Nesta perspectiva, apresenta-se a seguir

<sup>1</sup> Disponível em: <<http://carbonok.com.br/Downloads/HabitacaomaisSustentavel-D2-1-agua.pdf>>. Acesso em 18 set. 2019.

algumas das fontes alternativas de energia que têm contribuído para uma melhor eficiência energética.

#### 4.4.2.1 Geração de energia fotovoltaica

A energia solar utilizada tanto como fonte de calor ou de luz é uma das formas alternativas energéticas mais eficientes na solução dos problemas com escassez de energia que a população mundial tem enfrentado.

De acordo com Torres (2012), a energia solar fotovoltaica é adquirida por meio da conversão direta da luz em eletricidade, chamada de efeito fotovoltaico cuja realização se dá por intermédio dos dispositivos fotovoltaicos. Este efeito foi descrito pelo físico francês Edmond Becquerel, no ano de 1839, como sendo:

[...] o aparecimento de uma diferença de potencial nos extremos de uma estrutura de material semicondutor, produzida pela absorção da luz, ou seja, no momento da interação da radiação solar com o material semicondutor, ocorre a liberação e movimentação de elétrons por este material, gerando-se assim diferença de potencial (TORRES, 2012, p. 40).

A energia solar fotovoltaica, trata-se de uma fonte silenciosa com conversão direta da energia do sol em energia elétrica, que não polui o meio ambiente, vez que não há nenhum desgaste de materiais e é fonte renovável de energia elétrica “bastante adequada à integração no meio urbano, reduzindo quase completamente as perdas por transmissão e distribuição de energia devido à proximidade entre geração e consumo (SANTOS, BERTULINO e PFEIFER, 2010, p. 64)”.

#### 4.4.2.2 Lâmpadas de LED

Uma das formas de preservação de recursos naturais geradores de energia elétrica é a utilização de técnicas para redução do consumo de energia, isto é, substituir lâmpadas ineficientes (lâmpadas incandescentes) por lâmpadas eficientes (Light Emitter Diode – LED), sobretudo nos ambientes residenciais, que, como é notório, é o segmento que mais consome energia elétrica. A respeito da lâmpada de LED, afirmam Santos *et al.* (2015, p. 595-596) que:

A lâmpada de Light Emitter Diode (Diodo Emissor de Luz – LED) é uma evolução tecnológica que vem ganhando cada vez mais destaque no mercado de lâmpadas. Lâmpadas de LED são dispositivos semicondutores preenchidos com gases e revestidos com diferentes materiais de fósforo. Antigamente, o LED era utilizado apenas em alguns eletroeletrônicos para

indicar se estavam em stand by ou se estavam ligados. Atualmente, são capazes de emitir luz para iluminar um ambiente inteiro, podendo ser utilizados em luminárias domésticas, palcos, semáforos, faróis de automóveis, e até para a iluminação urbana.

As lâmpadas de LED se constituem enquanto tecnologias sustentáveis muito eficientes na redução do consumo de energia, por essa razão traz muitos benefícios do ponto de vista ambiental, de sorte que o consumo de energia é consideravelmente menor do que as lâmpadas convencionais, possuem maior durabilidade, o que gera menos troca e, conseqüentemente, causa menos descarte ao meio ambiente, bem assim são compostas por materiais que não agredem a natureza (SILVA *et al.*, 2010).

Damião Antônio (2016) aponta como desvantagem das lâmpadas de LED o custo de aquisição, vez que enquanto que uma lâmpada convencional custa em torno de R\$ 1,50, a lâmpada de LED custa em média R\$ 30,00, sendo que pode haver um retorno desse valor, só em economia de energia, num prazo de cinco anos.

#### 4.4.2.3 Sensores de presença

Mudanças simples no comportamento dos usuários podem contribuir para a redução do consumo de energia, a exemplo de não deixar as lâmpadas ligadas sem necessidade. Outra forma de se adquirir eficiência energética na redução do consumo é a instalação de sensores de presença.

A esse respeito, Caixeta (2018) afirma que os sensores de presença possuem excelente eficiência energética, vez que auxiliam muito na economia de energia porque, de forma automática, as lâmpadas são ligadas e desligadas. Sendo que a instalação destes dispositivos se dá normalmente próximos das lâmpadas, no teto ou ainda fixados nas paredes, podendo ser usados em todos os tipos de lâmpadas.

Em que pese ao maior benefício do sensor de presença, é sem dúvidas a economia de energia, vez que evita que as lâmpadas permaneçam acesas sem necessidade. Por outro lado, estes sensores podem ser empregados como medida de segurança, podendo ser instalados em entradas de casas, garagens, portarias, visto que ao primeiro movimento percebido as lâmpadas automaticamente ligam e, desta forma, aumenta o cuidado dos moradores (CAIXETA, 2018).

#### 4.4.2.4 Aquecedores de água

Parcela significativa do consumo de energia do país é atribuída aos sistemas prediais de aquecimento de água, sendo que a eficiência na utilização desta energia se relaciona com a qualidade dos projetos e alternativas construtivas, que por sua vez, permitirão racionalizar o uso dos recursos naturais.

##### 4.4.2.4.1 Aquecedor a gás

Segundo Chaguri Junior (2009) os equipamentos de aquecimento de água funcionam com várias fontes de energia, quais sejam: gás natural (GN) e gás liquefeito de petróleo (GLP), ou ainda com eletricidade, lenha, carvão e óleo combustível. Todavia, dentre estas fontes, o gás natural se apresenta como mais vantajoso, vez que:

[...] Sua utilização possibilita elevado rendimento térmico (pois a operação se faz com o excesso de mínimo de ar); controle e regulagem simples da combustão (com perfeita dosagem de gás e ar para obtenção de combustão completa por meio de uma mistura mais adequada entre combustível e comburente, CHAGURI JUNIOR, 2009, p. 29).

O investimento inicial é relativamente baixo com a instalação do sistema de aquecimento a gás, podendo se tornar inviável ante o aumento com custos de gás. Esta fonte é geradora de monóxido de carbono e seus resíduos de queima são tóxicos e, por isso, agredem o meio ambiente. Quanto ao seu funcionamento podem ser de passagem ou acumulação. Os de passagem apresentam pressão de água quente superior aos de passagem elétricos, ao passo que os sistemas a gás de acumulação apresentam uma utilização maior de pressão de água que o similar elétrico (SANTOS, BERTULINO e PFAEIFER, 2010, p. 63)

##### 4.4.2.4.2 Aquecimento solar

O sistema de aquecimento solar é constituído de coletor, boiler e sistema de aquecimento elétrico acoplado (sistema de apoio). A operação do sistema é muito simples. No reservatório (boiler) existe uma tubulação de saída (na parte inferior do reservatório) que capta a água mais densa e a conduz para os coletores para o aquecimento da mesma. Com seu aquecimento (e diminuição da densidade) ela é

conduzida por outra tubulação que entra na parte superior do boiler. Esse sistema garante a circulação da água e seu aquecimento constante enquanto houver radiação solar atuando no coletor (ANEEL, 2010).

Cada região apresenta uma quantidade de radiação solar, e é a partir deste dado que o dimensionamento do sistema é feito. No caso de São Luís o valor da radiação solar global diária (média anual típica) é de 5300 a 5500 Wh/m<sup>2</sup>.dia (ANEEL, 2010). A área de coletores necessária varia de acordo com o clima da região e como o nível de insolação é variável, o aquecimento solar precisa, em muitos casos, de um sistema de apoio (elétrico, gás, bombas de calor, etc.) (ANEEL, 2010).

#### 4.4.3 Permeabilidade

A permeabilidade refere-se a uma propriedade do solo onde é permitida a passagem da água por meio de pequenos espaços, podendo estes espaços serem maiores ou menores de acordo com o tipo de solo.

Assim, por exemplo, solos mais granulares (arenoso) têm uma maior permeabilidade, vez que possibilitam à água escoar por ele mais facilmente devido ao alto grau de porosidade desta espécie de terreno. Ao passo que solos mais finos, a exemplo do argiloso, acontece justamente o contrário, pois a baixa permeabilidade dificulta o escoamento da água pela terra, pois este tipo de solo tem menos espaços vazios que os solos arenosos (FURTADO, 2017). Sentone (2011, p. 27) define permeabilidade como:

[...] a medida macroscópica da facilidade com a qual um fluido pode fluir através dos espaços de um meio poroso. Trata-se então da interação entre o meio poroso e o fluido passante, e não de uma propriedade intrínseca a qualquer um dos dois apenas. Como comprovado anteriormente, depende do tamanho e continuidade dos poros. Sua medida está associada a diversas aplicações, sobretudo referente à microestrutura de meios porosos. A característica principal que indica a ocorrência de um fenômeno de permeabilidade é a existência de um gradiente de pressão entre dois meios, capaz de impulsionar o fluido de uma região de pressão mais elevada até a de menor pressão. Entretanto, dependendo das condições de pressão e características do meio, essa vazão pode apresentar regimes de escoamento que variam do laminar ao turbulento.

O pavimento permeável pode ser entendido como um dispositivo de infiltração onde o escoamento superficial é desviado por meio de uma superfície permeável para dentro de um reservatório de pedras localizado sob a superfície do terreno (URBONAS e STAHRÉ, 1993 *apud*. ARAÚJO *et. al.*, 2000). Geralmente os

pavimentos são formados por duas camadas de agregados, “uma de agregado fino ou médio e outra de agregado graúdo, mais a camada do pavimento permeável propriamente dito (SCHUELLER, 1987 *apud*. ARAÚJO *et. al.*, 2000).

Existem três classificações para os pisos permeáveis, quais sejam: pavimento de concreto poroso, pavimento de asfalto poroso e pavimento de blocos de concreto vazados preenchidos com material granular.

O Piso de concreto industrializado (blockets ou pavers) são peças moldadas de concreto destinadas à pavimentação intertravada. A Figura 5 apresenta um exemplo de paver.

Figura 5 - Blockets ou pavers



Fonte: TUBOSCOPEL<sup>2</sup>.

O Concreto poroso é um tipo de concreto dosado apenas com cimento, agregados graúdos e água, possibilitando a obtenção de uma mistura de alta permeabilidade e baixa densidade, um exemplo é o da Figura 6.

---

<sup>2</sup> Disponível em <<http://tuboscopel.com.br/produto-view/pavimento-intertravado-paver/>>. Acesso em 17 nov. 2019.



Figura 6 - Concreto poroso



Fonte: FÓRUM DA CONSTRUÇÃO<sup>3</sup>.

Concregramas são peças feitas de concreto para pavimentação de áreas externas e que são preenchidas com grama, proporcionando um piso permeável e drenante, além de proteger a grama contra esmagamento em locais de estacionamentos de veículos, permitindo também que haja escoamento da água da chuva pelo solo. A Figura 7 ilustra um exemplo desse material.

Figura 7 - Aplicação de grama em concregrama



Fonte: MACHADO PREMOLDADOS<sup>4</sup>.

<sup>3</sup> Disponível em <<http://www.forumdaconstrucao.com.br/conteudo.php?a=43&Cod=1773>>. Acesso em 17 nov. 2019.

<sup>4</sup> Disponível em <<https://machadopremoldados.com.br/v2/blog/instalacao-concregrama/>>. Acesso em 17 nov. 2019



A única limitação para a utilização de pisos permeáveis é quando a água não infiltra no subsolo devido à baixa permeabilidade do solo, ou existir uma camada impermeável, ou quando o nível do lençol freático é muito alto (URBONAS e STAHR, 1993 *apud*. ARAÚJO *et. al.*, 2000).

Cada município estabelece a partir de seu plano diretor qual a quantidade de área permeável que deverá ser destinada no terreno.

Porém com o objetivo de uma obra sustentável a área permeável deve ser maximizada, porque seu aumento reduz a vazão drenada superficialmente, melhora a qualidade da água e contribui para a recarga de água subterrânea (ARAÚJO *et. al.*, 2000).

#### 4.4.4 Cobertura verde

As coberturas verdes ou eco telhados são estruturas caracterizadas pela aplicação de cobertura vegetal nas edificações com impermeabilidade e drenagem adequadas. Segundo afirmam Righi *et al.* (2016, p. 03) os telhados verdes consistem basicamente em:

[...] uma camada da vegetação, uma camada de substrato (onde a água é retida e a vegetação é escorada) e uma camada de drenagem responsável pela retirada da água adicional. Os telhados verdes representam uma alternativa que compõem uma mudança de paradigmas projetuais, oferecendo a possibilidade de utilização de materiais locais, apresentando benefícios térmicos e acústicos, ganhos na umidificação do ar, suavização de altas temperaturas e filtragem de material particulado e gases nocivos à saúde humana.

Como forma de promover uma mudança nos modelos de projetos, os telhados verdes se apresentam como uma alternativa, vez que oferecem a possibilidade de uso de materiais locais, traz benefícios térmicos e acústicos, bem assim ganhos na umidificação do ar, suavização de altas temperaturas e filtragem de material particulado e gases prejudiciais à saúde humana (RIGHI *et al.*, 2016). Quanto aos benefícios das coberturas verdes, afirmam Santos, Bertulino e Pfeifer (2010, p. 44) que:

O primeiro benefício de coberturas verdes é o fator motivador da redução das temperaturas em climas quentes tropicais. O aproveitamento de água de chuva é um item fundamental para uma construção sustentável, independentemente do porte da obra. Essa capacidade de absorver água da chuva que cai sobre ele, atrasa o escoamento para o sistema de drenagem. A inércia ao escoamento da água da chuva faz com que o telhado verde seja uma opção atraente em regiões urbanas, pois se usado em grande escala pode reduzir também a probabilidade de enchentes.

Em que pese aos benefícios que o uso das coberturas verdes, destaca-se a contribuição para a estabilização do clima ao seu entorno, que serve de isolante térmico vez que traz:

[...] benefícios para os usuários e economia de energia, pois reduz gastos com a climatização e os efeitos das “ilhas de calor urbano”. Um estudo conduzido pelo Environment Canada Found demonstrou uma redução de 26% nas necessidades de resfriamento artificial nos dias quentes e uma redução de 26% nas perdas de calor nos meses de inverno (PIERGILI, 2007). Em termos de termo acústicas há uma melhora na edificação, tanto no inverno como no verão. Estudos de bioclimatismo indicam que, com o uso de coberturas vivas, seja possível melhorar em 30% as condições acústicas no interior da edificação, sem recorrer a sistemas de climatização ou ar-condicionado artificiais. O teto verde também mantém a umidade relativa do ar constante no entorno da edificação, forma um microclima e purifica a atmosfera no entorno da edificação, formando um microecossistema. Contribui no combate ao efeito estufa, aumentando o ‘sequestro’ (retirada) de carbono da atmosfera e ao mesmo tempo traz mais harmonia, bem-estar e beleza para os moradores e/ou ocupantes da edificação. É também um excelente atrativo para pontos comerciais, tornando-os mais visíveis, mesmo quando distantes de locais estratégicos (RIGHI *et al.*, 2016, p. 03).

Ademais, as plantas e a terra que recobrem o telhado verde funcionam como uma espécie de filtro natural da água, podendo ser armazenada de maneira que fique ainda mais limpa e depois ser utilizada na irrigação dos jardins e nas bacias sanitárias. A figura 8 representa um exemplo dessa tecnologia aplicada.

Figura 8 - Cobertura de edifício com telhado verde.



Fonte: Ecotelhado<sup>5</sup>.

---

<sup>5</sup> Disponível em <<https://ecotelhado.com/sistema/ecotelhado-telhado-verde/>>. Acesso em 18 nov. 2019

#### 4.4.5 Acessibilidade e mobilidade

A mobilidade e acessibilidade têm se apresentado com novos conceitos, pois surge a necessidade de se adequar ao dinamismo das exigências sociais que, cada vez mais, buscam por acesso a bens, mobilidade e redução na emissão de gases, sendo que um ambiente ecologicamente sustentável vem a cada dia se difundindo e buscado pelas comunidades.

Atualmente os condomínios residenciais das grandes cidades brasileiras já oferecem vários serviços aliados às novas tecnologias, a exemplo de bicicletários e sistemas de compartilhamento de uso de bicicletas (*bikesharing*) e compartilhamento de carros (*carsharing*) (AMARAL; STEIN, 2017).

##### 4.4.5.1 Bicicletário

Com o aumento dos congestionamentos, da poluição e dos preços altos dos combustíveis, as pessoas cada vez mais almejam por transportes ecologicamente viáveis. E nesta categoria as bicicletas estão ganhando mais espaço, seja para ser utilizada no transporte ou no lazer.

A bicicleta é um meio de transporte saudável e sustentável, contudo, a ausência de ciclovias e locais adequados e seguros para estacioná-las, constitui-se no principal motivo que desencorajam as pessoas a utilizarem mais este meio de transporte.

Assim, os condomínios têm realizado projetos para construção de bicicletários, que são definidos como espaços delimitados e destinados ao estacionamento de bicicletas, devidamente sinalizados, podendo ser cobertos ou não, contendo “suportes (para o travamento das bicicletas) soldados em mesma base ou colocados em intervalos regulares em uma área demarcada (SANTOS, BERTULINO e PFEIFER, 2010, p.49)”.

Segundo Santos, Bertulino e Pfeifer (2010) o espaço delimitado e adequado para construção do bicicletário deve ter dimensões mínimas, segundo normas da Association of Pedestrian and Bicycle, ou seja, o corredor deve conter dimensões mínimas de 1,2m; sendo que o espaçamento entre os suportes, terá a dimensão mínima de 0,75m, o comprimento da vaga não podendo ser inferior a 1,80m e os espaçamentos dos suportes ao limite demarcado de 0,60m.

#### 4.4.5.2 Bicicletas compartilhadas

A base da ideia do compartilhamento de bicicletas reside no fato de ser a bicicleta um meio de transporte barato, sustentável e que proporciona ao usuário uma sensação de liberdade. A respeito do compartilhamento de bicicletas, afirma Imhof (2018, p. 26) que:

Nos últimos anos, com o reconhecimento dos impactos negativos do uso do automóvel, em termos de congestionamento, poluição atmosférica e sonora, segurança, alterações climáticas e reduções da atividade física, combinado com o pagamento cada vez mais acessível e tecnologias de rastreamento, favoreceram o crescimento significativo dos sistemas de compartilhamento de bicicletas. Nesse contexto, os sistemas de compartilhamento de bicicletas desempenham um papel importante no aumento de opções de transporte sustentável, fazendo com que uma compreensão da sua utilização, em diversos tipos de cidades e vários tipos de usuários, torna-se importante.

As empresas brasileiras inspiradas pelo sistema de compartilhamento de bicicletas ou *bikesharing*, já existentes em vários países, vêm adotando este sistema em condomínios residenciais, utilizando-se de um método simples com vistas a facilitar a vida dos ciclistas, qual seja: primeiramente é criada uma estação dentro do condomínio onde ficaram depositadas as bicicletas, depois é feito um cadastro de todos os apartamentos e criada uma senha correspondente a cada um deles. Assim, quando o condômino quiser utilizar esse serviço, basta se dirigir à estação e informará o número de seu apartamento e senha, em seguida, o sistema desbloqueará o veículo (IMHOF, 2018).

Desse modo, o ciclista poderá utilizar a bicicleta por tempo ilimitado, deixá-la na estação sem precisar pagar diretamente pelo “empréstimo”, visto que o valor do serviço já estará incluso nas taxas condominiais.

Acresça-se, por fim, que o compartilhamento de bicicletas faz parte de um projeto sustentável, visto que é considerado o fato de muitas pessoas optarem por morar perto do trabalho, estudos e comércio, com o fim de se afastarem do trânsito congestionado, proporcionado, portanto, o uso da bicicleta mais acessibilidade para o percurso de pequenas distâncias (IMHOF, 2018).

#### 4.4.5.3 Carro compartilhado

O Compartilhamento de carro ou *Carsharing* pode ser entendido como “uma modalidade de uso de automóveis por um curto período de tempo, onde o usuário tem à sua disposição um automóvel para realizar viagens, geralmente curtas e a um preço acessível [...] o *Carsharing* pode ser pensado como uma forma organizada de aluguel de carro por um curto período de tempo, se diferenciando principalmente na forma como é cobrado e acessado (AMARAL; STEIN, 2017, p. 03).”

O *Carsharing* reside na ideia básica de se poder ter acesso a um bem material, no caso o carro, dele usufruir sem que tenha que suportar todos os custos financeiros que traria a posse normal de um carro.

O sistema do carro compartilhado tem sido implantado com sucesso em empreendimentos brasileiros e apresenta um método simples e acessível aos moradores do condomínio, que consiste na disponibilização de um aplicativo de celular, cuja administração deste é de responsabilidade do síndico, bastando, para tanto, que o morador faça uma reserva, efetue o pagamento por meio do cartão de débito ou crédito. Quando da retirada e devolução é necessário fazer uma vistoria e o tanque deve estar cheio (AMARAL; STEIN, 2017).

A grande vantagem deste sistema é por ser mais acessível e menos burocrático, bem assim que contribui para a melhoria da mobilidade urbana, pois há a redução do número de veículos em circulação.

## 5 TECNOLOGIAS SUSTENTÁVEIS APLICADAS AO EDIFÍCIO MONTE FUJI

### 5.1 Descrição do empreendimento

O Edifício “Monte Fuji”, está localizado na Rua do Farol, número 8, bairro Ponta do Farol, loteamento Jardim Renascença, na cidade de São Luís – Maranhão.

A região é residencial com alguns comércios e serviços. A figura 9 representa um mapa de localização do terreno onde será executado o edifício, limitado pelas linhas vermelhas.

Figura 9 - Planta de localização do local de implantação do Edifício Monte Fuji



Fonte: Google Earth<sup>6</sup>.

O empreendimento contará com apenas uma torre e será construído em uma etapa única, sendo construído pelo método convencional de estrutura de concreto. Na figura 10 é possível ver a simulação da fachada do edifício em 3D

<sup>6</sup> Disponível em <<https://earth.google.com/static/>>. Acesso em 10 de nov. 2019.



Figura 10 – Simulação da fachada do edifício em perspectiva 3D.



Fonte: BERG Engenharia (2019).

O empreendimento não busca nenhuma certificação ambiental. De acordo com o diretor de engenharia da construtora, Eng.º Marcelo Duarte, a decisão de adotar essas tecnologias sustentáveis: “foi tomada para fazer um estudo de viabilidade de construções socialmente responsáveis, pois hoje em dia a sustentabilidade e a acessibilidade são fundamentais em nossa sociedade, além de representar uma estratégia de marketing a mais para as vendas”.

Segundo o diretor, o acréscimo de custos no orçamento da obra devido aos itens relativos às tecnologias sustentáveis foi na faixa de 1,5%. Não foi fornecido os valores em reais, apenas em percentual.

A intenção da construtora é criar um padrão de construção socialmente responsável.

O projeto de energia fotovoltaica e a escolha do filtro a ser utilizado foram feitos sob consultoria com empresas especializadas nas determinadas áreas.

É importante ressaltar que o edifício está em fase inicial de construção, e todas as informações aqui colocadas são pautadas em projeções futuras e projetos a serem executados, sendo da construtora a inteira responsabilidade de cumpri-los.

Cabe salientar que o objetivo deste trabalho não repousa no cálculo e dimensionamento das tecnologias abaixo citadas, mas sim em apresentá-las, descrevê-las e discutir sobre o efeito da aplicação destas.

## **5.2 Estratégias de sustentabilidade do empreendimento**

### **5.2.1 Uso racional da água**

Para atender ao quesito de uso racional da água foi previsto no empreendimento o aproveitamento de águas pluviais e do ar condicionado.

#### **5.2.1.1 Captação e aproveitamento de água pluvial**

Este projeto tem como objetivo captar a água que precipita das chuvas na cobertura do edifício, juntamente com a água proveniente dos drenos dos aparelhos de ar condicionado das residências, para um reservatório específico para águas de reuso localizado no pavimento subsolo com capacidade de 15.000L, através de calhas e tubulações de PVC.

Toda a parte de tubulação e reservatórios foram dimensionados levando-se em conta as normas NBR 15527 (ABNT, 2007): Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis, NBR 5626 (ABNT, 1998) – Instalação predial de água fria e NBR 10844 (ABNT, 1989) – Instalações prediais de águas pluviais.

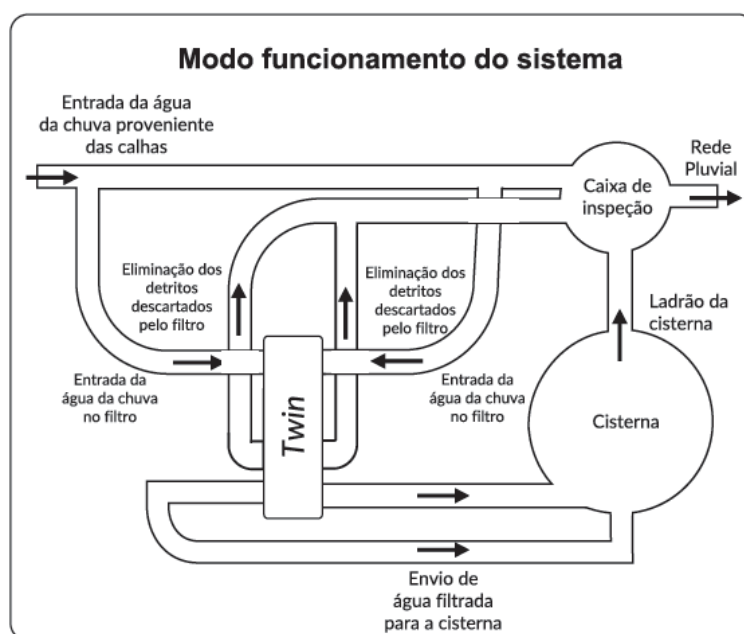
Essa água captada, antes de chegar ao reservatório de reuso localizado no subsolo, passa por um filtro específico que fica localizado também no subsolo, para então ser armazenada.(Anexo A).

O filtro foi escolhido com a consultoria de uma empresa de Londrina, especialista em oferecer soluções técnicas sustentáveis, que possibilitem redução de custo e de consumo de recursos naturais não renováveis: Ecosustentável –



Equipamentos e Soluções Ambientais, que indicou o Filtro Twin AcquaSave da marca 3P Technik (2019), cujo manual está no anexo H. Esse filtro é indicado para edificações com área de telhado de até 600m<sup>2</sup> (a área de cobertura do edifício é de 302,03m<sup>2</sup> - Anexo D). Sua instalação é de fácil manuseio. De acordo com o fornecedor, “possui elevada eficiência na separação de sólidos carregados com a água da chuva, graças ao seu sistema de filtragem em dois estágios: primeiro por cascatas, onde sólidos maiores são descartados, segundo por tela de gradeamento, onde os sólidos menores são retidos. ”. Esse filtro foi escolhido também pela facilidade de manutenção e limpeza, devido a esse ser considerado auto limpante, pois “seus dois miolos filtrantes possuem inclinação suficiente para evitar que os sólidos retidos permaneçam dentro do filtro, sendo assim carregados para a galeria pluvial”. A figura 11 demonstra o trajeto da água dentro do dispositivo.

Figura 11 - Trajetória da água dentro do filtro no processo de filtragem.



Fonte: ACQUASAVE<sup>7</sup>.

Em relação a manutenção, diz a norma NBR 15527 (ABNT, 2007), item 5.1, que “deve-se realizar manutenção em todo o sistema de reaproveitamento de água de chuva de acordo com a tabela”, como podemos observar na Tabela 1.

<sup>7</sup> Disponível em: <<http://acquasave.com.br/produtos/twin-filter/>>. Acesso em 19 nov. 2019

Tabela 1 - Frequência da Manutenção

<b>Componente</b>	<b>Frequência de manutenção</b>
Dispositivo de descarte de detritos	Inspeção mensal Limpeza trimestral
Dispositivo de descarte do escoamento inicial	Limpeza mensal
Calhas, condutores verticais e horizontais	Semestral
Dispositivos de desinfecção	Mensal
Bombas	Mensal
Reservatório	Limpeza e desinfecção anual

Fonte: NBR 15527 (ABNT, 2007).

Posteriormente, essa água vai para outro reservatório localizado em uma laje técnica, que fica acima do pavimento pilotis, através de um sistema de recalque equipado com bombas de recalque calculadas pelo projetista.

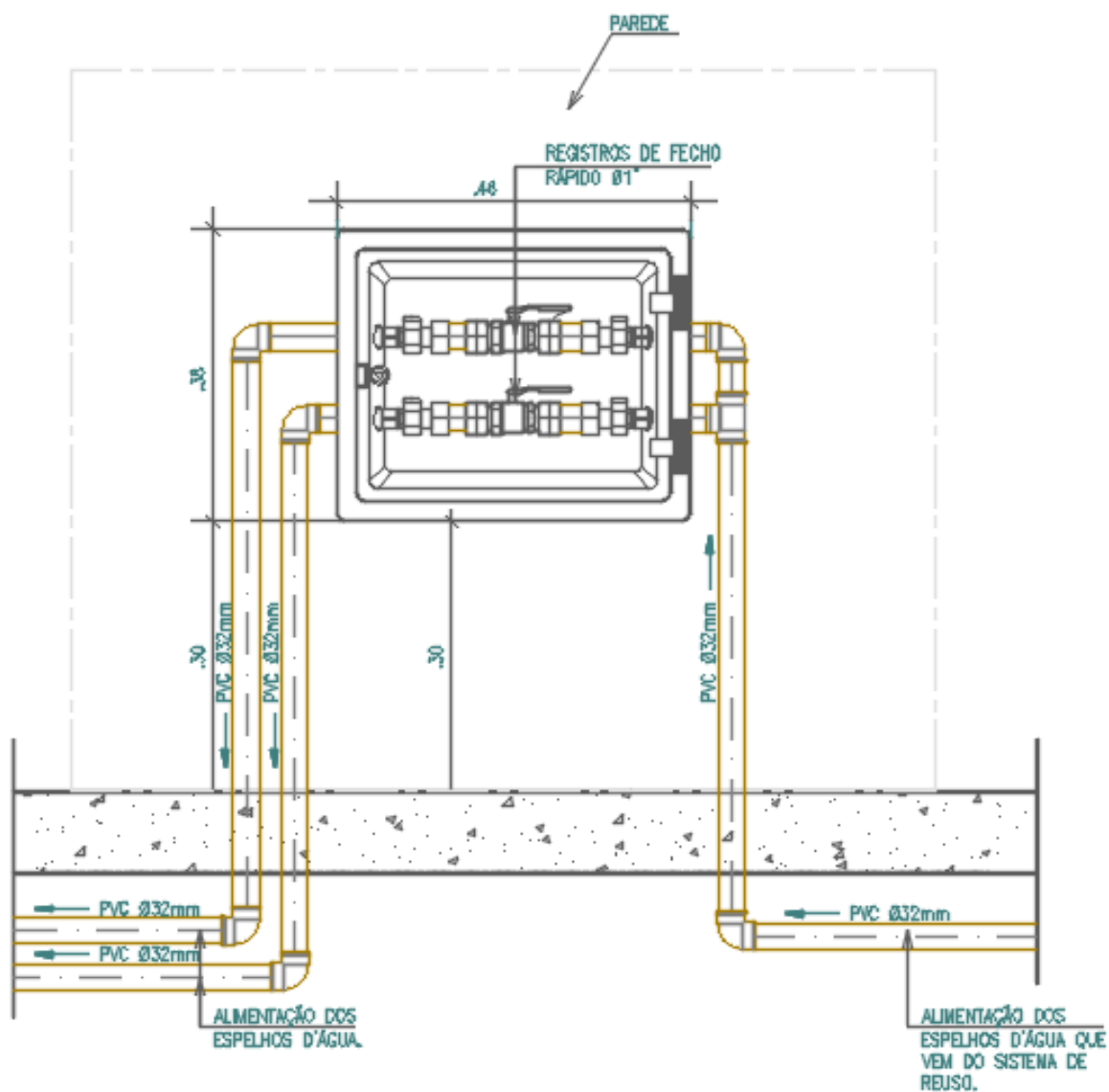
Desse segundo reservatório, será ramificada para os destinos finais aonde será utilizada.

Essa água será reaproveitada para:

- Irrigação do jardim e da horta
- Água para descarga dos banheiros da área comum;
- Limpeza dos pisos da área comum.
- Água estética para fonte e espelho d'água

A figura 12 representa uma parte retirada do projeto hidrossanitário do pavimento pilotis (Anexo B), mostrando o detalhe da tubulação de alimentação dos espelhos d'água.

Figura 12 – Detalhe da alimentação dos espelhos d'água.



Fonte: BERG Engenharia (2019).

A fim de que não ocorram erros executivos, em todos os projetos são especificados os tipos de água que serão utilizadas como alimentação para cada acessório. Assim também será indicada a tubulação de PVC específica - identificada pela cor marrom, como manda a norma NBR 15.527 (ABNT, 2007), item 4.4.2, que diz: "As tubulações e demais componentes devem ser claramente diferenciados das tubulações de água potável."

Vale ressaltar que de acordo com a norma referida acima, item 4.5.1, há necessidade de se fazer o estudo de qualidade da água devido a sua destinação final, que diz "Os padrões de qualidade devem ser definidos pelo projetista de acordo com a utilização prevista (...)". Para usos mais restritivos, deve ser utilizada a Tabela 2.

Tabela 2 – Parâmetros de qualidade de água de chuva para usos restritivos não potáveis

Parâmetro	Análise	Valor
Coliformes totais	Semestral	Ausência em 100 mL
Coliformes termotolerantes	Semestral	Ausência em 100 mL
Cloro residual livre <sup>a</sup>	Mensal	0,5 a 3,0 mg/L
Turbidez	Mensal	< 2,0 uT <sup>b</sup> , para usos menos restritivos < 5,0 uT
Cor aparente (caso não seja utilizado nenhum corante, ou antes da sua utilização)	Mensal	< 15 uH <sup>c</sup>
Deve prever ajuste de pH para proteção das redes de distribuição, caso necessário	mensal	pH de 6,0 a 8,0 no caso de tubulação de aço carbono ou galvanizado
NOTA Podem ser usados outros processos de desinfecção além do cloro, como a aplicação de raio ultravioleta e aplicação de ozônio.		
<sup>a</sup> No caso de serem utilizados compostos de cloro para desinfecção.		
<sup>b</sup> uT é a unidade de turbidez.		
<sup>c</sup> uH é a unidade Hazen.		

Fonte: NBR 15.527 (ABNT, 2007)

Para a desinfecção dessa água e assim atingir os valores exigidos, precisa-se executar um processo de cloração. A concentração de cloro residual livre é definida por norma e “deve estar entre 0,5 mg/L e 3,0 mg/L. (ABNT, 2007)”. No caso do Edifício Monte Fuji, esse tratamento será dado especificamente nos locais necessários.

Em todos os pontos de consumo, haverá placas indicativas com seguinte descrição “água não potável” e identificação gráfica, de acordo com o exigido pela norma NBR 15527 (ABNT, 2007), item 4.4.4, que diz: “Os pontos de consumo, como, por exemplo, uma torneira de jardim, devem ser de uso restrito ~ e identificados com placa de advertência com a seguinte inscrição “água não potável” e identificação gráfica. ”.

Dessa maneira, economiza-se uma quantidade significativa de água potável que iria ser usada para fins exclusivamente estéticos, além de reter a água que iria para o sistema de drenagem pública, que por vezes é sobrecarregado.

## 5.2.2 Eficiência energética

### 5.2.2.1 Geração de energia fotovoltaica

Este projeto visa aproveitar a abundante energia solar para, através de um processo fotovoltaico, gerar energia elétrica para usufruto do condomínio. Para o cálculo e execução desse projeto, a construtora contratou uma empresa paranaense

chamada ILUMISOL Energia Solar, especializada na área. A fim de descrever sobre os critérios de escolha e capacidade das placas a serem utilizadas, entrou-se em contato com a empresa fornecedora.

De acordo com a empresa, serão empregados no Edifício Monte Fuji o total de 24 módulos fotovoltaicos de 330W, gerando cerca de 948,96kWh de energia por mês.

Sobre os critérios de escolha, foi informado pela empresa fornecedora contratada: “Adotamos primeiramente o consumo médio dos últimos 12 meses e posteriormente analisamos a incidência da cidade onde será instalado o sistema, pois de uma cidade para outra há mudanças nos índices de radiação, então para que possamos dimensionar o sistema de acordo com a necessidade do cliente, levamos em conta o consumo médio e o local onde será instalado. Outro ponto é a viabilidade técnica do local (telhado) onde será instalado o sistema, não podendo ter nenhum ponto de sombreamento sobre os módulos, pois se tiver algum tipo de sombra, a geração de energia fotovoltaica ficará comprometida.”.

A empresa paranaense ficará a cargo da instalação dos módulos e garantirá a geração em contrato. E para que essa geração seja garantida, deve-se levar em consideração todos os critérios mencionados acima.

### 5.2.3 Acessibilidade

O prédio cumpre todas as características que prevê a norma NBR 9050 (ABNT, 2004) – Acessibilidade a Edificações, Mobiliário, Espaços e Equipamentos Urbanos, as quais foram julgadas indispensáveis para o conforto das pessoas. Para que uma obra seja completamente acessível, a norma deve ser atendida integralmente.

#### 5.2.3.1 Bicicletário

A construtora executará, no estacionamento do subsolo, um bicicletário com capacidade para 10 bicicletas (Anexo E).

Apesar de hoje ser um item obrigatório em São Luís, de acordo com a Lei Municipal Nº 5911, de 18 de dezembro de 2014, que “institui a obrigatoriedade da instalação de bicicletários em estacionamentos públicos e privados no âmbito do

Município de São Luís”, o bicicletário ainda é considerado uma inovação em muitos empreendimentos da cidade, devido a legislação recente e a não adaptação dos condomínios mais antigos.

#### 5.2.3.2 Compartilhamento de bicicletas

A construtora comprará o total de 06 (seis) bicicletas, que serão disponibilizadas como um benefício aos condôminos. A proposta é substituir o carro pela bicicleta como meio de transporte em viagens curtas, dentro da região, incentivando a atividade física e a diminuição da poluição.

A administração e gerência das bicicletas serão de inteira responsabilidade do condomínio.

#### 5.2.3.3 Carro compartilhado

A construtora comprará 01 (um) carro que ficará à disposição do condomínio. De acordo com o diretor da empresa, “a intuição é gerar conforto e praticidade para uma comunidade que possa compartilhá-lo. Sabemos que é inviável 60 famílias compartilhar um carro de forma rotineira, ainda mais em São Luís, entretanto, por exemplo, quando você for fazer a revisão do seu carro, a pessoa tem a alternativa de usá-lo e não ficar sem um carro enquanto isso.”

A administração e gerência do carro serão de inteira responsabilidade do condomínio, a construtora apenas disponibilizará o carro como um benefício aos condôminos.

A pesquisa e escolha do carro será feita apenas na época do lançamento do empreendimento. Os critérios para a escolha do carro serão características básicas, com conotação eco-sustentável.

#### 5.2.4 Outras tecnologias utilizadas

Serão implantadas outras tecnologias que visam também a máxima eficiência energética e economia de água, como:

- Lâmpadas de LED em toda a área comum do edifício
- Sensores de presença em toda a área comum (Anexo G)
- Louças e metais de baixo consumo em toda a área comum e nas residências.

### 5.3 Critérios de seleção das tecnologias

Para escolher quais tecnologias sustentáveis iriam ser aplicadas ao edifício, foi feito pelos diretores da construtora, uma pesquisa dentre as principais empresas do ramo imobiliário da região Sudeste, principalmente na cidade de São Paulo. Foi percebido que praticamente todos os empreendimentos da grande São Paulo tinham características atreladas ao tripé sustentabilidade, tecnologia e mobilidade urbana, pois são aspectos que estão com demandas elevadas na região.

Foi-se pesquisado, também, no Nordeste, em cidades mais parecidas com São Luís, como Fortaleza (CE), João Pessoa (PB) e Recife (PE), para buscar aspectos mais próximos ao centro em questão. A partir desse filtro inicial, foi escolhido tais tecnologias a serem implantadas no empreendimento, dado a realidade da cidade, a viabilidade econômica da construtora e o orçamento previsto para a obra.

O conceito do produto permanece dentro desse tripé (sustentabilidade, tecnologia e mobilidade urbana), porém, adaptada aos aspectos da sociedade maranhense e adequada ao orçamento planejado do empreendimento.

## 6 CONCLUSÃO E SUGESTÕES PARA FUTUROS TRABALHOS

### 6.1 Conclusão

O presente trabalho demonstrou, a partir da revisão de literatura, os aspectos positivos e negativos da aplicação das tecnologias sustentáveis, tanto para os moradores que irão usufruir do seu resultado final, quanto para o meio-ambiente e a sociedade, que em geral serão beneficiados com economia de energia elétrica, redução do consumo de água potável, diminuição do valor gasto com água e luz e a redução da emissão de gases poluentes.

Através das pesquisas bibliográficas e dos estudos de caso, é perceptível a quantidade de diferenciais e inovações na área de sustentabilidade presentes no mercado da construção civil, que podem ser aplicadas a edifícios residenciais. Cabe ressaltar que a adoção dos mesmos exige um maior nível de organização e planejamento, tanto na área orçamentária como nos métodos construtivos, tendo cautela na escolha da mão-de-obra e priorizar empresas especializadas, para assim conseguir contemplar todos os aspectos requeridos por norma.

Com relação ao objeto de estudo, Edifício Monte Fuji, houve um acréscimo de custos de 1,50%, referente ao investimento na parte sustentável. Entretanto, cabe destacar que a implantação desses diferenciais e inovações não trazem apenas os benefícios para o consumidor final, como também uma vantagem de mercado para a construtora. De acordo com o diretor da empresa, “ (...) no atual momento do mercado imobiliário de São Luís, a implantação dessas tecnologias foi uma estratégia que utilizamos como força de marketing para alavancar as vendas. Precisou-se agregar valor ao produto para se diferenciar da concorrência em um momento de baixa imobiliária. ”.

Esse diferencial competitivo traduziu para a construtora uma força de venda de 40% das unidades em dois meses de lançamento, número superior às outras obras da mesma empresa.

Foi notado a maior procura do conceito sustentável por parte sociedade maranhense. Percebeu-se, também, um crescimento da preocupação das empresas do setor de edificações atuantes em São Luís em se adequar às novas demandas. A mudança de comportamento dessas empresas foi notada quando duas construtoras



concorrentes, que lançaram seus imóveis depois, adotaram as mesmas tecnologias do edifício em questão.

Por fim, por meio da pesquisa de caráter descritivo e exploratório, pode-se contemplar o objetivo proposto de acordo com a metodologia adotada, que seria de analisar as tecnologias sustentáveis aplicadas ao Edifício Monte Fuji e seus efeitos. Foi-se coletado informações sobre diferenciais e inovações de sustentabilidade aplicadas a edifícios residenciais que mais estão sendo utilizadas no cenário atual. E também outros objetivos foram contemplados, como listar os critérios de seleção das tecnologias escolhidas pela construtora e analisar os pontos positivos e negativos das técnicas utilizadas, para o meio-ambiente, a sociedade, o consumidor final e a empresa.

## **6.2 Sugestões para trabalhos futuros**

A partir dos conhecimentos que foram adquiridos ao longo da realização deste trabalho, se faz interessante propor algumas sugestões para o desenvolvimento de estudos futuros

Sugere-se realizar uma pesquisa de mercado mais ampla sobre adoção das tecnologias de sustentabilidade apresentadas e a valorização de tais itens pelo mercado consumidor. É também interessante a execução de um estudo de viabilidades técnica, executiva e financeira dos itens listados no levantamento das tecnologias sustentáveis.

## REFERÊNCIAS

AMARAL, Peolla; STEIN, Paula. **Carsharing em condomínios residenciais verticais urbanos**: avaliação técnico-econômica. Departamento de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia de Transportes, Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, 12p., 2017. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/profile/Peolla\\_Paula\\_Stein/publication/320840387\\_CARSHARING\\_EM\\_CONDOMINIOS\\_RESIDENCIAIS\\_VERTICAIS\\_URBANOS\\_AVALIACAO\\_TECNICO-ECONOMICA/links/59fcee030f7e9b9968bf767f/CARSHARING-EM-CONDOMINIOS-RESIDENCIAIS-VERTICAIS-URBANOS-AVALIACAO-TECNICO-ECONOMICA.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Peolla_Paula_Stein/publication/320840387_CARSHARING_EM_CONDOMINIOS_RESIDENCIAIS_VERTICAIS_URBANOS_AVALIACAO_TECNICO-ECONOMICA/links/59fcee030f7e9b9968bf767f/CARSHARING-EM-CONDOMINIOS-RESIDENCIAIS-VERTICAIS-URBANOS-AVALIACAO-TECNICO-ECONOMICA.pdf)>. Acesso em: 15 nov. 2019.

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. **Energia Solar**. Disponível em: <[http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-Energia\\_Solar\(3\).pdf](http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-Energia_Solar(3).pdf)>. Acesso em 14 nov. 2019.

ARAÚJO, P. R., TUCCI, C. E. M. e GOLDENFUM, J. A. Avaliação da eficiência dos pavimentos permeáveis na redução de escoamento superficial, **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, 2000, vol. 5, n. 3, p. 21 – 29. Disponível em <<https://www.abrh.org.br/SGCv3/index.php?PUB=1&ID=44&SUMARIO=643>>. Acesso em 17 nov. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15527**: Água de chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis. Rio de Janeiro, 2007.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10844**: Instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050**: Acessibilidade a Edificações, Mobiliário, Espaços e Equipamentos Urbanos. Rio de Janeiro, 2004.

CAIXETA, Murilo Pereira. **Eficiência energética aplicada ao prédio dos laboratórios do Campus Patos de Minas**. 2018, 56p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Elétrica e de Telecomunicações) – Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais, 2018.

CAVALCANTI, Clóvis. **Sustentabilidade**: mantra ou escolha moral? Uma abordagem ecológico-econômica. *Estudos Avançados*, v. 26, n. 74, p. 35-50, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142012000100004>>. Acesso em: 14 nov. 2019.

CHAGURI JUNIOR, José Jorge. **Sistemas prediais de aquecimento de água a gás: parâmetro de dimensionamento e gerenciamento.** 2009, 104p. Dissertação (Mestre em Energia) – Programa de Pós-Graduação em Energia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

COSTA, Eduardo Dalla; MORAES, Clauciana Schmidt Bueno de. **Construção civil e a certificação ambiental: análise comparativa das certificações LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) e AQUA (Alta Qualidade Ambiental).** Engenharia Ambiental – Espírito Santo do Pinhal, v. 10, n. 3, p. 160-169, maio/jun, 2013. Disponível em: < [https://www.researchgate.net/publication/334695945\\_CONSTRUCAO\\_CIVIL\\_E\\_A\\_CERTIFICACAO\\_AMBIENTAL\\_ANALISE\\_COMPARATIVA\\_DAS\\_CERTIFICACOES\\_LEED\\_LEADERSHIP\\_IN\\_ENERGY\\_AND\\_ENVIRONMENTAL\\_DESIGN\\_E\\_AQUA\\_ALTA\\_QUALIDADE\\_AMBIENTAL](https://www.researchgate.net/publication/334695945_CONSTRUCAO_CIVIL_E_A_CERTIFICACAO_AMBIENTAL_ANALISE_COMPARATIVA_DAS_CERTIFICACOES_LEED_LEADERSHIP_IN_ENERGY_AND_ENVIRONMENTAL_DESIGN_E_AQUA_ALTA_QUALIDADE_AMBIENTAL) \_Engenharia\_Ambiental\_Pesquisa\_e\_Tec>. Acesso em: 13 nov. 2019.

COSTA LIMA, Gustavo F. da. **O debate da sustentabilidade na sociedade insustentável,** Política e Trabalho, Universidade Federal da Paraíba, nº 13, p. 201-222, set. 2009. Disponível em: < <https://periodicos.ufpb.br/ojs2/index.php/politica-trabalho/article/view/6404/19666>>. Acesso em: 07 nov. 2019.

DAMIÃO ANTÔNIO, Sebastião Mário. **Análise de características da eficiência energética em habitações.** 2016, 49p. Projeto (Graduação em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

ETHOS. Instituto Ethos De Empresas E Responsabilidade Social. São Paulo. **Apresenta informações gerais sobre responsabilidade social e as ações do instituto. 2008.** Disponível em: <[www.ethos.org.br](http://www.ethos.org.br)>. Acesso em: 12 nov. 2019.

FEIL, Alexandre André; SCHREIBER, Dusan. **Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável: desvendando as sobreposições e alcances de seus significados,** Cadernos EBAPE.BR, Rio de Janeiro, v. 14, nº 3, p. 668-681, artigo 7, jul./set. 2017. Disponível em: < [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1679-39512017000300667&script=sci\\_abstract&lng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1679-39512017000300667&script=sci_abstract&lng=pt) >. Acesso em: 07 nov. 2019.

FEWKES, A. **The use of rainwater for WC flushing: the field testing of a collection system.** Building and environment, v.34, n. 6, p. 765-772, 1999. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0360132398000638>>. Acesso em 11 nov. 2019.

FURTADO, Renan Carlos Duellis. **Desenvolvimento sustentável na construção civil.** 2017, 33p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Faculdade Pítágoras de Londrina, Paraná, 2017.

GONÇALVES, Daniel Bertoli. **Desenvolvimento sustentável: o desafio da presente geração.** Revista Espaço Acadêmico, Paraná, ano V, nº 51, p. 1-7, ago. 2009.

IMHOF, Aline Cervi. **Sistemas de compartilhamento de bicicletas sob a perspectiva dos sistemas produto-serviço:** contribuições para a sustentabilidade. 2018, 173p. Dissertação (Mestre em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018.

KAVA, Cintia Merlo. **A construção civil, a construção sustentável e a educação socioambiental:** um estudo de caso de aplicação nas habitações sociais. 2011, 116p. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2011.

LAMBERTS, Roberto. Sustentabilidade, Conforto e Eficiência Energética nas Habitações. **Anais da 58ª Reunião Anual da SBPC**, Jul. 2006, Florianópolis, SC. Disponível em: <<http://www.sbpcnet.org.br/livro/58ra/>>. Acesso em 16 nov. 2019.

LEITE, Vinicius Fares. **Certificação ambiental na construção civil – sistemas LEED E AQUA.** 2011, 59p. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

LOMBARDI, Lucas Ruiz. **Dispositivos poupadores de água em um sistema predial:** análise da viabilidade técnico-econômica de implementação no Instituto de Pesquisas Hidráulicas. 2012, 77p. Trabalho de Diplomação (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

LOUREIRO, Solange Maria; PEREIRA, Vera Lúcia Duarte do Vale; PACHECO JUNIOR, Waldemar. **A sustentabilidade e o desenvolvimento sustentável na educação em engenharia.** Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, Santa Maria, v. 20, n.1, p.306-324, 2016. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/reget/article/viewFile/19818/pdf>>. Acesso em: 11 nov. 2019.

MAY, Simone. **Caracterização, tratamento e reuso de águas cinzas e aproveitamento de águas pluviais em edificações.** 2009, 204p. Tese (Doutor em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

MORALES, Sheyla Pink Diaz; FIGUEREDO, Carla Taciane. **Sociedade industrial, modernidade e a lógica do desenvolvimento sustentável.** Periódicos da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, fev. 2011. Disponível em: <<http://periodicos2.uesb.br/>>. Acesso em: 07 nov. 2019

MORALES, Odair Barbosa de; SANTANA, Marcos Jorge Almeida. **Tecnologia, habitação e desenvolvimento sustentável.** Encontro Nacional sobre edificações e comunidades sustentáveis – III ENECS, Bahia, 2016. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/profile/Odair\\_Moraes/publication/242244241\\_TECNOLOGIA\\_HABITACAO\\_E\\_DESENVOLVIMENTO\\_SUSTENTAVEL/links/54882b0c0cf268d28f078cb7/TECNOLOGIA-HABITACAO-E-DESENVOLVIMENTO-SUSTENTAVEL.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Odair_Moraes/publication/242244241_TECNOLOGIA_HABITACAO_E_DESENVOLVIMENTO_SUSTENTAVEL/links/54882b0c0cf268d28f078cb7/TECNOLOGIA-HABITACAO-E-DESENVOLVIMENTO-SUSTENTAVEL.pdf)>. Acesso em: 12 nov. 2019.

NASCIMENTO, Elimar Pinheiro. **Trajectoria da sustentabilidade: do ambiental ao social, do social ao econômico.** Estudos avançados, v. 26, n. 74, p. 51-64, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142012000100005>>. Acesso em: 10 nov. 2019.

PINHEIRO, Priscila de França. **Implantação da responsabilidade social empresarial na gestão de fornecedores da construção civil** – análise do programa Tear. 2008, 161p. Dissertação (Mestre em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

REIS, Bruno Luis de Souza. **Construção civil: uma ferramenta para o desenvolvimento sustentável.** 2018, 22p. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Civil) – Centro Universitário de Araraquara – UNIARA, Araraquara, 2018.

RIGHI, Débora Pedrosa *et al.* **Cobertura verde: um uso sustentável na construção civil.** Periódicos da universidade de Santa Catarina, Santa Catarina, v. 4, p. 1-8, 2016. Disponível em: <<http://www.nexos.ufsc.br/index.php/mixsustentavel/article/viewFile/1514/887>> Acesso em: 18 nov. 2019.

SANTOS, Henrique Teixeira; BERTULINO, Rafael Rodrigues; PFEIFER, Thyago Tonetto. **Tecnologias sustentáveis aplicadas a edifícios residenciais.** 2010, 104p. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010.

SANTOS, Talia Simões *et al.* **Análise da eficiência energética, ambiental e econômica entre lâmpadas de LED e convencionais.** Eng Sanit Ambient, v. 20, n. 4, p. 595-602, out/dez, 2015. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/esa/v20n4/1413-4152-esa-20-04-00595.pdf>>. Acesso em: 14 nov. 2019.

SÃO LUÍS. **Lei Municipal Nº 5911, de 18 de dezembro de 2014.** Institui a obrigatoriedade da instalação de bicicletários em estacionamentos públicos e privados no âmbito do Município de São Luís, e dá outras providências. São Luís, 2014. Disponível em <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=280052>>. Acesso em 14 nov. 2019.

SCHREIBER, Duran; STRABURG, Virgílio José; FEIL, Alexandre André. **Análise dos eventos históricos para a concepção dos termos sustentabilidade e desenvolvimento sustentável.** REDE - Revista Eletrônica do PRODEMA, Fortaleza, v 10, n. 1, p. 7-21, jan/jun., 2016. Disponível em: <<http://www.revistarede.ufc.br/rede/article/view/308>>. Acesso em: 15 nov. 2019.

SENTONE, Daniel Tourinho. **Desenvolvimento de método para medida de permeabilidade superficial de revestimento de argamassa.** 2011, 139p.

Dissertação (Mestre em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

SILVA, Wilson Marques *et al.* **Avaliação da reutilização de águas cinzas e pluviais em edificações, construções verdes e sustentáveis.** Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v. 10, n. 11, p. 1-15, jan/jun, 2010. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2010c/avaliacao%20da%20reutilizacao.pdf>>. Acesso em: 14 nov. 2019.

TORRES, Regina Célia. **Energia solar fotovoltaica como fonte alternativa de geração de energia elétrica em edificações residenciais.** 2012, 164p. Dissertação (Mestre em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012.

VIGGIANO, M. H. S. Sistemas de reuso de águas cinzas. **Revista Técnica.** São Paulo: Pini, ano 13, n.98, p.76-79, maio 2005. Disponível em: <<https://permacoletivo.files.wordpress.com/2008/05/sistema-de-reuso-de-aguas-cinzas-techne.pdf>> Acesso em 18 nov. 2019.

## **ANEXOS**

**ANEXO A – PROJETO HIDROSSANITÁRIO - PLANTA BAIXA SUBSOLO**





**ANEXO B – PROJETO HIDROSSANITÁRIO - PLANTA BAIXA PILOTIS**



**ANEXO C – PROJETO HIDROSSANITÁRIO - PLANTA BAIXA TÉRREO**



**ANEXO D – PROJETO EXECUTIVO - PLANTA BAIXA COBERTURA**



**ANEXO E – PROJETO EXECUTIVO - PLANTA BAIXA SUBSOLO**





**ANEXO F – PROJETO EXECUTIVO - PLANTA BAIXA TÉRREO**



**ANEXO G – PROJETO ELÉTRICO - PLANTA BAIXA TÉRREO**

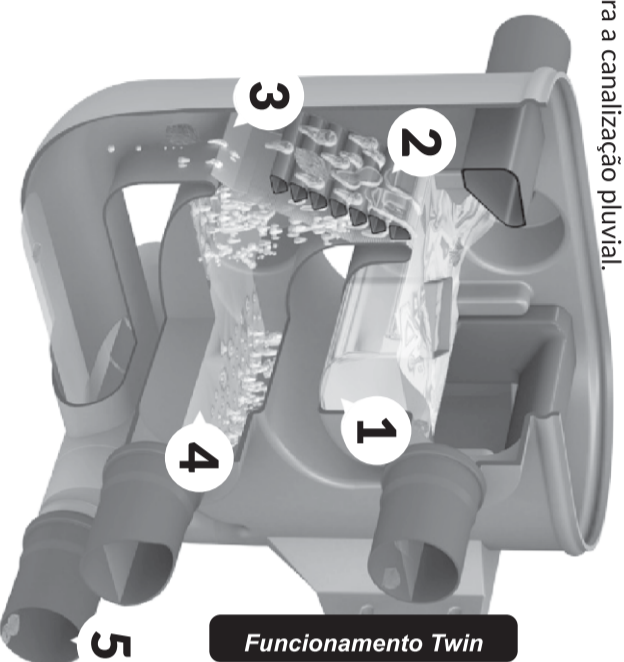
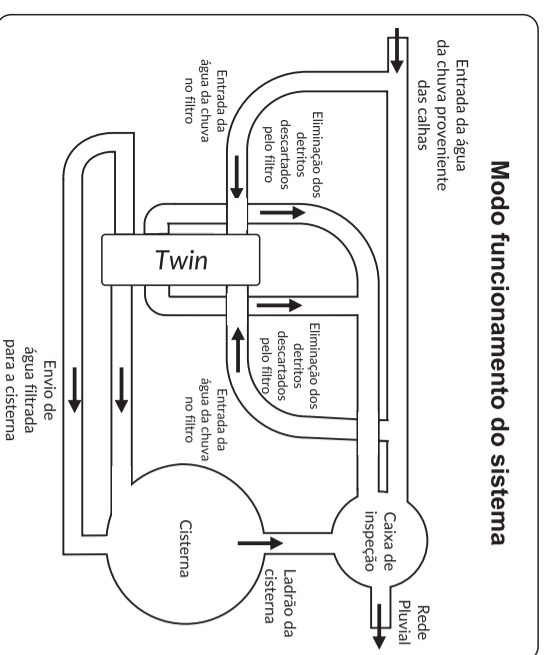




**ANEXO H – MANUAL FILTRO TWIN ACQUASAVE / 3PTECHNIK**

#### 4. Modo de funcionamento - Usos da água de chuva

- 1) A água de chuva, ao chegar ao filtro, é freada na bacia superior, sendo então conduzida a descer nas cascatas, por força do desenho especial destas.
- 2) A limpeza preliminar se dá pelo princípio das cascatas: A sujeira mais grossa (folhas, gravetos, e etc.) passa por cima dos vãos sendo direcionada para a galeria pluvial.
- 3) A água da chuva, já livre dos sólidos maiores, passa então pela tela (malha de 0,25mm x 0,60mm) abaixo das cascatas. Devido ao desenho especial da tela, ela conduz a sujeira fina - por ela retida - também para o descarte, isto é, ela é autolimpante. Com isso a possibilidade de obstrução é reduzida.
- 4) A água limpa encaminha-se para a cisterna.
- 5) Os sólidos eliminados pela filtragem são direcionados para a canalização pluvial.



Funcionamento Twin

(\*)Em termos de política ambiental voltada aos recursos hídricos destaca-se a promulgação da lei 9.433 que, em 1997, instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos - PNRH criando o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Conhecida como Lei das Águas, o normativo fornece instrumentos que possibilitam a melhoria da gestão sistemática do recurso.

- Usos comuns da água de chuva**
- |                      |                            |
|----------------------|----------------------------|
| Limpeza em geral     | Resfriar máquinas          |
| Descargas sanitárias | Irigar gramados            |
| Higienizar banheiros | Até 1/3 volume de piscina  |
| Lavanderias          | Lavar carros e utilitários |
| Tanques de limpeza   | Lavar equipamentos         |
- Para outros usos industriais, favor consultar a atual PNRH\*

#### 5. Termos de Garantia

O Twin tem garantia de 5 anos contadas a partir da emissão da nota fiscal de venda do produto. A garantia pode ser solicitada diretamente com a fábrica ou na revenda onde foi adquirido o Twin. A garantia não cobre: os tubos de ligação dos equipamentos à rede; despesas de deslocamento e transporte do produto para conserto ou manutenção; envio ou deslocamento de técnicos para averiguação de vícios ou defeitos de instalação e manutenção; defeitos decorrentes do mau uso dos equipamentos ou erros na instalação e uso do equipamento fora das especificações técnicas contidas neste manual. A nota fiscal de venda é imprescindível para validar a garantia deste produto.

#### Filtro Twin AcquaSave / 3P Technik

# TWIN

O Filtro Twin é indicado para edificações com área de telhado de até 600m<sup>2</sup>.

Sua instalação pode ser feita tanto acima do nível do solo, afixado em paredes ou enterrado antes da cisterna.

Possui elevada eficiência na separação de sólidos carregados com a água da chuva, graças ao seu sistema de filtragem em dois estágios: primeiro por cascatas, onde sólidos maiores são descartados, segundo por tela de gradeamento, onde os sólidos menores são retidos.

Seus dois miolos filtrantes possuem inclinação suficiente para evitar que os sólidos retidos permaneçam dentro do filtro, sendo assim carregados para a galeria pluvial.

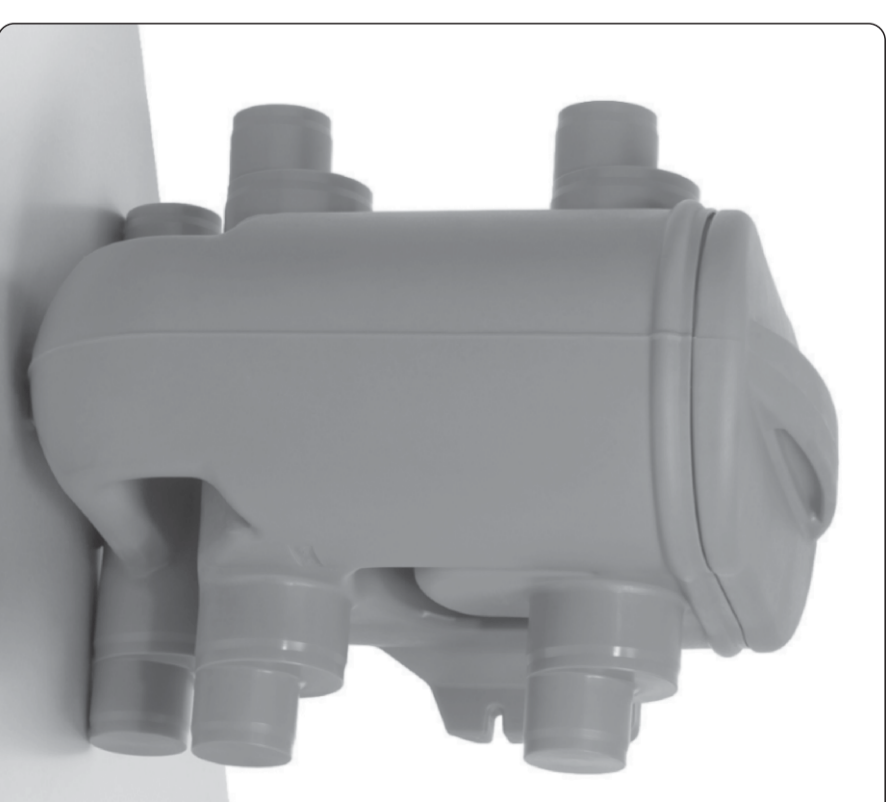
Sua manutenção é simples, os seus dois miolos filtrantes podem ser retirados facilmente, sem ferramentas especiais.

Conexão entrada:..... 2 x DN 110/160  
 Conexão p/ cisterna:..... 2 x DN 110/160  
 Saída para a galeria:..... 2 x DN 110/160  
 Trama da tela:..... 0,250 x 0,600 mm  
 Peso:..... 16 kg

#### Conteúdo deste manual

1. Dados técnicos
2. Limpeza e manutenção
3. Informações para transporte
4. Modo de funcionamento
5. Termos de garantia

Para um maior aproveitamento das suas potencialidades, favor ler com atenção e seguir às instruções para a montagem e operação do filtro de água de chuva Twin.



Dados do Fabricante/Importador

Metalúrgica Cacupé - Departamento AcquaSave  
 Rodovia Virgílio Várzea, 259 Bairro Monte Verde - Florianópolis SC Brasil CEP 88032 000  
 Fone +55 48 3238 0024 - e-mail: supervisor@acquasave.com.br  
[www.metalcacupe.com.br](http://www.metalcacupe.com.br) / [www.acquasave.com.br](http://www.acquasave.com.br)



## 1. Dados técnicos para instalação

Orientações básicas para a instalação do *Filtro Twin*.

- 1) Os tubos que descem das calhas são conectados nas duas entradas de água bruta do filtro. Pode-se usar um lado somente ou fazer a entrada pelos dois lados. Se a área de telhado for superior a 300m<sup>2</sup> as conexões devem ser feitas pelos dois lados. As conexões devem ser com luvas/reduções de: 160 para 150mm de PVC ou 110 para 100mm de PVC.



- 2) As duas saídas para a cisterna estão localizadas abaixo das entradas de água de chuva bruta. A conexão também devem ser com luvas/reduções de: 160 para 150mm de PVC ou 110 para 100mm de PVC.

- 3) O descarte das folhas e parte da água é feito através das duas saídas abaixo no filtro e deve ser direcionado para a galeria pluvial (eventualmente, dependendo do terreno, pode ser jogado novamente no mesmo, para haver absorção pelo solo). As conexões devem ser com luvas/reduções de: 160 para 150mm de PVC ou 110 para 100mm de PVC.

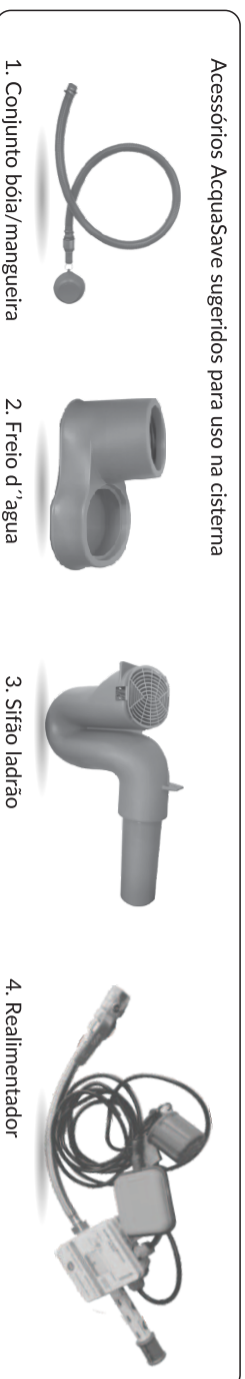
- 4) O filtro pode ser instalado tanto acima como abaixo do solo. Caso seja instalado abaixo da linha do solo, a base deve ser sobre terra bem firme ou ser construído um nicho próprio para que este não afunde. Como a borda superior fica rente ao solo, a tampa do filtro deve ficar bem fechada. A caixa para abrigar o *Filtro Twin* deve ter uma folga para as laterais variando entre 30 e 40cm além das dimensões do filtro.

- 5) O *Filtro Twin* pode ser instalado afixado em paredes resistentes através do seu suporte traseiro. Para afixá-lo é necessário: 4 parafusos 18 x120 mm, 4 buchas para carga pesada compatíveis com os 4 parafusos utilizados, 4 porcas para 18 mm e 4 arruelas grandes.

Ajuste na altura desejada, verificando se o filtro está nivelado. Faça as marcações dos furos. Fure utilizando a broca adequada. Insira as buchas. Posicione o filtro e insira o filtro com as arruelas. Aperte até não restar folga entre o filtro e a parede.

6. Os dois miolos filtrantes devem ser inspecionados e limpos. A frequência necessária vai depender das condições no local. Recomendamos que seja sobretudo antes das estações das chuvas e durante este período mensalmente, dado o grande fluxo de passagem de água.

Accessórios AcquaSave sugeridos para uso na cisterna



## 2. Dados técnicos Twin - limpeza e manutenção

Filtro	Entrada água da chuva	Saída rede pluvial	Saída cisterna	Malha filtragem em mm	Peso Km Kg
Twin	2 x DN 110 DN 160	2 x DN 110 DN 160	2 x DN 110 DN 160	0,250 x 0600	16

### Instruções para uma correta limpeza



Abra a tampa de acesso ao *Filtro Twin* e acesse o miolo.



Remove as cascatas filtrantes encaixadas no centro do Filtro.



Desaparafuse as telas filtrantes das cascatas. Utilize chave Allen 3mm.



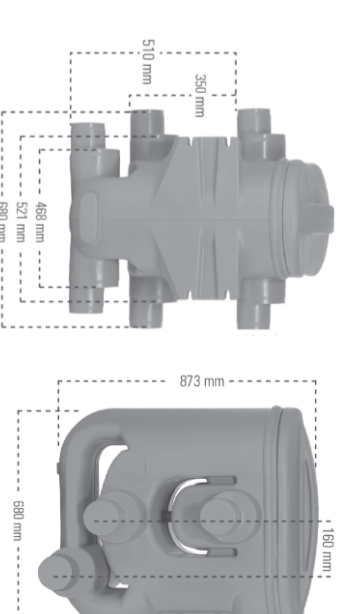
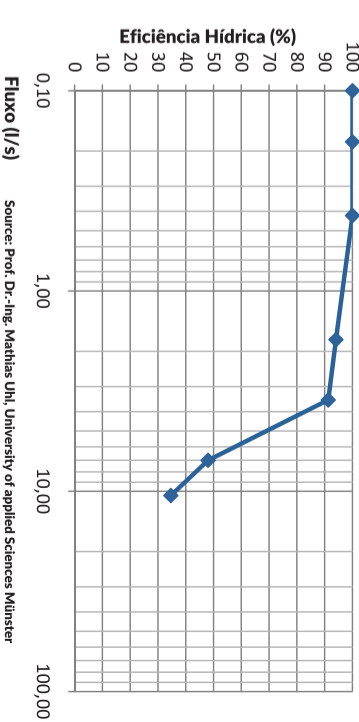
Com cuidado, lave as telas e escove-as com água e sabão líquido.

Atenção!

Nem sempre a obstrução da tela é visível a olho nu. Resinas de plantas podem se acumular sobre a tela e obstruir progressivamente os orifícios. Quando o filtro liberar muita água para a galeria pluvial certamente certamente é por causa do fenômeno acima descrito.

Uma maneira eficiente de limpar a tela e se livrar deste problema é lavar a tela no lava-louças.

### Rendimento por volume de vazão



### Limpeza e manutenção segundo a norma NBR 15527

- Item 4.3.6 - Os reservatórios devem ser limpos e desinfetado com solução de hipoclorito de sódio, no mínimo uma vez por ano, de acordo com à ABNT NBR 5626.
- Item 4.4.2 - As tubulações e demais componentes devem ser claramente diferenciados das tubulações de água potável.
- Item 4.4.3 - O sistema de distribuição de chuva deve ser independente da sistema de água potável não permitindo a conexão cruzada de acordo com ABNT NBR 5626.
- Item 4.4.5 - Os reservatórios de água de distribuição de água potável e de água de chuva deve ser separados.
- Item 5.1 - Deve-se realizar manutenção em todo o sistema de aproveitamento de água de chuva mensalmente e os reservatórios devem ser desinfetados anualmente.

### 3. Informações para transporte

