

UNIEVANGÉLICA

CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

THAYLLINE RODRIGUES PEDROSO

**UTILIZAÇÃO DE SISTEMAS SUSTENTÁVEIS EM
MORADIAS DESTINADAS À FAMÍLIAS DE BAIXA RENDA**

**ANÁPOLIS / GO
2019**

THAYLLINE RODRIGUES PEDROSO

**UTILIZAÇÃO DE SISTEMAS SUSTENTÁVEIS EM
MORADIAS DESTINADAS À FAMÍLIAS DE BAIXA RENDA**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA**

**ORIENTADORA: WANESSA MESQUITA GODOI
QUARESMA**

ANÁPOLIS / GO: 2019

FICHA CATALOGRÁFICA

PEDROSO, THAYLLINE RODRIGUES

Utilização de Sistemas Sustentáveis em Moradias destinadas à Famílias de Baixa Renda.

92P, 297 mm (ENC/UNI, Bacharel, Engenharia Civil, 2019).

TCC - UniEvangélica

Curso de Engenharia Civil.

1. Sustentabilidade

2. Águas Cinzas

3. Energia Solar

4. Economia Financeira

I. ENC/UNI

II. Bacharel (10^o)

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

PEDROSO, Thaylline Rodrigues. Utilização de Sistemas Sustentáveis em Moradias destinadas à Famílias de Baixa Renda. TCC, Curso de Engenharia Civil, UniEvangélica, Anápolis, GO, 92p. 2019.

CESSÃO DE DIREITOS

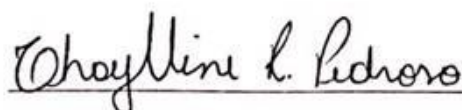
NOME DO AUTOR: Thaylline Rodrigues Pedroso

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO: Utilização de Sistemas Sustentáveis em Moradias destinadas à Famílias de Baixa Renda

GRAU: Bacharel em Engenharia Civil

ANO: 2019

É concedida à UniEvangélica a permissão para reproduzir cópias deste TCC e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte deste TCC pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.



Thaylline Rodrigues Pedroso

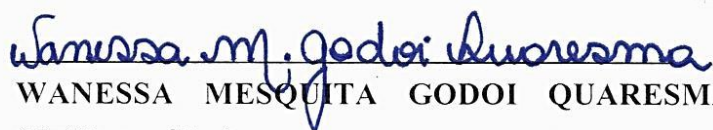
thaylline.engcivil@hotmail.com

THAYLLINE RODRIGUES PEDROSO

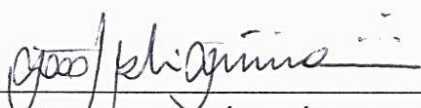
UTILIZAÇÃO DE SISTEMAS SUSTENTÁVEIS EM
MORADIAS DESTINADAS À FAMÍLIAS DE BAIXA RENDA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO AO CURSO DE
ENGENHARIA CIVIL DA UNIEVANGÉLICA COMO PARTE DOS REQUISITOS
NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL

APROVADO POR:



WANESSA MESQUITA GODOI QUARESMA, Mestra em Engenharia Civil
(UniEvangélica)
(ORIENTADORA)



JOÃO SILVEIRA BELÉM JÚNIOR, Mestre em Engenharia Civil
(UniEvangélica)
(EXAMINADOR)



MARY HELLEN DA COSTA MONTEIRO, Mestre em Ciências Moleculares
(UniEvangélica)
(EXAMINADORA)

DATA: ANÁPOLIS/GO, 29 DE MAIO DE 2019

RESUMO

Na atualidade, um dos termos e temas mais discutidos é a sustentabilidade, já que ao longo dos anos foi vista a importância da preservação dos recursos naturais disponíveis. Em contrapartida, a sociedade se mantém também à custa de recursos financeiros, que assim como o meio ambiente, são essenciais para o desenvolvimento humano. Levando em conta os importantes aspectos ambientais e socioeconômicos, este estudo irá relacionar esses dois temas, propondo uma alternativa e possibilidade de economia financeira residencial para pessoas menos favorecidas, de classe média baixa. Essa economia será estabelecida através de sistemas chamados *sustentáveis*, que substituirão e racionarão o uso de recursos essenciais para a sobrevivência humana. Os sistemas de reuso de águas cinzas e de aquecimento solar serão a base deste estudo. As águas cinzas são aquelas que apresentam menor índice de poluentes, como a água dos ralos de chuveiro, máquinas de lavar roupa, e tanque. Essas águas serão devidamente tratadas e disponibilizadas para serem novamente utilizadas, porém para fins não potáveis. A energia solar será a base para o aquecimento dos chuveiros, poupando assim o uso da energia elétrica para este fim. Através de um sistema de captação solar e de circulação em termosifão, a energia solar irá aquecer a água que em seguida é destinada ao chuveiro, promovendo assim a redução no consumo de energia vindo das empresas concessionárias. Neste trabalho, será executado um estudo de caso de uma moradia beneficiada com tais sistemas, e será observada a taxa e o período de retorno, comparando os gastos a mais de projeto com a economia financeira estabelecida.

PALAVRAS-CHAVE:

Sustentabilidade. Águas cinzas. Energia solar. Economia financeira. Moradias. Sistemas sustentáveis.

ABSTRACT

At the present time, one of the most discussed terms and themes is sustainability, since over the years the importance of preserving the available natural resources has been considered. On the other hand, society also remains at the expense of financial resources, which, like the environment, are essential for human development. Taking into account the important environmental and socioeconomic aspects, this study will relate these two themes, proposing an alternative and possibility of residential financial savings for low-middle class disadvantaged people. This economy will be established through so-called sustainable systems, which will replace and rationalize the use of resources essential for human survival. Gray water reuse and solar heating systems will be the basis of this study. Gray water is the one with the lowest pollutants, such as water from the shower drains, washing machines, and tank. These waters shall be properly treated and made available for reuse, but for non-potable purposes. The solar energy will be the base for the heating of the showers, thus saving the use of electric energy for this purpose. Through a system of solar pickup and circulation in thermosyphon, solar energy will heat the water that is then destined to the shower, thus promoting the reduction in the energy consumption coming from the concessionary companies. In this work, a case study of a dwelling benefited by such systems will be carried out, and the rate and return period will be observed, comparing the over-design costs with the established financial savings.

KEY-WORDS:

Sustainability. Gray water. Solar energy. Financial economy. Houses. Sustainable systems.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Casa com medidas sustentáveis em Goiânia-GO.....	17
Figura 2 – Casa Container	18
Figura 3 – Esquema de distribuição de água pelo planeta.....	20
Figura 4 – Exemplo de um sistema de Reuso de águas cinzas.....	22
Figura 5 – Impurezas contidas na água	25
Figura 6 – Participação de fontes renováveis de energia elétrica no Brasil e no mundo	30
Figura 7 – Matriz Elétrica Mundial para o ano de 2015.....	31
Figura 8– Matriz Elétrica Brasileira para o ano de 2016.....	32
Figura 9 – Evolução do Mercado de Aquecimento Solar no Brasil	34
Figura 10 – Sistema de Aquecimento Solar	35
Figura 11 – Coletor Solar	36
Figura 12 – Modelo de Instalação por Circulação Forçada.....	37
Figura 13 – Lançamento e localização do Sifão	39
Figura 14 – Modelo de Instalação de baixa pressão por Termossifão.....	39
Figura 15 – Evolução da capacidade acumulada instalada a nível Global.....	41
Figura 16 – Potência fotovoltaica instalada de sistemas conectados à rede no Brasil	42
Figura 17 – Planta Baixa da Residência	48
Figura 18 – Parte inferior do sistema de reuso de águas cinzas	58
Figura 19 – Modelo de Caixa d’água instalada (Reservatório de água para reuso não potável)	59
Figura 20 – Sistema de Aquecimento Solar (vista isométrica)	60

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Valores típicos do Consumo per capita de água.....	24
Tabela 2 – Distribuição do Consumo de água.....	24
Tabela 3 – Parâmetros de água requeridos, conforme NBR 13969/97 e Manual da ANA/FIESP & SindusCon/SP (2005).	26
Tabela 4 - Parâmetros de Engenharia mais prováveis para estimativa do consumo de cada ponto de utilização de água	49
Tabela 5 – Distribuição do consumo mensal médio.....	50
Tabela 6 – Valores do Fluxo Luminoso requerido para cada ambiente	51
Tabela 7 - Comparação da eficiência das lâmpadas fluorescentes compactas de 220V no mercado	52
Tabela 8 – Lâmpadas definidas para cada ambiente e seu consumo de energia (Kwh).....	53
Tabela 9 – Consumo de energia dos aparelhos elétricos estimados na Residência	54
Tabela 10 – Cobrança mensal e anual do consumo de água na cidade de São Francisco de Goiás.....	55
Tabela 11 – Cobrança mensal e anual do consumo de energia elétrica na cidade de São Francisco de Goiás	55
Tabela 12 – Oferta e demanda de água.....	56
Tabela 13 – Valores dos itens que compõem o sistema de reuso de águas cinzas; segundo tabela de composição de custo sintético atualizada pelo SINAPI (março 2019)	61
Tabela 14 - Valores dos itens que compõem o sistema de reuso de águas cinzas, segundo valores médios de mercado consultados.....	61
Tabela 15 – Valor dos componentes do sistema de aquecimento solar, conforme orçamento do fornecedor.....	61
Tabela 16 – Comparação de Valores de consumo com/sem o uso dos sistemas sustentáveis .	63
Tabela 17 – Custo do investimento nos Sistemas de Reuso de Águas Cinzas e Aquecimento Solar.....	64
Tabela 18 – Cálculo do Valor Presente Líquido.....	65

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLA

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
CDI	Certificado de Depósito Interbancário
CEAA	Contas Econômicas Ambientais da Água
CELG	Companhia Energética de Goiás
COT	Carbono Orgânico Total
COV	Compostos Orgânicos Voláteis
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DQO	Demanda Química de Oxigênio
ENEL	Ente Nazionale per l'energia elettrica
ETE	Estação de Tratamento de Esgoto
FIESP	Federação das Indústrias do Estado de São Paulo
GBC	Green Building Council
GW	Gigawatt (unidade de medida)
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
K	Kelvin
LEED	Leadership in Energy and Environmental Design
MME	Ministério de Minas e Energia
NBR	Norma Brasileira
ONG	Organização não Governamental
PRODEEM	Programa de Desenvolvimento Energético de Estados e Municípios
SANEAGO	Companhia de Saneamento de Goiás
SELIC	Sistema Especial de Liquidação e de Custódia
SFV	Sistema Fotovoltaico
SINAPI	Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
TMA	Taxa Mínima de Atratividade
TWh	Terawatt-hora (unidade de medida)
VPL	Valor Presente Líquido

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	11
1.1 OBJETIVOS	12
1.1.1 Objetivo geral	12
1.1.2 Objetivos específicos.....	12
1.2 JUSTIFICATIVA.....	12
1.3 METODOLOGIA	13
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	13
2 SUSTENTABILIDADE.....	15
2.1 CONCEITO	15
2.2 MORADIAS SUSTENTÁVEIS	15
2.2.1 Origem.....	15
2.2.2 O que são as moradias sustentáveis	16
2.2.3 Casa Sustentável em Goiânia-GO.....	17
2.2.4 Casa Container em Cotia-SP.....	18
3 ÁGUAS CINZAS	19
3.1 A ÁGUA NA TERRA	19
3.2 REUSO DE ÁGUAS CINZAS	20
3.3 SISTEMA DE REUSO	21
3.4 SISTEMA DE COLETA E ARMAZENAMENTO	23
3.5 CARACTERÍSTICAS DA ÁGUA	25
3.5.1 Características Físicas.....	26
3.5.2 Características Químicas	27
3.5.3 Características Biológicas.....	28
3.6 TRATAMENTO DO EFLUENTE	28
4 ENERGIA SOLAR.....	30
4.1 MATRIZ ELÉTRICA NO BRASIL E NO MUNDO.....	30
4.2 TIPOS DE ENERGIA SOLAR.....	32
4.3 ENERGIA SOLAR TÉRMICA	33
4.3.1 Composição do Sistema.....	34
4.3.2 Coletores Solares	35
4.3.3 Sistema de aquecimento por Circulação Forçada	36
4.3.4 Sistema de Aquecimento por Termossifão.....	37

4.4	ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA	40
4.4.1	Panorama do Mercado Fotovoltaico.....	40
4.4.2	Normas Técnicas.....	42
4.4.3	Sistemas Fotovoltaicos	42
5	PARÂMETROS ECONÔMICOS.....	44
5.1	VPL.....	44
5.2	PAYBACK.....	45
5.2.1	Payback Simples.....	46
5.2.2	Payback Descontado.....	46
6	ESTUDO DE CASO	47
6.1	CARACTERIZAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DA RESIDÊNCIA.....	47
6.2	CONSUMO/DEMANDA DE ÁGUA	49
6.2.1	Consumo estimado para cada aparelho sanitário	49
6.2.2	Consumo Total de água	50
6.3	CONSUMO DE ENERGIA.....	50
6.3.1	Consumo da energia para iluminação	50
6.3.2	Consumo da energia dos Aparelhos elétricos	53
6.3.3	Consumo Total de Energia	54
6.4	VALORES PRATICADOS PELAS CONCESSIONÁRIAS.....	54
6.5	SISTEMA DE REUSO DE ÁGUAS CINZAS.....	55
6.5.1	Dimensionamento dos Reservatórios.....	56
6.5.2	Detalhamento dos Reservatórios.....	57
6.6	SISTEMA DE AQUECIMENTO SOLAR.....	59
6.7	PROJETOS DE INSTALAÇÃO DOs SISTEMAS PROPOSTOS	60
6.7.1	Valores dos Componentes dos Projetos.....	61
6.8	ANÁLISE FINANCEIRA – SISTEMAS SUSTENTÁVEIS X CONVENCIONAL	62
7	RETORNO FINANCEIRO	63
7.1	PERÍODO DE RETORNO - PAYBACK.....	63
7.2	VALOR PRESENTE LÍQUIDO – VPL.....	64
7.3	TAXA DE RETORNO	66
8	CONCLUSÃO.....	67
	REFERÊNCIAS	69
	APÊNDICE A – Projeto Arquitetônico da Residência em Estudo	77
	APÊNDICE B – Projeto Sanitário 1 (não convencional) da Residência	78

APÊNDICE C – Projeto Hidráulico 1 (não convencional) da Residência em Estudo	79
APÊNDICE D – Quantitativo e Valores dos componentes dos Sistemas Sustentáveis	80
APÊNDICE E – Projeto Sanitário 2 (convencional) da Residência em Estudo.....	82
APÊNDICE F – Projeto Hidráulico 2 (convencional) da Residência em Estudo	83
APÊNDICE G – Quantitativo e Valores dos componentes do Projeto Convencional	84
APÊNDICE H – Tabela de Cálculo Valor Presente Líquido - Atualizações Mensais	85
ANEXO A – Fatura de Energia para demonstração das tarifas.....	87
ANEXO B – Fatura de Água para demonstração do Custo mínimo fixo	88
ANEXO C – Orçamento dos Componentes do Sistema de Aquecimento Solar	89

1 INTRODUÇÃO

Com o grande desgaste dos recursos naturais e as necessidades da população na utilização destes, há uma grande preocupação quanto à sua escassez, e, conseqüentemente, a busca de uma alternativa para minimizar a grande demanda. Ademais, a população sofre um constante crescimento, e desta forma ocorre um aumento gradativo na geração de resíduos sólidos, o que reflete também em impactos ambientais. Como uma forma de preservar o meio ambiente e minimizar estes impactos, causados tanto pela utilização desenfreada dos recursos naturais, quanto pela grande quantidade de resíduos gerados diariamente, surge então a “Sustentabilidade”, que pode ser definida como uma forma de explorar de modo consciente, e vem sendo aplicada no reaproveitamento, reciclagem, uso racional e redução de desperdícios (SUSTENTABILIDADE, 2004).

Na Engenharia Civil, é cada vez mais comum a preocupação com a sustentabilidade, já que a construção civil é um dos ramos que mais necessita da utilização de recursos naturais. Além disso, analisa-se que algumas das principais cidades do Brasil, apresentam a indústria da construção civil como responsável por uma média de 60% de todo o resíduo sólido gerado no país (PINTO, 2005).

Neste trabalho, dentro do termo “construção sustentável”, não será falado sobre o uso sustentável nas etapas de uma obra, mas sim sobre a utilização e reaproveitamento dos recursos durante a vida útil da construção, o que irá refletir também em economia financeira. O principal foco será o estudo das diversas formas e vantagens de se buscar uma alternativa sustentável após a finalização da obra, durante a utilização do imóvel, com sistemas de reaproveitamento, economia, e com a utilização de recursos renováveis. No entanto, a utilização desses sistemas só é comum em condomínios residenciais ou casas de alto padrão, que são voltados para famílias de classe média alta. Atualmente, tanto os construtores individuais quanto as grandes construtoras, não investem neste tipo de sistemas em residências para os menos favorecidos, devido à possível elevação no valor venal do imóvel, o que pode dificultar a venda do mesmo. Sendo assim, fugindo do panorama comum, esse estudo será voltado para uma classe de moradia de famílias menos favorecidas, e pretende mostrar que optar por este tipo de investimento pode ser muito viável, se for considerada a taxa de retorno estabelecida pela economia nas contas de água e energia (PENA, 2018).

Ao longo do presente trabalho, será evidenciada a importância da utilização de sistemas sustentáveis em moradias destinadas à famílias de baixa renda, sistemas estes que

irão reduzir o consumo de recursos vitais, como a água, através de sistemas de reaproveitamento e sistemas para a economia de energia elétrica.

1.1 OBJETIVOS

Os objetivos deste trabalho seguem abaixo descritos em objetivo geral e objetivos específicos.

1.1.1 Objetivo geral

O objetivo geral deste estudo é propor uma alternativa que possibilite a redução das despesas domésticas e promova a conservação ambiental, através da instalação de sistemas de geração de energia solar para aquecimento e tratamento de águas cinzas para reuso, evidenciando suas vantagens econômicas e ambientais; fazer uma análise econômica, buscando um custo acessível e atestando a possibilidade de implantação dos sistemas em moradias destinadas à famílias de baixa renda.

1.1.2 Objetivos específicos

Efetuar uma pesquisa em fontes digitais e impressas de imóveis e empreendimentos já existentes que fizeram a implantação de sistemas de reaproveitamento de água ou utilização de energia solar, para corroborar a crescente credibilidade desses sistemas.

Fazer uma análise de viabilidade técnica e econômica, demonstrando previamente a composição de cada sistema e a sua estruturação, e posteriormente apresentar o modelo de implantação e os custos dos projetos.

Comparar o custo adicionado à obra à economia financeira estabelecida, observando o período e a taxa de retorno.

1.2 JUSTIFICATIVA

Atualmente, pode ser vista com frequência a instalação de sistemas sustentáveis em condomínios fechados, visando além da preservação do meio ambiente, uma economia financeira. Entretanto, devido ao custo inicial elevado, esses sistemas são normamente voltados à pessoas com maior poder aquisitivo.

Este estudo pretende analisar a viabilidade de implantação de sistemas de reuso de águas cinzas e de aproveitamento da energia solar, tanto para famílias de baixa renda, visando uma futura economia financeira nas contas de água e luz, quanto para o poder público (para implantação em moradias populares). A importância deste estudo se estende também à preservação do meio ambiente, já que se trata de economia de água e uso de energia renovável e limpa.

1.3 METODOLOGIA

Inicialmente, este trabalho visa apresentar definições e conceitos acerca da sustentabilidade. Em seguida, será falado sobre os possíveis sistemas que serão instalados nas moradias, como os sistemas de reuso de águas cinzas e de energia solar, relacionando este estudo com uma análise da importância e necessidade de se investir neste tipo de sistema.

O trabalho será realizado através de uma pesquisa exploratória descritiva em diversas fontes, como artigos digitais e impressos, revistas, livros, e na rede mundial de computadores; que apresentem estudos sobre sistemas sustentáveis instalados em imóveis residenciais. Dentre os sistemas mais utilizados atualmente, será feita uma investigação sobre a eficiência destes, além de uma análise financeira verificando a possibilidade de implantação em pequenas residências. Esta análise será feita através de um estudo de caso, onde serão apresentados e explorados dois projetos separadamente: um de sistema de reuso de águas cinzas, e um projeto de aquecimento solar; ambos instalados em uma mesma residência (à qual será o objeto de estudo). Este estudo irá também levantar o consumo de água e energia desta residência e os valores das tarifas vigentes no mercado.

Ao final desta etapa, serão apresentados o custo adicionado à obra com a instalação dos dois sistemas, e através dos métodos *Payback* e *VPL*, serão calculados e apresentados a taxa e o período de retorno do investimento.

Por fim, este trabalho terá apresentado e proposto um sistema financeiramente acessível, e que além de beneficiar as famílias de menor poder aquisitivo, irá promover a conservação ambiental.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

Para atingir os objetivos propostos, o trabalho está organizado em oito partes:

Capítulo 1, onde está apresentada a introdução, conforme descrita acima; Capítulos 2, 3 e 4, apresentarão o estudo sobre sustentabilidade, águas cinzas e energia solar; Capítulo 5 falará sobre os parâmetros econômicos; Capítulo 6 apresentará todo o estudo de caso; Capítulo 7 discutirá os resultados obtidos com as análises, ou seja, mostrará os cálculos que definirão o período e a taxa de retorno do investimento; Capítulo 8, por fim, apresentará a conclusão.

2 SUSTENTABILIDADE

O termo sustentabilidade é abordado nesse capítulo onde é apresentado os tópicos elucidativos sobre a ideia inicial deste trabalho.

2.1 CONCEITO

O termo Sustentabilidade é utilizado para definir um conjunto de ações que visa o uso consciente e a preservação dos recursos naturais, de modo a garantir que eles possam continuar a beneficiar as futuras gerações humanas. A palavra Sustentabilidade traz a idéia de “sustentar”, ou seja, manter. Sendo assim, a exploração feita de modo sustentável pretende impedir a escassez e o esgotamento de determinado recurso, mantendo sua existência e utilização para benefício da sociedade e das formas de vida em geral (MIKHAILOVA, 2004).

A preocupação com a sustentabilidade surgiu após a sociedade perceber os danos que a exploração causava ao meio ambiente, oferecendo assim um risco à saúde e sobrevivência humana. A partir daí, começaram a surgir ações e alternativas para minimizar ou reverter tais danos. E como reflexo disso, a sustentabilidade se tornou um dos temas mais discutidos e estudados em todos os âmbitos da ocupação social, e tratado com grande importância em todos os setores, especialmente no da Construção Civil (MIKHAILOVA, 2004).

2.2 MORADIAS SUSTENTÁVEIS

Moradias sustentáveis são aquelas que utilizam algum recurso ou técnica construtiva para reutilizar recursos esgotáveis.

2.2.1 Origem

O movimento das edificações sustentáveis não teve origem de um único acontecimento. Na verdade, ele advém de vários efeitos cumulativos ao longo da história. Mais do que nós, nossos ancestrais dependiam do meio ambiente para sua sobrevivência, e utilizavam os recursos disponíveis para caçar, criar abrigos e cultivar terras. Neste período os recursos eram abundantes, se comparado o volume populacional da época ao atual. Contudo, esse equilíbrio entre pessoas e meio ambiente foi deixando de existir na medida em que o ser humano se habituou a exaurir os recursos naturais. Um dos fatores que contribuiu para o

colapso de algumas sociedades primitivas foi o esgotamento dos recursos naturais, e desde então a destruição do meio ambiente vem sendo uma ameaça para a vida contemporânea (KEELER & BURKE, 2010).

2.2.2 O que são as moradias sustentáveis

Em um período anterior, a cerca de 10 anos atrás, a expressão Edificação Sustentável era associada a um estilo de vida alternativo, e trazia a idéia de uma filosofia corajosa, ou uma cultura primitiva, onde os adeptos comumente habitavam e viviam de maneira independente, afastados da sociedade. Hoje, porém, vista a necessidade de haver um pensamento mais racional e ecológico, essa visão antiquada foi deixada de lado, e surgiram definições mais contemporâneas acerca da Edificação Sustentável (KEELER & BURKE, 2010).

Sendo assim, as moradias sustentáveis são aquelas que seguem as premissas da Sustentabilidade durante sua construção ou durante o seu ciclo de vida, projetadas visando a preservação do meio ambiente e o bem-estar dos moradores (KEELER & BURKE, 2010). Como o impacto ambiental causado pelo setor residencial é muito significativo, existem algumas organizações que promovem medidas para que os profissionais do setor construtivo possam desenvolver projetos de moradias sustentáveis. Uma delas é a Green Building Council Brasil, que é uma ONG que visa ampliar a indústria de construções sustentáveis no Brasil, a fim de garantir o equilíbrio entre desenvolvimento econômico e impactos ambientais. A GBC Brasil certifica a sustentabilidade de diferentes construções (MARA DEI, 2017).

O principal objetivo dos construtores que investem em grandes projetos voltados para a sustentabilidade é garantir a preservação ambiental e assegurar uma economia significativa nas residências, promovendo assim um retorno financeiro. Os sistemas sustentáveis mais utilizados hoje nas residências são aqueles que promovem economia e reuso de águas, como tratamento de águas cinzas e pluviais, e sistemas de geração de energia renovável, como os painéis solares. Contudo, há várias outras formas de tornar uma residência sustentável, que variam desde grandes investimentos financeiros até pequenas escolhas no ambiente e reeducação dos moradores (MARA DEI, 2017).

Alguns passos iniciais a se cumprir e alcançar um patamar na sustentabilidade é optar por cores claras e janelas amplas nos projetos, reduzindo assim a necessidade do uso de energia elétrica para iluminação e/ou ventilação. Outra prática importante é estudar a proveniência da matéria prima utilizada na construção, certificando-se do cumprimento das leis ambientais. Tanto durante a construção quanto na utilização do imóvel, é vital que seja

feito o descarte correto de resíduos sólidos, diminuindo assim a poluição e os danos ao meio ambiente. Além dessas práticas simples, um imóvel sustentável requer também investimentos em sistemas hidráulicos e elétricos que possibilitem o uso racional e a economia de água e energia elétrica, que podem variar desde pequenos sistemas (como captação de água da chuva), até grandes e elaborados projetos (como telhados verdes) (MARADEI, 2017).

Existem algumas residências que se tornaram conhecidas no Brasil através das atitudes sustentáveis adotadas em seus planejamentos e idéias inovadoras que poderão ser implantadas com grande frequência em um futuro próximo.

2.2.3 Casa Sustentável em Goiânia-GO

Em um condomínio residencial na capital do estado de Goiás encontra-se um dos imóveis reconhecidos como referência em Sustentabilidade, projetado pela arquiteta Luana Lousa de Almeida. A casa foi construída visando inúmeras medidas sustentáveis, dentre elas o uso de **energia renovável**, o **gerenciamento racional da água**, e o reaproveitamento de materiais. O imóvel conta com um eficiente isolamento térmico e acústico, devido ao tipo de alvenaria utilizada na vedação e nas paredes internas. Além disso, possui um paisagismo sustentável, contando com plantas e frutos de diversas espécies, tudo irrigado com água em reuso (SUSTENTARQUI, 2016).

Figura 1 – Casa com medidas sustentáveis em Goiânia-GO



Fonte: SUSTENTARQUI, 2016¹

¹ Disponível em: < <https://sustentarqui.com.br/medidas-sustentaveis-casa-em-goiania/>>. Acesso em Novembro, 2018.

2.2.4 Casa Container em Cotia-SP

Outro imóvel sustentável e inovador é uma casa feita com quatro containers restaurados, localizada no município de Cotia-SP. O plano principal do arquiteto Danilo Corbas foi garantir a menor geração possível de resíduos sólidos, e aproveitar os recursos renováveis disponíveis e a possível reutilização de todos os materiais. A casa conta com telhado verde e outros meios capazes de garantir o conforto térmico aos moradores. As vigas de aço utilizadas na construção foram reaproveitadas, e as tintas utilizadas na pintura são a base d'água com baixos índices de COV. As lâmpadas são de LED, e os eletrodomésticos foram escolhidos observando sua eficiência energética. Além disso, a residência possui um sistema de aquecimento que utiliza **energia renovável** (energia solar), e conta com **reutilização de água** e com captação, armazenamento e tratamento de águas pluviais (SUSTENTARQUI, 2014).

Figura 2 – Casa Container



Fonte: ABUDE & DONDON, 2014²

² Disponível em: < <https://sustentarqui.com.br/3-casas-brasileiras-sustentaveis/>>. Acesso em Novembro, 2018.

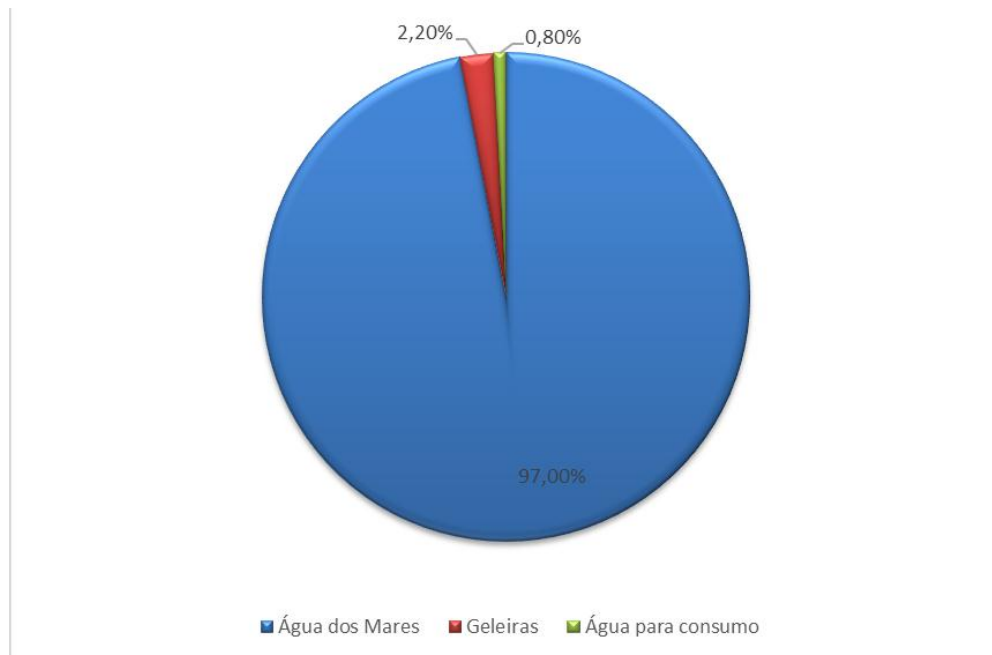
3 ÁGUAS CINZAS

Esse capítulo apresenta um dos objetos de estudo desta pesquisa, a definição da águas cinza e os aspectos principais sobre o tema.

3.1 A ÁGUA NA TERRA

É de senso comum a importância da água para a sobrevivência humana. Dentre outros usos, a água é utilizada para abastecimento doméstico e industrial, irrigação, dessedentação de animais, lazer, preservação da flora e da fauna, e geração de energia elétrica. De todos esses, apenas o abastecimento doméstico e industrial requerem um tratamento prévio da água antes que tenhamos acesso a ela, e mesmo que essa demanda pareça pequena diante das várias aplicações deste recurso, ela torna ainda mais fundamental a preservação da água doce disponível na superfície, já que esta é a ideal para esses fins (VON SPERLING, 2005).

A importância da preservação se torna ainda maior quando se tem acesso a dados e números atestando que apenas uma pequena parcela de toda a água existente na Terra é apropriada para nosso consumo e para as demais atividades citadas acima – e é chamada de “água doce”. Assim como mostrado na figura 3, Von Sperling (2005) afirma que a água do planeta é distribuída desta forma: 97% corresponde a água do mar, 2,2% são de geleiras, e apenas 0,8% é considerada apropriada para abastecimento público e provável consumo (água doce). Esses 0,8% são divididos entre fração subterrânea (97%) e a superficial, que é aquela de fácil extração, correspondente a apenas 3% do total de 0,8.

Figura 3 – Esquema de distribuição de água pelo planeta

Fonte: VON SPERLING, 2005³

Levando em consideração todos esses dados, é notável e justificável a relevância do presente estudo, já que se pretende propor o reuso do efluente para uma finalidade não potável, fazendo com que a água advinda da rede de distribuição, que foi retirada da natureza, seja poupada, resultando em uma significativa contribuição para o desenvolvimento sustentável.

3.2 REUSO DE ÁGUAS CINZAS

Segundo Bazzarela (2005, p. 38): “O termo água cinza é utilizado, em geral, para água servida originada em residências (ou também escolas, escritórios ou edifícios públicos), que não possui contribuição de efluentes de vasos sanitários”. As diferentes cores usadas na nomenclatura da água são definidas de acordo com a origem e a composição do efluente - componente do esgoto doméstico, e essa classificação facilita no tratamento final adequado para a água. Além da água cinza, existem também a água negra, água amarela e água marrom (OTTERPOHL, 2001), embora estas duas últimas nem sempre sejam aludidas, já que se referem à efluentes que contêm unicamente urina (água amarela) ou unicamente fezes (água marrom), e sendo assim são abrangidas e classificadas somente como água negra. A água

³ Gráfico inserido no documento do Microsoft Word.

negra é aquela que provém de vasos sanitários e da cozinha, que contém grande concentração de matéria orgânica e óleos, e é a água mais impura, com maior quantidade de microorganismos. Já a água cinza é aquela com um menor nível de contaminação, advinda do ralo do chuveiro, máquina de lavar roupas, tanques e lavatórios, e exige um tratamento mais simples, o que permite que seja instalado um sistema em casa, mas com um reuso limitado à substituição não potável (BAZZARELLA, 2005).

Fiori *et al.* (2006, p. 20) define o Reuso de Água como sendo “a reutilização da água, que, após sofrer tratamento adequado, destina-se a diferentes propósitos, com o objetivo de se preservarem os recursos hídricos existentes e garantir a sustentabilidade”. A prática do reuso planejado vem sendo aplicada em muitos países, se mostrando eficiente na preservação do ambiente e racionamento da água, já que além de reduzir o consumo de água potável, reduz também a quantidade de efluentes e contaminantes no solo. Contudo, as formas de utilização devem ser observadas, já que a água cinza tratada não caracteriza água potável para consumo. Algumas das possibilidades de reuso das águas cinzas é para descargas de bacia sanitária, irrigação de gramas e vegetação, lavagem de veículos e lavagem de pisos (SELLA, 2011). A NBR 13969 (ABNT, 1997, p. 21 *apud* SELLA, 2011, p. 20) estabelece quanto a isso:

No caso do esgoto de origem essencialmente doméstica ou com características similares, o esgoto tratado deve ser reutilizado para fins que exigem qualidade de água não potável, mas sanitariamente segura, tais como irrigação dos jardins, lavagem dos pisos e dos veículos automotivos, na descarga dos vasos sanitários, na manutenção paisagística dos lagos e canais com água, na irrigação dos campos agrícolas e pastagens etc.

Vale elucidar, porém, que o tratamento de águas cinzas para reuso só é possível quando a edificação já é projetada para esse fim, com a separação entre o esgoto de águas negras e cinzas, e com o seguimento das diretrizes, garantindo que a água potável não se misture com a água cinza tratada, e que ambas sejam direcionadas corretamente, sem que haja consumo direto da água reutilizada, conforme destaca Fiori *et al.* (2006).

3.3 SISTEMA DE REUSO

O sistema hidráulico que será destinado para o tratamento e posterior redistribuição da água para reuso, deverá ser indetificado e totalmente separado do sistema de água potável da concessionária, assim como o sistema de coleta e os reservatórios para armazenamento (BRASIL-A *et al.*, 2005).

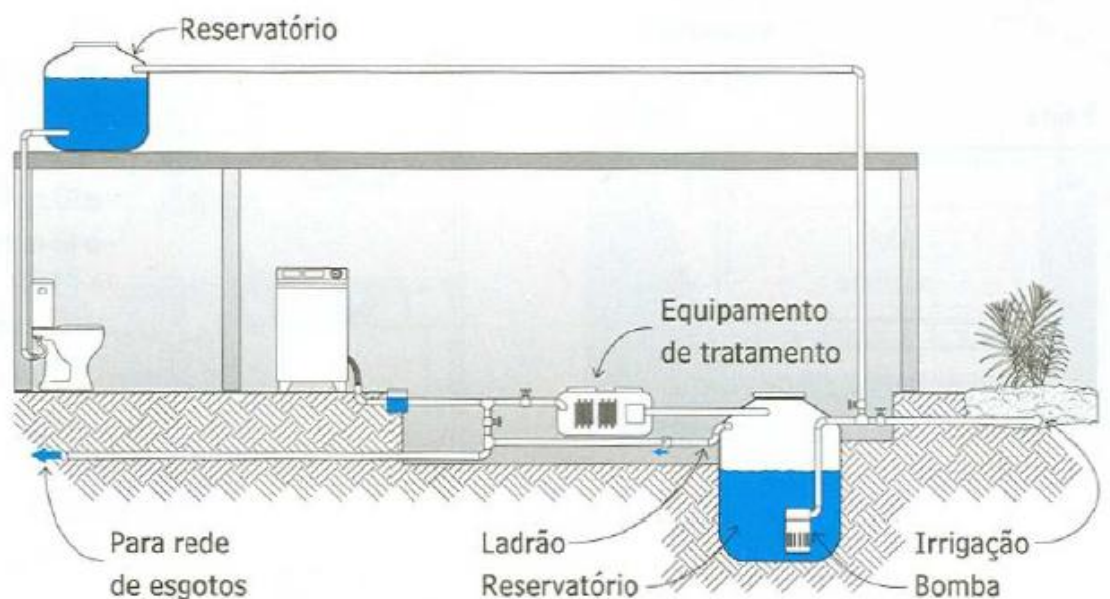
Segundo o Manual da FIESP (BRASIL-A *et al.*, 2005, p. 73-74), os tópicos que deverão ser visados para a elaboração do sistema são:

- vazão da água cinza, de acordo com o consumo de água da concessionária;
- sistema de coleta e transporte do efluente;
- volume de água a ser armazenado e tratado;
- apuração dos usos das águas cinzas tratadas;
- parâmetros ideais de qualidade a serem alcançados, conforme os usos estabelecidos;
- definição do tipo de tratamento da água;
- distribuição de água tratada até os pontos de reuso.

A Figura 4 mostra um esquema simplificado do sistema de reuso de águas cinzas.

Para possibilitar o reuso, a separação do esgoto (águas cinzas e águas negras) já deve ser prevista no projeto hidráulico: as águas vindas da descarga sanitária e pia da cozinha serão encaminhadas direto para a rede de esgotos. Já para as águas vindas do chuveiro, lavatórios, tanques e máquina de lavar, deverá haver um sistema de coleta separado, que as transportará para um reservatório específico, onde serão tratadas. Após o tratamento, o efluente será direcionando para um novo reservatório, onde poderá ser utilizado para fins não potáveis (BAZZARELLA, 2005).

Figura 4 – Exemplo de um sistema de Reuso de águas cinzas



Fonte: SELLA, 2011⁴

⁴ Disponível em: < <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/34521/000789725.pdf> >. Acesso em Novembro, 2018

3.4 SISTEMA DE COLETA E ARMAZENAMENTO

O sistema de coleta de águas cinzas deverá seguir algumas recomendações da NBR 8160 (ABNT, 1999), que estipula exigências e recomendações acerca do projeto, execução e manutenção de sistemas prediais de esgotos sanitários, garantindo a higiene, segurança e qualidade da execução, e assegurando o bem estar e qualidade de vida dos usuários. Contudo, essa norma refere-se à sistemas de esgotamento sanitário prediais em geral, e não é especificamente voltada para sistemas de reuso de águas cinzas. Portanto, alguns dos itens levados em consideração serão aqueles relativos aos componentes do sistema, assim como sua disposição e instalação. Conforme esta norma, serão componentes desse sistema os desconectores, ramais de descarga e de esgoto, tubos de queda, coletores e subcoletores, dispositivos complementares e instalação de recalque.

A coleta e armazenamento estão diretamente ligados aos aspectos quantitativos da água cinza. Esses aspectos determinarão o consumo de água na residência, que será variável conforme alguns fatores; a vazão diária coletada, que será obtida através de informações sobre a vazão específica de cada aparelho sanitário; e a demanda de água cinza para reuso, que também será relevante para o cálculo do volume dos reservatórios de armazenamento. Os dados quantitativos ajudarão a obter uma estimativa da quantidade de efluente que deverá ser armazenado e tratado, antes de ser devolvida ao sistema de distribuição específico para a reutilização (BAZZARELA, 2005; VON SPERLING, 2005).

Para realizar o dimensionamento dos reservatórios, é necessário inicialmente ter conhecimento do consumo de água fornecida pela concessionária, pois este está diretamente relacionado à produção de esgoto na residência, à vazão e à demanda. A tabela 1 apresenta faixas típicas do consumo per capita - litros por habitante por dia. Entretanto, existem alguns fatores que podem cooperar para a variação desses valores, como o clima, a disponibilidade de água na região, o custo do serviço e a renda familiar (VON SPERLING, 2005). Já a tabela 2 apresenta estimativas em porcentagem das vazões individuais de cada ponto de consumo, resultado que foi obtido através de algumas pesquisas no Brasil (SELLA, 2011).

Tabela 1 – Valores típicos do Consumo per capita de água

Porte da Comunidade	Faixa da População (hab)	Consumo per capita (QPC) (L/hab.d)
Povoado Rural	< 5.000	90 – 140
Vila	5.000 - 10.000	100 – 160
Pequena Localidade	10.000 - 50.000	110 – 180
Cidade Média	50.000 - 250.000	120-220
Cidade Grande	> 250.000	150-300

Fonte: Adaptado de CETESB (1977; 1978), BARNES (1981), DAHLHAUS & DAMRATH (1982), HOSANG & BISCHOF (1984).

Tabela 2 – Distribuição do Consumo de água

APARELHO SANITÁRIO	DECA	USP	PNCDA
Vaso Sanitário	14%	29%	5%
Chuveiro	47%	28%	55%
Lavatório	12%	6%	8%
Pia de cozinha	15%	17%	18%
Tanque	-	6%	3%
Máquina de lavar roupas	8%	9%	11%

Fonte: Adaptado de SELLA, 2011⁵

É fundamental que sejam tomados certos cuidados para que seja garantida a segurança do abastecimento e a qualidade da água armazenada. Alguns deles incluem manter a tampa de inspeção sempre fechada, garantir que a limpeza do reservatório seja feita anualmente, optar pelo emprego de grade ou tela na saída do tubo extravasor, evitando a entrada de pequenos animais; assegurar que a água coletada seja utilizada apenas para fins não-potáveis; atestar que a conexão de água potável com o reservatório de armazenamento seja feita sem possibilidade de contaminação; buscar diferenciar por cor as linhas de coleta das linhas de distribuição, assim como as conexões e sistemas de roscas, evitando o risco de ocorrer conexão cruzada com o sistema de distribuição de água potável, dentre outros cuidados (BRASIL-A *et al.*, 2005).

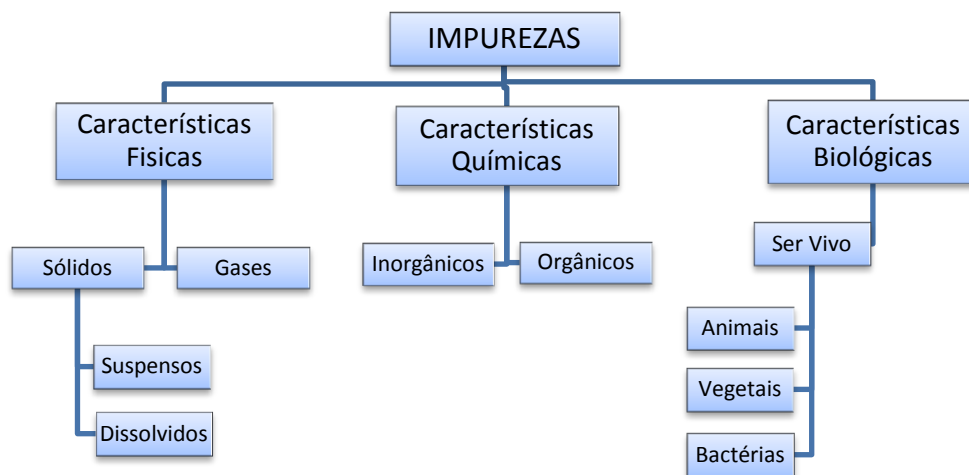
⁵ Disponível em: < <https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/34521/000789725.pdf> >. Acesso em Novembro, 2018

3.5 CARACTERÍSTICAS DA ÁGUA

Existem diversas formas de tratamento para o efluente doméstico destinado ao reúso, mas para que seja feita a escolha do tratamento ideal, é necessário ter conhecimento das principais características que a água pode apresentar, e elas definirão os seus aspectos qualitativos, assegurando assim o melhor tratamento para o efluente, e conseqüentemente, melhor qualidade de vida e saúde para o usuário.

Os principais aspectos das águas residuárias são observados nas características físicas, químicas e biológicas. Elas alteram o estado de pureza da água, determinando qual o tipo de poluente contido na mesma, e estão esquematizadas na Figura 5, representada abaixo (VON SPERLING, 2005).

Figura 5 – Impurezas contidas na água



Fonte: Adaptado de VON SPERLING, 2005⁶

Von Sperling (2005) diz que as características podem ser traduzidas em parâmetros que representarão a qualidade da água. Já PETERS (2006) descreve os limites que estes parâmetros devem atender para o reúso em descarga de bacias sanitárias, valores estes representados na tabela 3. Nos tópicos seguintes serão citadas e exemplificadas as características físicas, químicas e biológicas, não somente relacionadas à água cinza, mas ao esgoto em geral.

⁶ Gráfico produzido pelo Microsoft Word.

Tabela 3 – Parâmetros de água requeridos, conforme NBR 13969/97 e Manual da ANA/FIESP & SindusCon/SP (2005).

Parâmetros	Manual da ANA/FIESP & SindusCon/SP (2005)	NBR 13969/97 (Classe 3 - Bacias Sanitárias)
pH	6,0 - 9,0	-
Cor (UH)	≤ 10	-
Turbidez (NTU)	≤ 2	< 10
Óleos e Graxas (mg/L)	≤ 1	-
DBO (mg/L)	≤ 10	-
Coliformes Fecais (NMP/100 mL)	Não detectáveis	< 500
Nitratato (mg/L)	≤ 10	-
Nitrogênio Amoniacal (mg/L)	≤ 20	-
Nitrito (mg/L)	≤ 1	-
Fósforo Total (mg/L)	≤ 0,1	-
SST (mg/L)	≤ 5	-
SDT (mg/L)	≤ 500	-

Fonte: Adaptado de PETERS (2006)

3.5.1 Características Físicas

Os parâmetros físicos principais são: cor, turbidez, sabor, odor e temperatura.

A alteração na coloração da água se dá devido aos sólidos e matéria orgânica dissolvidos na mesma, e apesar de nem sempre representar um risco direto à saúde, a coloração anormal da faz com que a qualidade da água seja questionada pelo consumidor.

Turbidez é o nome dado à aparência turva da água, e assim como o sabor e o odor, ela é causada por sólidos em suspensão. A origem destes sólidos pode ser de partículas de solo, algas ou outros microorganismos, e esse aspecto pode representar um risco, já que os sólidos em suspensão costumam abrigar microorganismos patogênicos. O sabor e o odor alterados representam também gases dissolvidos, e podem retratar a presença de substâncias potencialmente perigosas.

A temperatura do efluente é alterada devido à transferência de calor por radiação, convecção ou condução. Esse aspecto deve ser observado, pois a elevação da temperatura resulta no aumento das reações físicas, químicas e biológicas, aumenta a circulação de gases, resultando em mau cheiro, e aumenta a capacidade de proliferação de microorganismos (VON SPERLING, 2005).

Por se tratar de águas cinzas, esses efeitos são menos significativos, já que a água cinza apresenta menor incidência de resíduos sólidos em sua composição do que a água negra, contudo, isso não torna livre dos impactos, e o tratamento e busca pela qualidade não devem ser negligenciados.

3.5.2 Características Químicas

Para von Sperling (2005), que faz alusão ao parâmetro de qualidade da água e ao esgoto em geral (doméstico, industrial, etc.), fazem parte dos parâmetros químicos o pH, Alcalinidade, Acidez, Dureza, Ferro e manganês, Cloretos, Nitrogênio, Fósforo, Oxigênio dissolvido, Matéria orgânica, e Micropoluentes inorgânicos e orgânicos.

Já Bazzarela (2005), que limita seu estudo a apenas águas cinzas, afirma que as características químicas são divididas conforme sua composição, que neste caso poderá ser de compostos orgânicos, nitrogenados e fosforados, ou compostos de enxofre.

- a) Compostos Orgânicos: Nas águas residuárias há uma complexidade em se determinar precisamente todos os componentes da matéria orgânica, já que há uma pluralidade de formas e compostos que ela pode apresentar. Sendo assim, utilizam-se de apenas dois métodos para a quantificação da matéria orgânica: a medição do consumo de oxigênio (DBO e DQO – que serão os parâmetros mais utilizados); e a medição do carbono orgânico (COT). A maior parte do DQO é originada de produtos químicos utilizados nas residências, como os produtos de limpeza, logo esses níveis serão mais elevados que os níveis de DBO (BAZZARELA, 2005; VON SPERLING, 2005).
- b) Compostos Nitrogenados: O nitrogênio, na forma de nitrato, está associado a algumas doenças, e é um elemento conveniente para a proliferação de algas e alguns microorganismos. A principal substância que tem esse nutriente em sua composição é a urina, que não tem uma presença significativa nas águas cinzas, mesmo que haja comumente o hábito de urinar durante o banho. Por conseguinte, o nível de nitrogênio contido nesse efluente não é tão elevado quanto no esgoto convencional, mas ainda assim deve ser considerado (BAZZARELA, 2005; VON SPERLING, 2005).
- c) Compostos Fosforados: O fósforo está presente principalmente nos detergentes, e segundo von Sperling (2005) não apresenta problemas de ordem sanitária nas águas de abastecimento. Em locais onde não é permitido o uso de detergentes que contenham fosfato em sua composição, a concentração de fósforo contido na água cinza costuma

ser reduzida em até 70% (OTTERPOHL, 2001). Assim como o nitrogênio, ele é propício para crescimento de algas e microorganismos (VON SPERLING, 2005).

- d) Compostos de Enxofre: O enxofre está relacionado com a formação do gás sulfídrico (H₂S), que se dá devido a reações anaeróbicas ocorridas com o sulfato (componente presente em sabonetes e detergentes). Esse gás é o responsável pelos maus odores gerados na água cinza (SOETHE, 2013).

Existem ainda outros componentes relevantes presentes na água cinza, como o pH, que dependerá basicamente do pH da água vinda da concessionária, a alcalinidade e a dureza, que ajudam a entender os riscos de entupimento das tubulações. São vários os produtos químicos previstos na água cinza, e eles são resultantes do uso de sabonetes, xampus, amaciantes, alvejantes e demais produtos de limpeza e higiene (BAZZARELA, 2005).

3.5.3 Características Biológicas

Embora a água cinza não tenha contribuição de esgotos de vaso sanitário, ainda pode haver a presença de microorganismos patogênicos neste tipo de efluentes, já que a água proveniente de lavabos, tanques e até do chuveiro pode conter alguma contaminação fecal, oriunda da lavagem das mãos contaminadas ou do corpo, durante o banho, ou lavagem de roupas que contenham dejetos. A presença de coliformes fecais representa um grande risco à saúde humana, e por isso os parâmetros biológicos devem ser cuidadosamente observados (BAZZARELA, 2005).

Von Sperling (2005) expõe que os parâmetros biológicos não se referem somente aos organismos precursores de contaminação, mas também às funções que os microorganismos podem desempenhar no tratamento biológico dos esgotos – eles são capazes de converter a matéria orgânica em matéria inorgânica.

3.6 TRATAMENTO DO EFLUENTE

O que limita o uso de água cinza para reuso é muitas vezes o odor e a contaminação com microrganismos presentes nela. Um sistema que remova estes problemas habilita a água ao reuso não potável. Existe uma diversidade de processos e tecnologias que podem ser adotados para o reuso de águas, e o que determinará a forma de tratamento escolhida para a água cinza será o uso a que se pretende destinar esse efluente. O processo será geralmente similar ao realizado nas ETE's, só que com sistemas em menor escala e contruídos nas

próprias instalações da residência. O tratamento irá consistir na remoção dos sólidos, matéria orgânica, patogênicos e nutrientes atípicos presentes na água residual, e terá como objetivo garantir a segurança do consumidor e alcançar a qualidade da água (RAMPELOTTO, 2014).

O tratamento dos efluentes compreende processos físicos, químicos e biológicos, e quase sempre abrange duas etapas: a separação entre o sólido e o líquido, e a desinfecção.

Nos processos físicos, a separação pode ser feita através de filtros de areia e filtração por membranas. Conforme o estudo de Couto (2012), que exemplificou um sistema composto por sedimentação (utilizando filtros de tela de nylon e desinfecção com hipoclorito de sódio), através do processo físico as variáveis como DQO, turbidez e sólidos suspensos foram reduzidas consideravelmente, mas já nos níveis de DBO a redução não foi suficiente para utilização não potável. Essa situação não é habitual. Quanto ao processo de tratamento biológico, este deverá ser aplicado para a remoção da matéria orgânica biodegradável presente no efluente, que é feita através de microorganismos capazes de alterar a matéria. O tratamento biológico anaeróbico é considerado atraente devido ao custo reduzido, e é apropriado para as águas cinzas, em virtude da concentração reduzida de nutrientes (COUTO, 2012).

O Manual da FIESP (BRASIL-A *et al.*, 2005) sugere outros tipos de tratamentos, que irão variar conforme as fontes alternativas de água. No caso da água cinza, oriunda de máquina de lavar roupas, chuveiro e lavatório, o tratamento proposto será em etapas, normalmente seguindo a combinação dos seguintes sistemas:

1. Sistema físico-químico ou Sistema aeróbico: O sistema físico-químico será feito através de coagulação, floculação, decantação ou flotação. Já o sistema aeróbico se refere ao tratamento biológico com lodos ativados. Nessa etapa deverá ser escolhido um entre esses dois sistemas;
2. Sistema físico: Sedimentação e filtração simples, com decantador e filtro de areia;
3. Processo de desinfecção, para eliminação de organismos patogênicos;
4. Finalmente, o processo de correção do pH, caso necessário (BRASIL-A *et al.*, 2005).

A NBR 13969 (ABNT, 1997) apresenta propostas de procedimentos a serem adotados para o projeto de unidades de tratamento, utilizando os processos supracitados em conjunto com tanque séptico. Esta norma não está limitada a apenas águas cinzas, mas ao tratamento de esgoto no geral. Sella (2011) justifica a relevância do tanque séptico como sendo atrativo devido a simplicidade e facilidade em sua construção e operação, eficiência do sistema e resistência às variações do efluente.

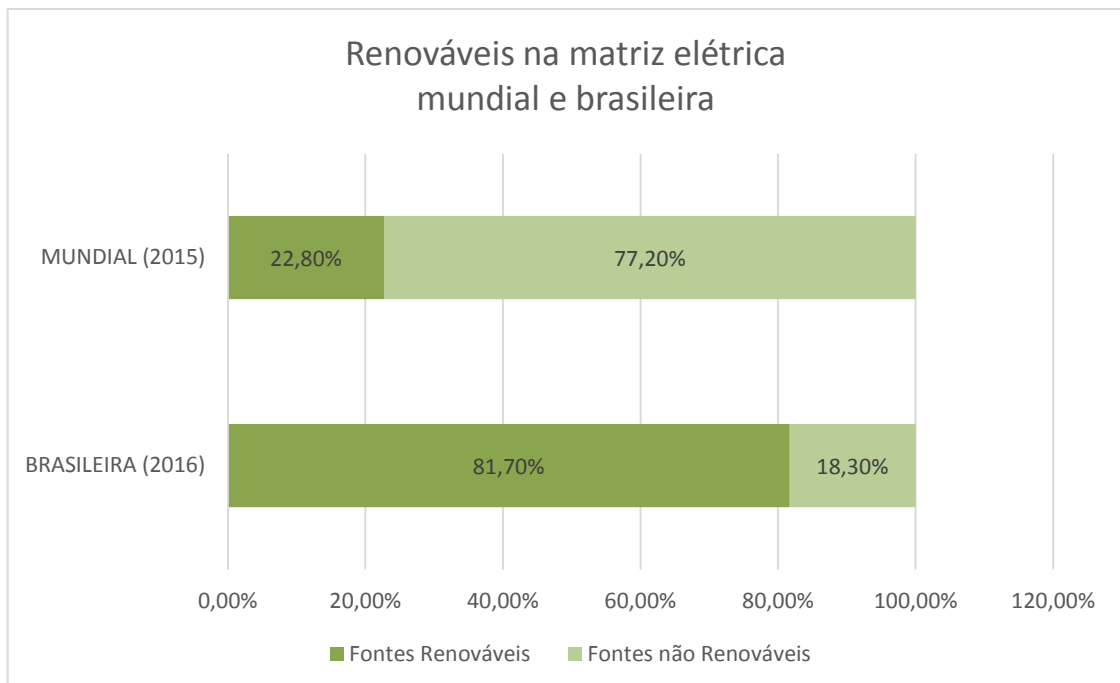
4 ENERGIA SOLAR

Esse capítulo apresenta outro objeto de estudo desta pesquisa, a utilização da energia solar, que no caso seria a energia térmica.

4.1 MATRIZ ELÉTRICA NO BRASIL E NO MUNDO

De toda a energia mundial, a energia elétrica corresponde a 17% da demanda total, e há previsão de que chegue a 23% em 2050 (*International Energy Agency, 2011*). Tendo em vista a importância da eletricidade para o desenvolvimento humano e econômico, e sabendo-se da necessidade em se atender à crescente demanda de forma sustentável, hoje há uma preocupação em promover o uso de fontes renováveis e limpas ao invés das não renováveis. Apesar da pretensão, essa conversão demanda tempo e recursos, e, portanto, as fontes não renováveis ainda lideram a geração de energia elétrica mundial, diferente do Brasil, onde a energia renovável é mais utilizada, conforme mostra a figura 6.

Figura 6 – Participação de fontes renováveis de energia elétrica no Brasil e no mundo

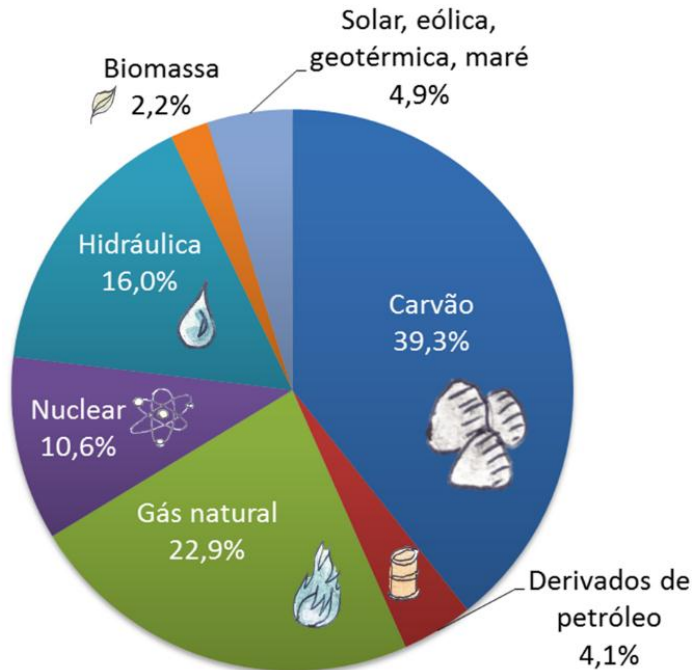


Fonte: Adaptado de BRASIL – Ministério de Minas e Energia, 2018⁷

⁷ Gráfico produzido pelo Microsoft Word.

A maior parte da eletricidade gerada no mundo é advinda de combustíveis fósseis, e a energia solar integrada, juntamente com a eólica, geotérmica e das marés, uma pequena faixa de 4,9%, ilustrada na figura 7.

Figura 7 – Matriz Elétrica Mundial para o ano de 2015

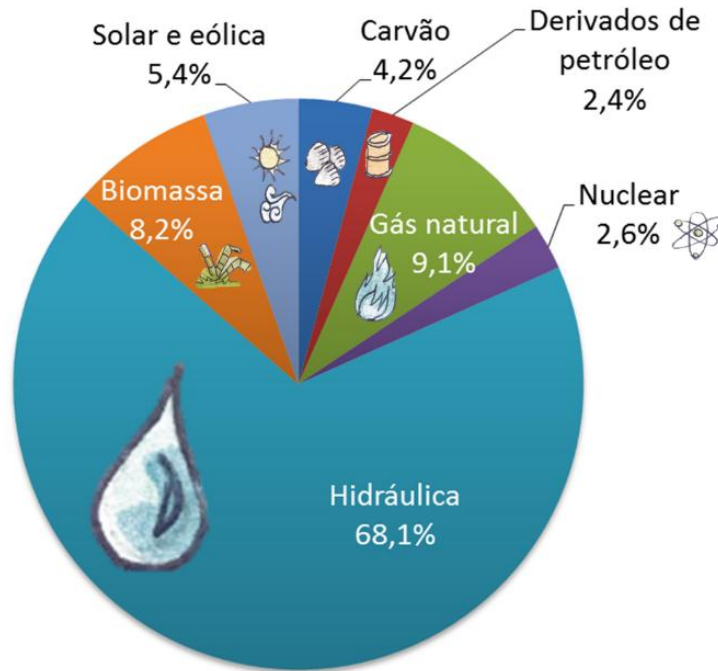


Fonte: BRASIL – Ministério de Minas e Energia, 2018⁸

Já no cenário brasileiro, a ascensão da taxa de renováveis se dá devido à grande quantidade de energia gerada pelas hidrelétricas, que é considerada renovável, e corresponde à 68,1% de toda a eletricidade gerada no Brasil, enquanto a energia solar, em conjunto com a eólica, ocupam uma fração de apenas 5,4% (Figura 8), apesar da grande incidência de irradiação solar no país.

⁸ Disponível em: < <http://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>>. Acesso em Novembro de 2018.

Figura 8– Matriz Elétrica Brasileira para o ano de 2016



Fonte: BRASIL – Ministério de Minas e Energia, 2018⁹

4.2 TIPOS DE ENERGIA SOLAR

A energia solar é considerada uma energia de fonte renovável, ou seja, aquela que pode ser usada sem a preocupação de que se esgote, pois sempre será renovada naturalmente. Nosso planeta recebe diariamente uma grande quantidade de energia vinda do sol, nas formas de luz e calor, que pode ser convertida em eletricidade ou em energia para aquecimento, em quantidade suficiente para atender milhares de vezes o consumo mundial, entretanto, apenas uma parcela mínima dessa energia é aproveitada (VILLALVA & GAZOLI, 2012).

Dito isto, fica claro a relevância em adotar mais comumente a radiação solar como fonte de energia alternativa, especialmente no Brasil, que é um país com clima predominantemente tropical e com grande incidência de raios solares durante todo o ano. Tanto a captação da energia para aquecimento, quanto para geração de eletricidade resultarão em uma considerável economia financeira, já que substituirão o uso de outras que são fornecidas por empresas concessionárias, como a energia hidrelétrica, e que possuem um valor relativamente alto.

⁹ Disponível em: < <http://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/matriz-energetica-e-eletrica>>. Acesso em Novembro de 2018.

Existem dois tipos de energia solar: a energia solar térmica, que será a utilizada no sistema proposto, e a energia solar fotovoltaica. A **Energia Solar Térmica** é aquela gerada através do calor do sol. Ela utiliza coletores solares de diferentes formas instalados em usinas solares, com a função de captar e armazenar o calor em um determinado fluido, que é transportado até a central geradora, onde irá acionar uma turbina, gerando energia elétrica. Ela também é utilizada diretamente para aquecimento da água, e o sistema é bem simples, composto por tubos localizados dentro dos coletores, que estarão instalados nos telhados de prédios e residências, e a água aquecida nos tubos será direcionada para um reservatório, tudo de forma simplificada, limpa, e propondo a economia dos demais recursos energéticos.

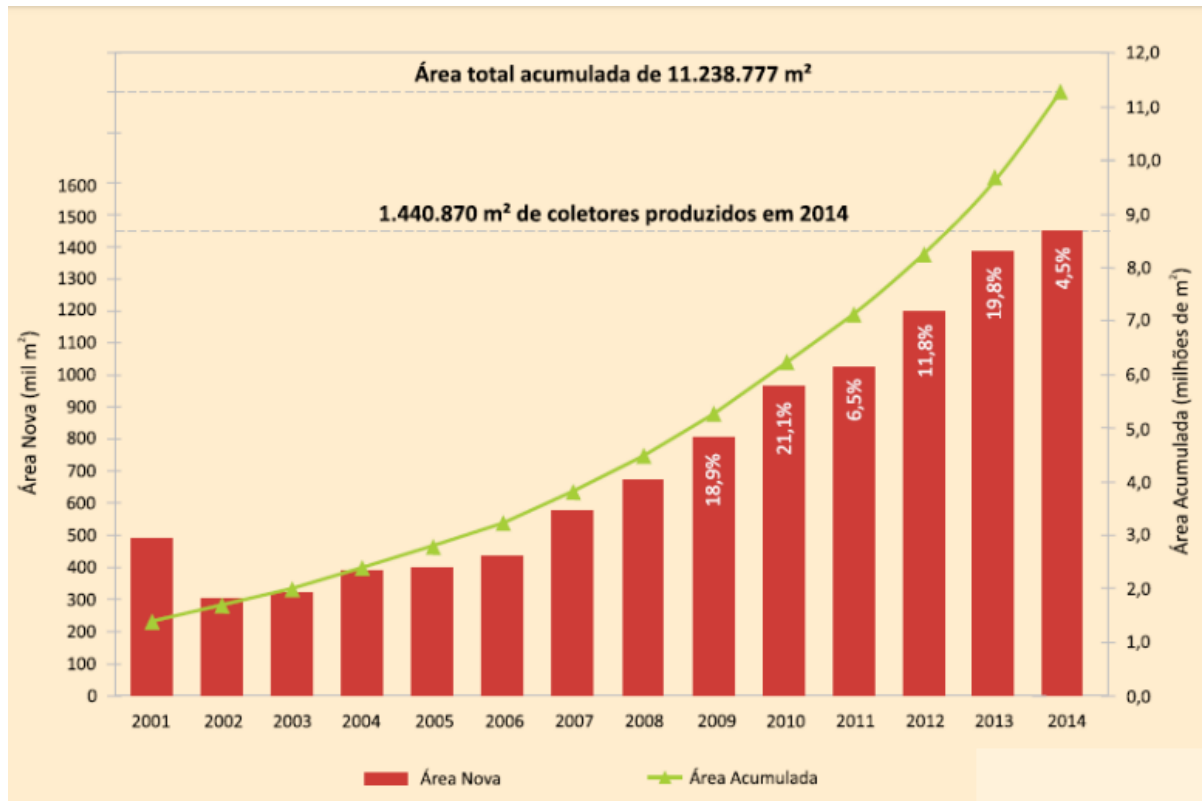
Já a **Energia Solar Fotovoltaica**, que representa um uso cada vez mais crescente na atualidade, utiliza como fonte a luz do sol ao invés do calor. Ela produz eletricidade através do efeito fotovoltaico, que é definido como a capacidade de conversão direta da luz solar em energia elétrica. Para captar a luz, utiliza-se placas fotovoltaicas, que podem ser empregadas em usinas ou nas próprias residências. Nas edificações, as placas são instaladas geralmente nos telhados, onde a corrente elétrica é diretamente produzida e coletada, podendo ser armazenada em baterias ou utilizada em sistemas conectados à rede elétrica, para uso imediato (VILLALVA & GAZOLI, 2012).

4.3 ENERGIA SOLAR TÉRMICA

Os sistemas para captação de energia solar térmica são mais simples e econômicos, e para uso doméstico não necessitam de grande eficiência. Entretanto, considerando que a maior parte da energia elétrica consumida nas residências é utilizada para aquecimento dos chuveiros (cerca de 25% a 35% do total), a energia térmica se torna uma alternativa muito conveniente, além de acessível (PEREIRA *et al.*, 2006). Dentre os equipamentos e sistemas que são alimentados pela energia vinda do sol, os aquecedores solares são os que apresentam o melhor custo/benefício, e diferente das células fotovoltaicas (que são constituintes dos painéis fotovoltaicos, e que necessitam de matéria prima importada), a indústria é nacional (WOELZ, 2002).

Por estas razões, houve entre 2010 e 2015, um crescimento de 8% no segmento de aquecimento solar no Brasil, fazendo com que o País ocupe a 3ª posição do ranking. A Figura 9 ilustra em gráfico esta evolução.

Figura 9 – Evolução do Mercado de Aquecimento Solar no Brasil

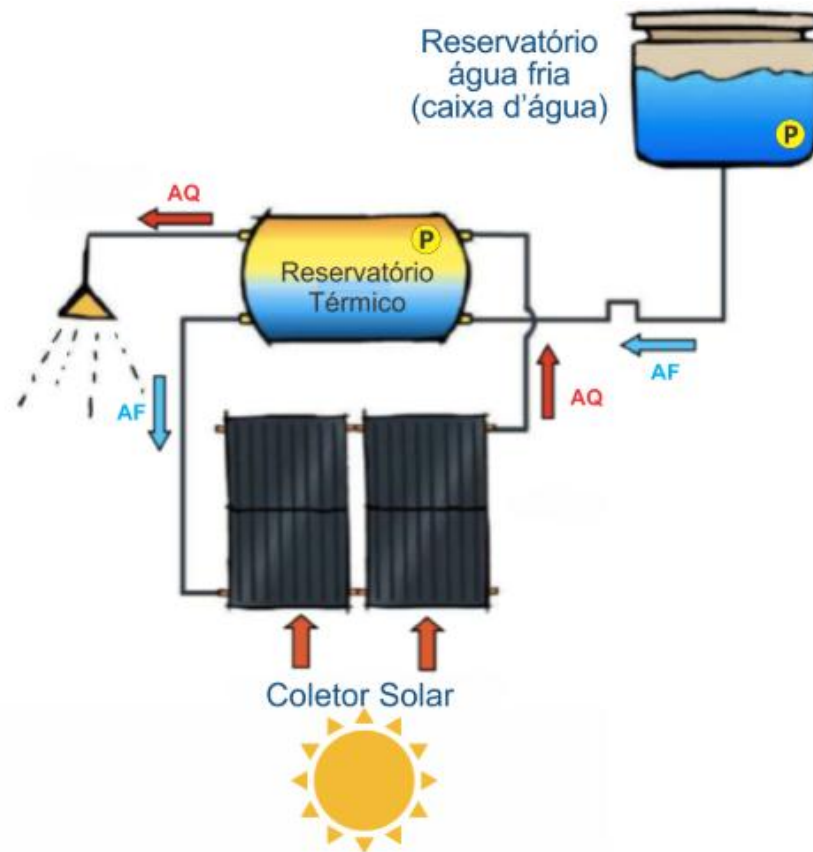


Fonte: CHAGURI (2015)

4.3.1 Composição do Sistema

O sistema de aquecimento solar é composto basicamente por: coletores solares, reservatório térmico, sistema de apoio térmico (se necessário) e sistema hidráulico (tubos e ligações) para transporte do fluido; a figura 10 ilustra uma representação do sistema de aquecimento instalado.

Figura 10 – Sistema de Aquecimento Solar



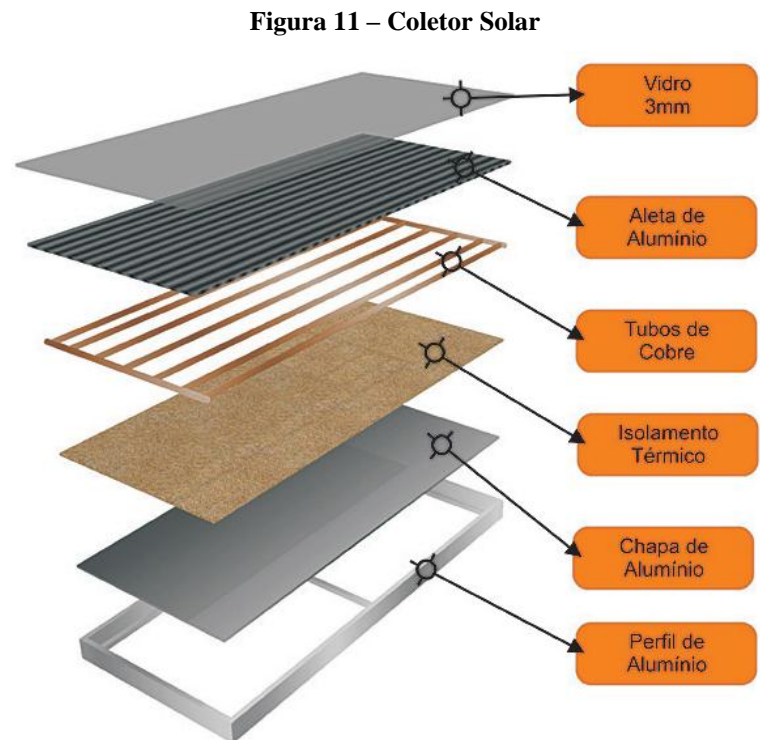
Fonte: ROSSI (2011-2019)

A geração de energia térmica ocorre naturalmente quando a radiação solar entra em contato com as aletas (superfície absorvedora em chapa), fazendo com que aumente sua temperatura. Através do processo de condução, essa energia é transportada para os tubos de água, sendo esta encaminhada para um reservatório térmico para, em seguida, ser direcionada para o sistema hidráulico e chegar ao aparelho de destino (chuveiro) (WOELZ, 2002).

4.3.2 Coletores Solares

Os coletores são uma espécie de caixa de fina espessura, com uma cobertura de vidro, contendo em seu interior uma superfície absorvedora – chapa (chamada de aleta), que estará em contato com o tubo (normalmente feito de cobre) onde se encontra a água a ser aquecida. As aletas são quase sempre feitas de alumínio, mas ainda podem ser encontradas em aço inox ou cobre. É comum que a chapa e a tubulação sejam pintadas na cor preta, para aprimorar o efeito absorvedor. Na parte inferior do coletor também é colocado um material isolante térmico, com a função de minimizar a perda de calor do sistema; o material mais

aconselhado e mais comum é a lã de vidro, que poderá, entretanto, ser substituída por outros, como papelão ou isopor (SILVA, 2018). A figura 11 ilustra a representação de um coletor solar.



Fonte: ANTONIO (2015)

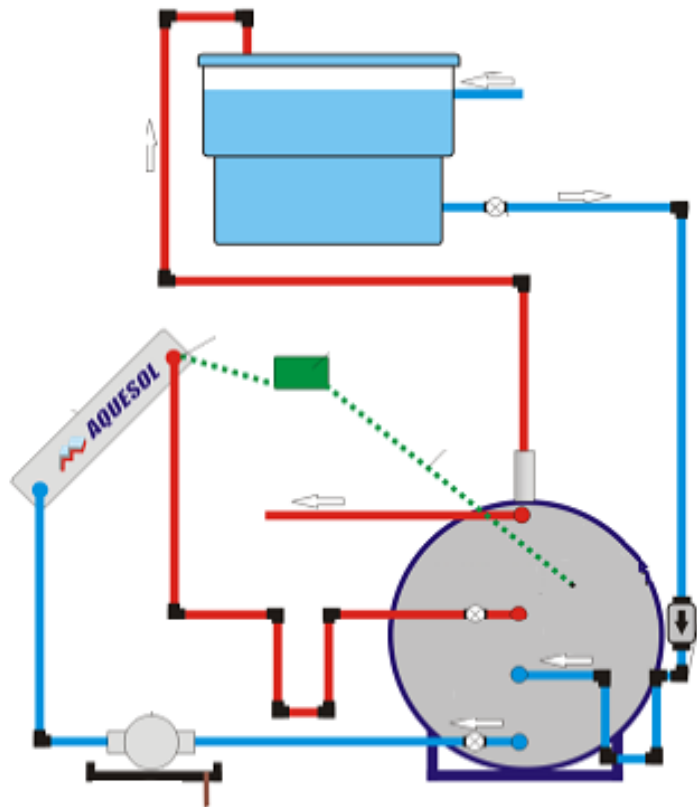
A cobertura dos coletores térmicos comercializados é feita, normalmente, de vidro transparente, que absorve a radiação e impede a saída dos raios infravermelhos, fazendo com que a temperatura em seu interior aumente, causando o chamado efeito estufa (SILVA, 2018). Entretanto, Wolez (2002) sugere a utilização de coletores tipo manta, semelhantes aos de piscinas, que são apresentados como um sistema alternativo, sem a cobertura transparente, e que possuem um custo bem menor; todavia sua capacidade de absorção e eficiência são reduzidos quando comparados aos tradicionais.

4.3.3 Sistema de aquecimento por Circulação Forçada

Na circulação forçada, a instalação do sistema não está condicionada à estrutura da casa, portanto o boiler pode ser instalado em nível inferior à localização do painel solar. Entretanto, para possibilitar a circulação da água, é necessário o uso de bombas convencionais, que por sua vez, necessitam de energia externa para funcionar, o que, portanto,

acaba reduzindo a eficiência energética e implicando em uma conta mais alta de luz, além de um custo inicial e de manutenção mais elevados, uma vez que exigem mais elementos na composição do sistema. Sendo assim, esta metodologia não convém para o caso proposto; ela é normalmente indicada para grandes estruturas, como edifícios multifamiliarese, onde apenas os painéis estão instalados na cobertura; exceto isto, a circulação forçada torna-se proficiente apenas quando se demanda de uma maior eficiência térmica, pois permite que o acumulador (boiler) esteja localizado no interior da edificação, permitindo maior isolamento e proteção contra as ações do tempo, resultando também em maior durabilidade (ENERGIA SOLAR.NET, 2019). A figura 12 mostra um esquema ilustrado da instalação do sistema de aquecimento solar por circulação forçada.

Figura 12 – Modelo de Instalação por Circulação Forçada



Fonte: AQUESOL (2019)

4.3.4 Sistema de Aquecimento por Termossifão

A Circulação em Termossifão é hoje a mais utilizada em projetos residenciais. O sistema funciona de modo natural, mas para que dispense a utilização da bomba, é necessário que o reservatório térmico esteja localizado em um nível acima do coletor solar. O sistema

funciona através do processo natural de estratificação da água, que faz com que a água com maior temperatura (menos densa), aquecida pelo painel, fique por cima da água com menor temperatura, ocupando a parte superior do boiler, de onde será extraída e encaminhada para a tubulação do chuveiro (CORRÊA, C. 2017).

Algumas cautelas devem ser tomadas na fase de projeto e na definição do posicionamento de cada componente, conforme citado por CORRÊA C. (2017):

1. Distâncias:

- A distância entre o boiler e o reservatório de água fria (caixa d'água) deve ser de pelo menos 15cm;
- A distância entre a parte inferior do boiler e a parte superior da placa solar deve estar entre 20 e 400 cm, de forma a evitar o fluxo reverso.

2. Localização do painel solar:

- A direção das placas solares deve ser voltada para o norte geográfico;
- Para melhor desempenho, a inclinação do painel não pode ser inferior a 15°, sendo o recomendado uma inclinação que corresponda à latitude do local acrescido de 10°.

3. Respiro ou Suspiro:

- Respiro é a tubulação responsável por aliviar a pressão interna do boiler, pois possui abertura para atmosfera, permitindo a saída de vapor, e normalmente, também da água que excede o volume do reservatório¹⁰;
- Deve ser posicionado acima do ponto de saída mais alto do boiler;
- Deve estar pelo menos 30cm acima do nível máximo de água do reservatório de água fria (caixa d'água);
- O diâmetro mínimo do tubo de respiro é de 15 mm;

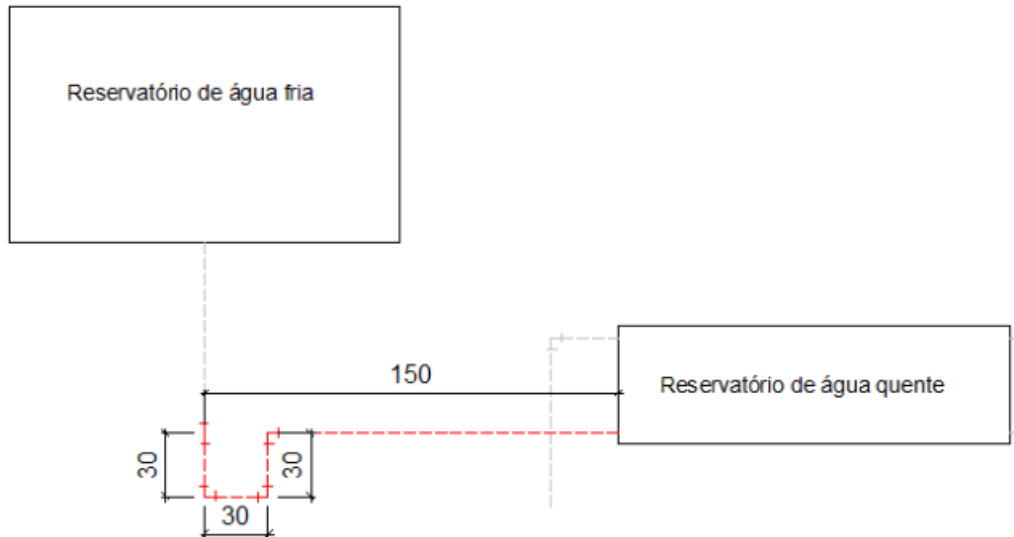
4. Sifão:

- O sifão tem a função de evitar que a água aquecida que está dentro do boiler retorne para o reservatório de água fria através da tubulação de alimentação do reservatório térmico;
- Deve estar posicionado na tubulação entre o boiler e a caixa d'água;
- A altura mínima deve ser de 30cm;

¹⁰ Segundo FRANCA (2017), há uma alternativa econômica para se evitar o desperdício da água excedente que sai pelo suspiro. Este derramamento ocorre devido ao aumento de volume que a água sofre naturalmente ao ser aquecida, e uma forma de reaproveitar essa água é criando um desvio hidráulico, que direcionará a água de volta ao reservatório de água fria, ao mesmo tempo em que a abertura para respiro permanece desobstruída.

- O comprimento (distância) entre o início do sifão e a entrada do builer deve ser de 150cm, conforme ilustra a figura 13.

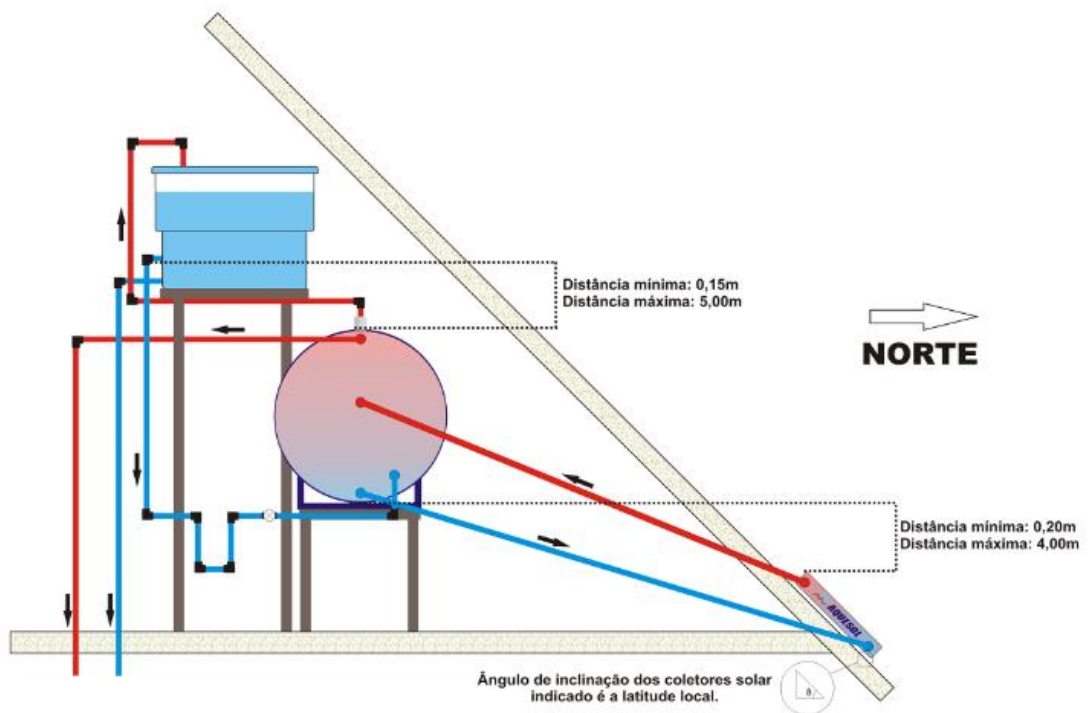
Figura 13 – Lançamento e localização do Sifão



Fonte: CORRÊA C. (2017)

A figura 14 mostra um esquema ilustrado de como deve ser a instalação do sistema de aquecimento solar em termosifão, apresentando a localização dos componentes principais.

Figura 14 – Modelo de Instalação de baixa pressão por Termossifão



Fonte: AQUESOL (2019)

4.4 ENERGIA SOLAR FOTOVOLTAICA

A energia solar fotovoltaica é muito utilizada em locais que não possuem acesso à rede elétrica, como nos meios rurais e algumas regiões do Brasil menos favorecidas.

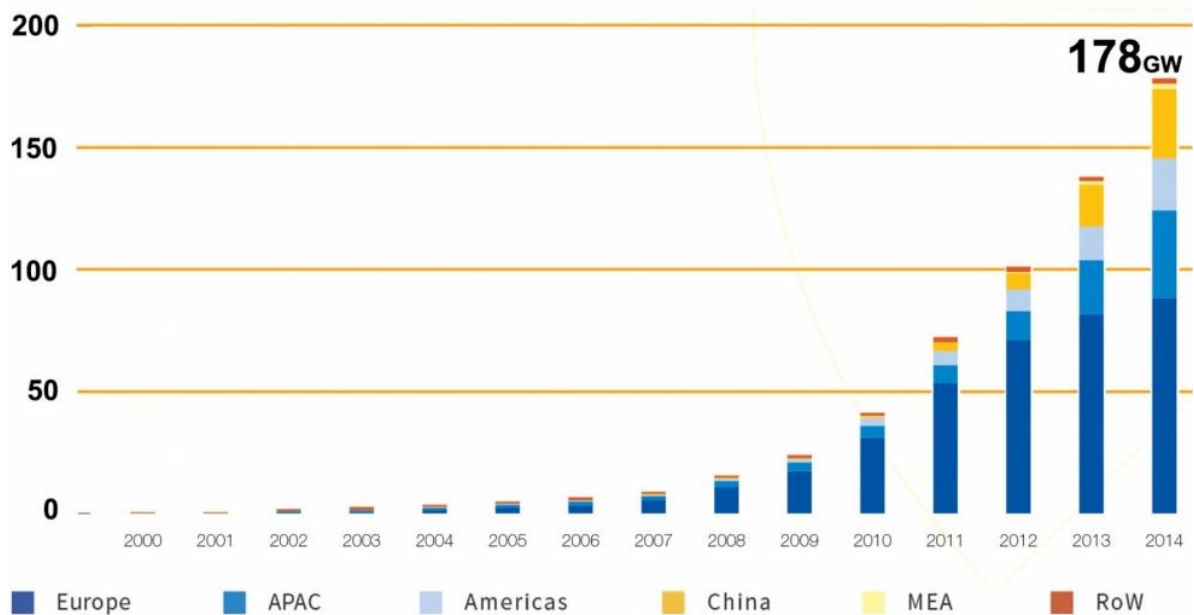
Os sistemas de energia solar fotovoltaica geram eletricidade através das células fotovoltaicas montadas em painéis, criando o chamado “efeito fotovoltaico”. Segundo Villalva & Gazoli (2012, p. 65) “o efeito fotovoltaico é o fenômeno físico que permite a conversão direta da luz em eletricidade. O fenômeno ocorre quando a luz, ou a radiação eletromagnética do sol, incide sobre uma célula composta de materiais semicondutores com propriedades específicas”. A energia é gerada quando há liberação e movimentação de elétrons por estes materiais, após eles absorverem a luz solar, resultando assim em uma diferença de potencial, criando o efeito chamado fotovoltaico. As células fotovoltaicas são as responsáveis pelo funcionamento do sistema fotovoltaico, e é mais comum serem comercializadas com a tecnologia do silício, material extraído do mineral quartzo, que é subdividido em Silício Monocristalino, Silício Policristalino e filme fino de Silício, e possui diferentes eficiências. A corrente elétrica gerada pelas células dependerá de sua área, pois quanto maior a quantidade de luz transmitida para a mesma, maior será a corrente produzida (VILLALVA & GAZOLI, 2012).

Através do agrupamento dessas células, serão produzidos os painéis, também chamados de módulos fotovoltaicos. A corrente elétrica fornecida pelos módulos dependerá diretamente da intensidade de radiação que acomete suas células.

4.4.1 Panorama do Mercado Fotovoltaico

A tecnologia fotovoltaica tem apresentado um constante crescimento mundial, e pode vir a se tornar uma das mais importantes fontes de energia. Entre o final de 2009 e 2011, a capacidade acumulada subiu de 23 GW para 69 GW de tecnologia fotovoltaica instalada em todo o mundo, o que caracteriza uma geração de cerca de 85 TWh por ano, quantidade capaz de suprir a demanda energética de mais de 20 milhões de residências. A Europa lidera o ranking de capacidade global instalada, com uma parcela de 75%, correspondente a cerca de 51 GW (TORRES, 2012). A figura 15 mostra a evolução da capacidade global de 2000 até o ano de 2014. As siglas APAC, MEA e RoW significam, respectivamente, Ásia e Pacífico, Oriente médio e África, e Resto do mundo.

Figura 15 – Evolução da capacidade acumulada instalada a nível Global



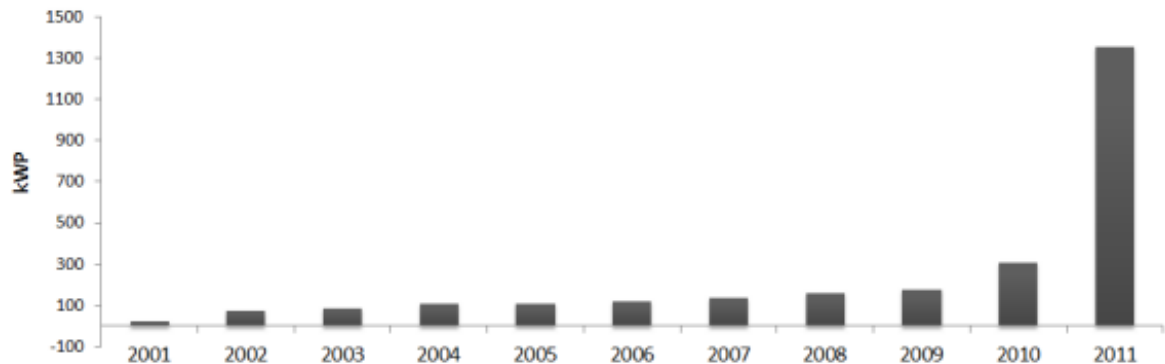
Fonte: MIRANDA, 2016¹¹

No cenário nacional, os sistemas fotovoltaicos começaram a ser comercializados no final da década de 70, utilizando-se células importadas para a produção de módulos. Em 1994 o governo federal, através do Ministério de Minas e Energia, criou o PRODEEM (Programa de desenvolvimento energético de estados e municípios), que promoveu, através de licitações internacionais, a instalação de sistemas fotovoltaicos em mais de 7000 comunidades em todo o Brasil. Desde 2005, o PRODEEM encontra-se incorporado ao Programa Luz Para Todos, visando levar a energia elétrica à locais onde é inviável a distribuição através dos meios convencionais.

Apesar dessas iniciativas, o Brasil ainda não conseguiu alcançar a eficiência na produção de energia fotovoltaica, e os poucos sistemas conectados à rede são ainda experimentais, ou seja, ainda buscam alcançar valores expressivos de potência instalada acumulada. Contudo, o cenário é otimista, e os dados indicam uma relevante evolução dos sistemas que se encontram em operação, conforme exibido na figura 16 (TORRES, 2012).

¹¹ Disponível em: < <http://mundogeografico.com.br/reeditando-o-passado-nova-crise-do-petroleo/capacidade-instalada-global-de-energia-fotovoltaica-em-2014/> >. Acesso em Novembro, 2018

Figura 16 – Potência fotovoltaica instalada de sistemas conectados à rede no Brasil



Fonte: PINTO, ZILLES & ALMEIDA, 2011¹²

4.4.2 Normas Técnicas

Existem algumas normas criadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas que regulamentam os projetos, execuções e especificações dos sistemas fotovoltaicos. Algumas estão em vigor desde o ano de 1991. Torres (2012) enumera e fala sobre algumas delas. A NBR 11704 (ABNT, 2008), que é responsável pela classificação dos sistemas fotovoltaicos de conversão de energia solar em energia elétrica ; e NBR 10899 (ABNT, 2013) – Energia Solar Fotovoltaica, que delinea os termos técnicos relativos à conversão da energia da solar em eletricidade.

4.4.3 Sistemas Fotovoltaicos

Os principais componentes dos sistemas fotovoltaicos (SFV) são os painéis e inversores (que são responsáveis por converter a corrente contínua originada no painel fotovoltaico em corrente alternada), dispositivos de controle e proteção, fiação, estrutura de suporte e possivelmente dispositivos de armazenamento. Esses sistemas são classificados em isolados (que podem ser de aplicação doméstica ou não) e sistemas conectados à rede. Os **sistemas fotovoltaicos domésticos isolados** irão gerar uma menor quantidade de energia elétrica, destinada apenas para o uso essencial como iluminação e refrigeração em residências isoladas, ou seja, que não são conectadas à rede de energia convencional distribuída pela concessionária. Os **sistemas fotovoltaicos isolados não domésticos** são aqueles que

¹² Disponível em: < <https://www.mendoza-conicet.gob.ar/asades/modulos/averma/trabajos/2011/2011-t004-a002.pdf> >. Acesso em Novembro, 2018

fornecem energia para diversas aplicações, como telecomunicações, bombeamento de água, refrigeração, produção de vacinas, dentre vários outros setores, podendo atender também à conjuntos comerciais. Os sistemas isolados necessitarão de armazenamento em bancos de bateria para futuro fornecimento da energia gerada em épocas com menor incidência de luz solar, e de controlador de carga para melhor monitorar e gerenciar o armazenamento.

Já os **sistemas fotovoltaicos conectados à rede** são aqueles que produzem a eletricidade e a fornecem exclusivamente para a rede, ou seja, não necessitam de baterias para armazenamento. No caso do SFV distribuído conectado à rede, é possível complementar a demanda da edificação com energia elétrica convencional, caso a quantidade de energia fotovoltaica gerada não seja o suficiente. Por outro lado, se a geração de energia for maior que o consumo, há possibilidade de se vender para a concessionária a energia excedente. Esses sistemas são constituídos basicamente por painéis, inversores, chaves, fusíveis e disjuntores (TORRES, 2012).

5 PARÂMETROS ECONÔMICOS

Aplicado os objetos de estudo é feito uma análise financeira para apresentar a viabilidade do projeto sustentável em relação ao projeto convencional.

5.1 VPL

VPL significa Valor Presente Líquido, e é calculado para definir no presente o valor de arrecadações futuras, descontando sempre o valor de custo inicial, e somando os fluxos de caixa de cada ano. O VPL considera o valor do dinheiro no tempo, o que é uma vantagem em razão da eficiência na previsão de lucros, e usará sempre uma taxa de juros ou desconto, como por exemplo, a TMA - taxa mínima de atratividade do projeto, que é o valor de retorno mínimo que o investidor pretende alcançar.

O VPL é utilizado para medir a viabilidade de um projeto, de acordo com a necessidade do investidor, conforme o prazo e a rentabilidade que ele deseja alcançar. O resultado do valor presente líquido será positivo após alcançar o período de retorno do projeto, ou seja, quando o VPL for igual a 0, significa que o valor de arrecadação (receita) se igualou ao valor gasto no investimento. Contudo, para ser viável para o investidor, o período de retorno (meses ou anos) deve ser o definido pelo próprio, ou seja, o projeto somente será aceito se o VPL for positivo dentro do prazo determinado pelo investidor (GONÇALVES T., 2018).

Portanto, para calculá-lo é preciso deliberar qual o período do projeto financeiro, ou seja, o número de anos em que se pretende prever o lucro, e definir também qual a taxa de desconto considerada (se é a taxa mínima de atratividade ou a taxa básica de juros da economia – Selic) (GONÇALVES T., 2018). O cálculo do VPL é dado pela fórmula:

$$VPL = \sum_{x=1}^n \frac{FCx}{(1+i)^t} - investimento\ inicial$$

Onde:

- FCx é o fluxo de caixa no ano x ;
- i é a taxa de juros, que pode ser definida pelo investidor (%);

- t é o período em análise do fluxo de caixa (conforme o período de retorno desejado pelo investidor). (MARQUES *et al.*, 2016)

5.2 PAYBACK

Payback será o método usado para calcular o período de retorno dos investimentos feitos para possibilitar o reuso de águas cinzas e a utilização da energia solar para aquecimento.

O termo PAYBACK significa retorno, e irá, através de cálculos simplificados, determinar o prazo estimado para que o rendimento acumulado (neste caso, resultante da economia financeira) atinja o valor que foi aplicado no projeto; ou seja, o tempo gasto até que o comprador recupere o capital investido no sistema. Contudo, como o método não levanta dados a respeito dos lucros gerados após a recuperação da aplicação (MESQUITA, 2016), será necessária a utilização de um outro método para determinar a taxa de retorno.

O período de retorno pode não ser necessariamente curto, podendo levar meses ou até anos, e será determinado de acordo com cada caso. Para que haja precisão nos resultados, todas as variáveis são levadas em conta, bem como todo tipo de despesa feita durante o período de instalação do sistema: mão de obra, equipamentos e recursos. Deverá ser feito o fluxo de caixa mensal, que será o registro das receitas geradas pelos sistemas instalados (MESQUITA, 2016).

Contudo, existem dois tipos de payback: o simples e o descontado. A diferença entre eles é que o payback simples é calculado de maneira direta, considerando a média do fluxo de caixa sem considerar a cotação do dinheiro em tempo real. Já o método descontado, assim como o VPL, irá prever o valor do dinheiro no tempo e utilizará para o cálculo alguma taxa de desconto, que pode ser a chamada de TMA (taxa mínima de atratividade) (GONÇALVES V., 2018), ou pode acompanhar a taxa Selic, que é a taxa básica de juros da economia, determinada pelo banco central (ANDRADE, 2018). A TMA tem relação com a lucratividade de um projeto, ou seja, é o retorno mínimo que se espera para que o projeto seja viável e aceito, e geralmente é estipulada pelo próprio investidor (CAMARGO, 2017). Já a taxa Selic determina o custo do dinheiro para empréstimos no Brasil, e é uma referência para ajustar a taxa de juros nos bancos do país (ANDRADE, 2018). No payback descontado, a taxa de juros é submetida aos *fluxos de caixa futuros*, ou seja, o cálculo será feito trazendo ao presente o valor do fluxo gerado no futuro, o que garante confiabilidade aos resultados, já que existe a desvalorização do dinheiro com o passar do tempo.

5.2.1 Payback Simples

O cálculo do Payback simples é bem direto e simplificado, e é dado pela fórmula a seguir, onde o fluxo de caixa é o valor mensal de ganho do investimento.

$$PB \text{ (meses)} = \frac{\textit{investimento inicial}}{\textit{resultado médio do fluxo de caixa/mês}}$$

5.2.2 Payback Descontado

O Payback descontado segue as mesmas premissas de cálculo do VPL, e os resultados obtidos em ambos os métodos são similares. Normalmente, o bayback é calculado pelo método descontado quando o investidor tem uma meta de retorno (taxa) a ser alcançada. Neste caso, a fórmula para se calcular o Payback descontado é parecida com a do método simples, contudo irá considerar uma taxa de juros no período. A fórmula é dada por:

$$PBD = \frac{\textit{investimento inicial}}{\sum \frac{FCx}{(1+i)^t}}$$

Onde:

- FCx é o fluxo de caixa no ano x ;
- i é a taxa de juros (%) no período (ano);
- t é o período em análise. (MARQUES *et al.*, 2016)

Como é notável, o payback, tanto pelo método simples quanto pelo descontado, é um procedimento fácil e seguro, e será abordado mais claramente na realização do cálculo, no capítulo 7.

6 ESTUDO DE CASO

O estudo de caso apresentado neste capítulo contém todo o trabalho realizado para alcançar os objetivos, bem como o levantamento de dados e apresentação dos projetos dos sistemas de aquecimento solar e reuso de águas cinzas. O estudo é estruturado em etapas:

Etapa 1 – É apresentado e caracterizado o objeto de estudo;

Etapa 2 – Apresenta o levantamento dos dados sobre consumo de água da residência e a oferta da água para reuso;

Etapa 3 – Levantamento dos dados sobre o consumo de energia elétrica da residência;

Etapa 4 – Mostra os valores da água e da energia praticados pelas concessionárias, para que posteriormente possa ser mensurado o valor de economia financeira;

Etapa 5 – Exibe o dimensionamento do sistema de reuso de águas cinzas;

Etapa 6 – Sistema de aquecimento solar;

Etapa 7 – Apresenta os projetos de instalação dos sistemas e os valores;

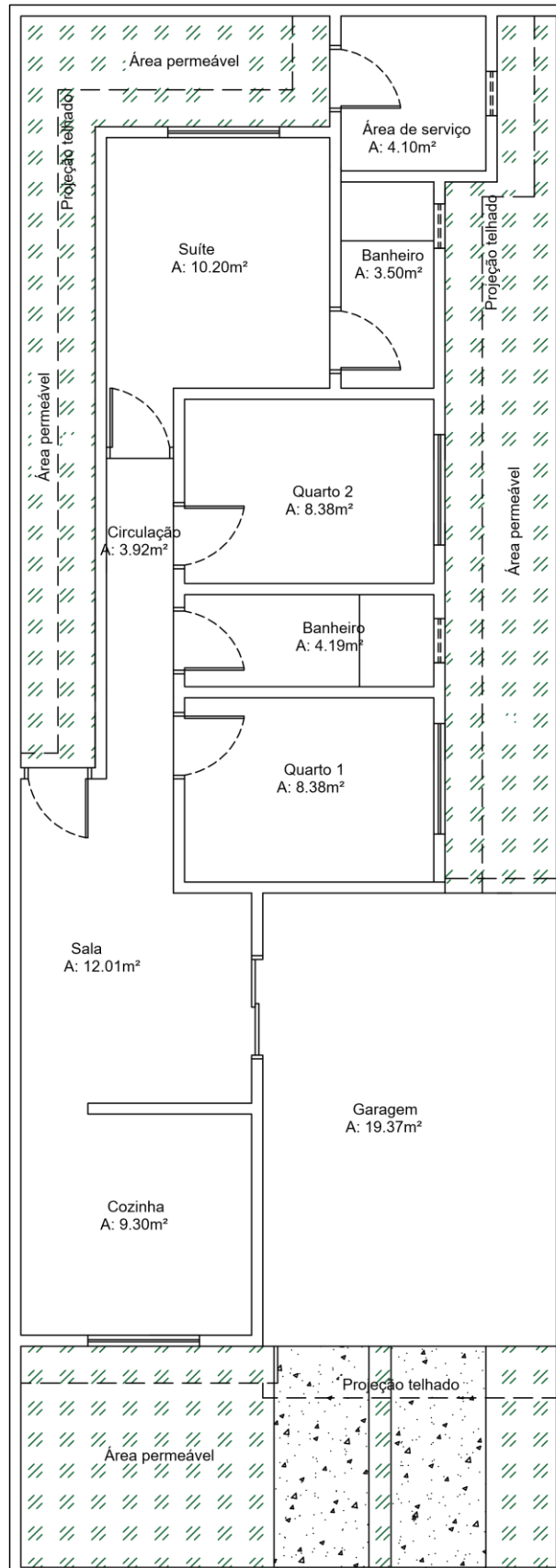
Etapa 8 – Expõe a análise financeira, comparando os projetos sustentáveis com os convencionais, e apresentando o valor total de cada projeto.

6.1 CARACTERIZAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DA RESIDÊNCIA

O objeto de estudo deste trabalho é uma residência fictícia unifamiliar de padrão normal, habitada por uma família composta de 5 pessoas, e localizada na cidade de São Francisco de Goiás – GO. O município se localiza na Microrregião de Anápolis, Mesorregião do Centro Goiano. É o primeiro município do Vale do São Patrício, no sentido sul-norte. Sua área é de 415.791 km², com altitude de 750 m acima do nível do mar (PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO FRANCISCO DE GOIÁS, 2017). O clima da cidade é tropical com estação seca, e está localizada a uma latitude de -15.9309.

O imóvel possui uma área construída de 93,84m², e é constituído por 3 quartos, sendo um suíte com banheiro, sala, cozinha, banheiro social, área de serviço e garagem. A figura 17 mostra a planta baixa da residência, especificando a área de cada ambiente. O projeto arquitetônico completo está disponível em apêndice A.

Figura 17 – Planta Baixa da Residência



Fonte: PRÓPRIA AUTORA (2019)

6.2 CONSUMO/DEMANDA DE ÁGUA

Neste tópico é feito o levantamento do consumo e da demanda da água utilizada nesta residência.

6.2.1 Consumo estimado para cada aparelho sanitário

Para que possa haver previsão da quantidade de água já utilizada que será destinada para tratamento e posterior reuso, é necessário que se tenha conhecimento do consumo de água de cada aparelho individualmente. Este prognóstico, além de antever o valor da oferta de água cinza (desconsiderando-se a perda no primeiro uso), irá também denotar a quantidade de água cinza tratada que deverá haver no reservatório, para que seja destinada à descarga de bacias sanitárias e torneira de irrigação.

A norma da ABNT NBR 5626:1998, que estabelece recomendações para instalação de água fria, não especifica o consumo previsto para cada ponto de utilização de água individualmente. Contudo, TOMAZ (2010, p. 67) apresenta parâmetros de engenharia que podem ser usados para estimar o consumo de água de cada aparelho residencial. No Brasil, estes parâmetros não são definidos, portanto os parâmetros citados pelo autor, que são retratados na tabela 4, são os usados nos Estados Unidos.

Tabela 4 - Parâmetros de Engenharia mais prováveis para estimativa do consumo de cada ponto de utilização de água

USO INTERNO	UNIDADES	PARÂMETROS		
		INFERIOR	SUPERIOR	PROVÁVEL
Nº de descargas na bacia	Descarga/pessoa/dia	4	6	5
Volume de descarga	Litros/descarga	6,8	18	9
Frequência de banho	Banho/pessoa/dia	0	1	1
Duração do banho	Minutos	5	15	7,3
Vazão dos chuveiros	Litros/segundo	0,08	0,3	0,15
Máquina de lavar roupa	Carga (kg)/pessoa/dia	0,2	0,37	0,37
Volume de água máquina lavar roupa	Litros/ciclo	108	189	108
Torneira da cozinha	minuto/pessoa/dia	0,5	4	4
Torneira do banheiro	Minuto/pessoa/dia	0,5	4	4
Vazão das torneiras	Litros/segundo	0,126	0,189	0,15
Irrigação do gramado/jardim	Litros/dia/m ²	-	-	2
Lavagem de carros	Litros/lavagem/carro	-	-	150
Frequência lavagem de carros	Lavagem/mês	-	-	4

Fonte: Adaptado de TOMAZ (2010, p. 67)

Para determinar o consumo final de cada aparelho, foram selecionados diferentes parâmetros: em alguns casos, o parâmetro inferior foi adotado para evidenciar a economia, e nos demais foi adotado o parâmetro mais provável, por ser mais adequado à situação do usuário. Sendo assim, após serem analisados os dados da tabela 4, juntamente com a estimativa de cada uso, apresentam-se dispostos na tabela 5 os valores de cada consumo.

Tabela 5 – Distribuição do consumo mensal médio

PONTO DE UTILIZAÇÃO DA ÁGUA	CONSUMO DIÁRIO MÉDIO (L)	CONSUMO MENSAL (L)	CONSUMO MENSAL (M ³)
Descargas da bacia sanitária	170	5100	5,10
Chuveiros	175,2	5256	5,26
Máquina de lavar roupas	21,6	648	0,65
Pia da cozinha	151,2	4536	4,54
Lavatórios	18,9	567	0,57
Tanque	18,9	567	0,57
Torneira externa (lavagem e irrigação)	20	600	0,60
TOTAL	575,8	17274	17,27

Fonte: PRÓPRIA AUTORA (2019)

6.2.2 Consumo Total de água

Conforme denotado na tabela 5, o total consumo de água mensal médio da residência em estudo será de 17,27m³, o que representa um consumo per capita diário de 115,16 litros.

6.3 CONSUMO DE ENERGIA

Para estimar o consumo de energia do objeto de estudo, foi pré-determinado o número de lâmpadas na residência, levantando a quantidade de pontos de iluminação em cada cômodo e a potência de cada lâmpada; assim como a determinação de cada aparelho elétrico previsto na casa e a energia consumida por eles.

6.3.1 Consumo da energia para iluminação

O critério utilizado para a determinação do número de lâmpadas foi segundo orientação da NBR 5410 (ABNT, 2004), que estabelece que em locais de habitação deve ser previsto pelo menos um ponto de iluminação fixo no teto em cada cômodo ou dependência.

Além do número, para se calcular o consumo de energia é necessário que se saiba também a potência (em watts) de cada lâmpada escolhida. Os fabricantes já expressam em suas especificações, dentre outros dados, a potência (W), que será a quantidade de energia que o acessório irá consumir; e o fluxo luminoso (lm - lúmen), que é a emissão de luz que ele proporciona. Portanto, para que seja feita uma escolha eficiente e econômica, é importante estabelecer corretamente a relação entre essas duas variáveis; e assim sendo, a NBR 5413 (ABNT, 1992) estabelece os níveis mínimos de iluminância média de acordo com cada ambiente (valores estes que são dados em lux). Se for multiplicado o valor do lux dado na norma pela área do ambiente em questão, o resultado será o valor da intensidade da luz (lúmen) requerida para este ambiente, ou seja, o fluxo luminoso mínimo que a lâmpada adquirida deverá ter (ENERGILUX, 2018). A tabela 6 apresenta os resultados dessa análise, seguindo os valores de lux especificados na norma em questão, e exibindo os valores do fluxo luminoso; a tabela 7 apresenta as especificações de cada modelo de lâmpada fluorescente, para que posteriormente se possa escolher a mais adequada para cada ambiente, e demonstra também a relação entre lúmens e watts (quantos lúmens são gerados por cada watt consumido), comparando a eficiência de cada lâmpada. O tipo de lâmpada fluorescente foi o escolhido por ser o mais comum em residências, e devido a maior economia, durabilidade e eficiência energética em comparação com as incandescentes (que pararam de ser fabricadas em 2016); além do menor valor de custo em relação às de LED, embora esta tenha vida útil mais prolongada (NG ELÉTRICA, 2016).

Tabela 6 – Valores do Fluxo Luminoso requerido para cada ambiente

CÔMODO/DEPENDÊNCIA	ILUMINÂNCIA (lux)	ÁREA (m²)	FLUXO LUMINOSO REQUERIDO (lm)
SALA	150	12,01	1801,5
COZINHA	300	9,30	2790
QUARTO 1	150	8,38	1257
QUARTO 2	150	8,38	1257
BANHEIRO SOCIAL	300	4,19	1257
SUÍTE	150	10,20	1530
BANHEIRO SUÍTE	300	3,50	1050
ÁREA DE SERVIÇO	150	4,10	615
GARAGEM	100	19,37	1937
CIRCULAÇÃO	100	3,92	392

Fonte: PRÓPRIA AUTORA (2019)¹³

¹³ A tabela foi feita conforme dados de iluminância retirados da NBR 5413 (ABNT, 1992).

Tabela 7 - Comparação da eficiência¹⁴ das lâmpadas fluorescentes compactas de 220V no mercado

ESPECIFICAÇÕES DAS LÂMPADAS			
Modelo	Potência (w)	Luméns (lm)	Eficiência (lm/w)
Bulbo 2U Luz branca	11	649	59
Bulbo 2U Luz amarela	11	704	64
Mini 3U branca	15	930	62
Mini 3U amarela	15	930	62
Bulbo 3U Luz branca	15	930	62
	19	1178	62
	24	1512	63
Bulbo 3U Luz amarela	15	930	62
	19	1178	62
	20	1260	63
	24	1512	63
Espiral Luz branca	11	660	60
	15	930	62
	19	1178	62
	20	1320	66
	24	1440	60
	30	1800	60
Espiral Luz amarela	45	2790	62
	11	660	60
	15	930	62
	19	1178	62
	24	1440	60
Bulbo 4U Luz branca	25	1625	65
	27	1620	60
Bulbo 4U Luz branca	30	1950	65
	45	2745	61

Fonte: Adaptado de ALUMBRA¹⁵ (2015)

Através da análise das tabelas 6 e 7, foi possível estabelecer qual lâmpada é mais viável para cada ambiente da residência, e desta forma determinar qual o consumo de cada uma delas. A escolha da lâmpada foi feita seguindo o fluxo luminoso requerido para o ambiente, sempre visando a maior eficiência energética. O modelo foi definido pela temperatura de cor (kelvin – K) mais indicada para cada situação: ambientes para descanso solicitam a luz amarela (2700 K), que traz a sensação de aconchego; e para ambientes de atividade é aconselhável a luz branca (6400 K), que proporciona maior visibilidade e foco,

¹⁴ A lâmpada mais eficiente é aquela que produz maior fluxo luminoso consumindo a menor potência elétrica.

¹⁵ As especificações e modelos de lâmpada foram retirados de um catálogo comercial eletrônico da ALUMBRA LTDA, empresa especializada em elétricos e eletrônicos, e que possui um sistema de Gestão da qualidade certificado pela norma ISO 9001.

deixando o ambiente mais em alerta (ALUMBRA, 2015). Todos estes dados estão resumidos e expostos na tabela 8, assim como o consumo total de energia que a iluminação residencial acarreta.

Tabela 8 – Lâmpadas definidas para cada ambiente e seu consumo de energia (Kwh)

AMBIENTE	Temperatura de cor	Modelo da Lâmpada	Potência (w)	Fluxo Determinado	Hrs ¹⁶ de uso/dia	Consumo Mensal [(w*h*30)/1000]
SALA	Luz amarela	Espiral	25	1625	5	3,75 Kwh
COZINHA	Luz Branca	Espiral	45	2790	5	6,75 Kwh
QUARTO 1	Luz amarela	Bulbo 3U	20	1260	5	3,00 Kwh
QUARTO 2	Luz amarela	Bulbo 3U	20	1260	5	3,00 Kwh
BANHEIRO SOCIAL	Luz Branca	Espiral	20	1260	5	3,00 Kwh
SUÍTE	Luz amarela	Espiral	25	1625	5	3,75 Kwh
BANHEIRO SUÍTE	Luz Branca	Espiral	19	1178	5	2,85 Kwh
ÁREA DE SERVIÇO	Luz Branca	Espiral	11	660	5	1,65 Kwh
GARAGEM	Luz Branca	Bulbo 4U	30	1950	5	4,50 Kwh
CIRCULAÇÃO	Luz Branca	Espiral	11	660	5	1,65 Kwh
Número de Lâmpadas:		10	Consumo de Energia Mensal:			33,90 Kwh

Fonte: PRÓPRIA AUTORA (2019)¹⁷

6.3.2 Consumo da energia dos Aparelhos elétricos

A norma técnica da CELG, que ainda hoje é seguida pela ENEL, NTC-04 (CELG DISTRIBUIÇÃO, 2016), determina as potências em watts médias de cada aparelho residencial individualmente. Para a estimativa do consumo de energia de cada um, a potência foi multiplicada pelas horas de uso diário (CORRÊA, 2019), e por fim foi determinado o total mensal. Desta forma, se apresenta na tabela 9 o consumo total de energia de todos os aparelhos elétricos somados, juntamente com os demais dados.

¹⁶ A estimativa de horas de uso diário de cada lâmpada foi feito conforme CORRÊA A. (2019).

¹⁷ A tabela foi feita conforme dados retirados de ALUMBRA (2015), e interpretados pela autora.

Tabela 9 – Consumo de energia dos aparelhos elétricos estimados na Residência

APARELHO/ELETRODOMÉSTICO	POTÊNCIA (w)	Tempo ¹⁸ de uso médio (h/dia)	Nº de dias em uso/mês	Consumo de Energia (Wh/mês)	Consumo de Energia (kWh/mês)
BATEDEIRA	180	0,5	8	720	0,72
CARREGADOR DE CELULAR	1,5	5	30	225	0,23
CHUVEIRO	4400	0,61	30	80520	80,52
FERRO DE PASSAR ROUPA	1000	1	12	12000	12,00
FORNO MICRO-ONDAS	1000	0,34	30	10200	10,20
GELADEIRA SIMPLES ¹⁹	60	10	30	18000	18,00
LIQUIDIFICADOR	350	0,25	15	1312,5	1,31
MÁQUINA DE LAVAR ROUPA	550	1,44	6	4752	4,75
TELEVISOR	120	5	30	18000	18,00
VENTILADOR	45	8	30	10800	10,80
CONSUMO TOTAL MENSAL DE ENERGIA DOS APARELHOS:				156,53	kWh

Fonte: Adaptado de CELG DISTRIBUIÇÃO (2016)

6.3.3 Consumo Total de Energia

Para determinação do consumo total de energia da residência em estudo, foram somados os valores de energia consumidos pela iluminação e pelos aparelhos, que foram apresentados nas tabelas 8 e 9. Portanto, a quantidade mensal de energia consumida é de 190,43 kWh.

6.4 VALORES PRATICADOS PELAS CONCESSIONÁRIAS

O Anexo A apresenta uma fatura de pagamento demonstrando a tarifa de energia praticada pela concessionária ENEL. Já o valor da tarifa de água é determinado pela Resolução Normativa N°0125 (AGÊNCIA GOIANA DE REGULAÇÃO, 2018). Com os resultados dos tópicos anteriores e o acesso às tarifas praticadas, foi possível prever o gasto financeiro mensal e anual que a família terá com os serviços de água e energia sem a utilização de sistemas sustentáveis, conforme ilustram as tabelas 10 e 11. Uma vez levantado

¹⁸ A estimativa de dias de uso no mês e horas de uso diário de cada aparelho foi feita conforme CORRÊA A. (2019); com exceção do Chuveiro e Máquina de lavar Roupas, que seguiram as mesmas horas de uso estimadas para o consumo de água, conforme a tabela 5.

¹⁹ Conforme BUGS (2001), o tempo de utilização de 10hrs para a geladeira se refere ao período de funcionamento do compressor, ou seja, as horas diárias em que ele fica ligado para que a temperatura interior seja mantida.

esses consumos e custos, é possível determinar no capítulo 7 a taxa e o período de retorno do investimento.

Tabela 10 – Cobrança mensal e anual do consumo de água na cidade de São Francisco de Goiás

TARIFAS DE ÁGUA – Consumo Convencional	
Consumo mensal médio (tabela 5)	17,27 m ³
Empresa Concessionária	SANEAGO
Valor da tarifa atual/m ³	R\$ 5,43
Custo mínimo fixo ²⁰	R\$ 12,71
COBRANÇA MENSAL DE ÁGUA:	R\$ 106,49
COBRANÇA ANUAL DE ÁGUA:	R\$ 1.277,83

Fonte: PRÓPRIA AUTORA (2019)

Tabela 11 – Cobrança mensal e anual do consumo de energia elétrica na cidade de São Francisco de Goiás

TARIFAS DE ENERGIA – Consumo Convencional	
Consumo mensal médio (tabelas 8 e 9)	190,43 kWh
Empresa Concessionária	ENEL - GO
Valor da tarifa atual/kWh	R\$ 0,8770
Contribuição iluminação pública ²¹	R\$ 25,09
COBRANÇA MENSAL DE ENERGIA:	R\$ 192,10
COBRANÇA ANUAL DE ENERGIA:	R\$ 2.305,17

Fonte: PRÓPRIA AUTORA (2019)

6.5 SISTEMA DE REUSO DE ÁGUAS CINZAS

O tratamento da água cinza será realizado pelo método de gradeamento, com filtração grosseira seguida de desinfecção por processo de cloração, que é o processo de desinfecção mais utilizado devido à facilidade e menor custo. Além dos condutores e conectores, que serão abordados no quantitativo do projeto, o sistema de reuso é composto pelos seguintes componentes:

- Caixa Receptora com filtro de brita – recebe o efluente direto do ralo do chuveiro, lavatório, tanque e máquina de lavar roupa;
- Caixa de passagem para desinfecção – onde a água passada pelo filtro é tratada com cloro em pastilhas de tricloro antes de ser encaminhada para o reservatório;

²⁰ Valor demonstrado no ANEXO B.

²¹ Valor demonstrado no ANEXO A.

- Reservatório Superior – onde ficará armazenada a água tratada até que seja encaminhada ao seu destino final (descarga sanitária e torneiras da área externa).

6.5.1 Dimensionamento dos Reservatórios

Os reservatórios serão dimensionados com base nos volumes de oferta e demanda dos aparelhos, valores estes dispostos na tabela 12.

Tabela 12 – Oferta e demanda de água

	Aparelho	Litros/dia	TOTAL
OFERTA DE ÁGUA	Chuveiros	175,20	213 L/dia
	Lavatórios	18,90	
	Tanque	18,90	
	Máquina de lavar roupas ²²	108,00	108 L/ciclo
DEMANDA DE ÁGUA	Descarga sanitária	170,00	190 L/dia
	Torneiras externas	20,00	

Fonte: PRÓPRIA AUTORA (2019)²³

A **caixa receptora** é aquela que receberá a água cinza vinda dos pontos de coleta, à qual é adaptada com filtro de brita. O efluente passará por ela e, logo que filtrado, será encaminhado para o reservatório de tratamento. Analisando os dados da tabela 4, é possível estimar a simultaneidade de vazão dos aparelhos, ou seja, quais aparelhos poderão encaminhar água cinza para a caixa receptora ao mesmo tempo:

- O valor de vazão diária do chuveiro corresponde ao uso de todos os moradores durante o dia. Considerando um banho por vez, e 5 banhos ao dia, a oferta de água possível a cada banho é de 35,04 litros;
- Observando a existência de dois lavatórios, a vazão de 0,126 L/s e o tempo de vazão de 30 segundos a cada uso (conforme parâmetros apresentado na tabela 4), a máxima oferta simultânea é de 7,56 litros.
- A estimativa da vazão do tanque segue os mesmos parâmetros do lavatório, porém há apenas uma torneira; logo a oferta máxima é de 3,78 litros;

²² A máquina de lavar não entra no volume total de oferta de água, pois a frequência de uso não é diária.

²³ Tabela feita a partir de dados extraídos da tabela 5.

- Com a possibilidade de funcionamento da máquina de lavar simultaneamente aos demais usos domésticos, acrescentam-se ainda 108 litros à soma da oferta.

Portanto, o máximo volume de água que passará pela **caixa receptora** simultaneamente será de 154,38 litros.

Quanto aos reservatórios, o ideal é que o **reservatório de tratameto** (inferior) e o **reservatório superior de acumulação** (onde ficará armazenada a água) tenham uma capacidade de reserva próxima um do outro, pois à medida que tratada, a água é encaminhada para o armazenamento.

Para dimensiona-los deve-se considerar que, apesar dos valores de oferta e demanda de água cinza serem próximos, há uma diferença entre o período de produção e o de utilização, que ocorrem em momentos e volumes diferentes; enquanto a água cinza é produzida em um curto período de tempo, a utilização dela na descarga sanitária ocorrerá de forma distribuída ao longo do dia. Isso significa que, para que o déficit de água ofertante não seja um problema, é ideal que o reservatório tenha capacidade suficiente a garantir acumulação de volume de água para 2 dias, ou seja, duas vezes o valor da demanda de água.

Sendo assim, o **reservatório de tratameto** e o **reservatório superior** deverão ter uma capacidade de no mínimo 380 litros.

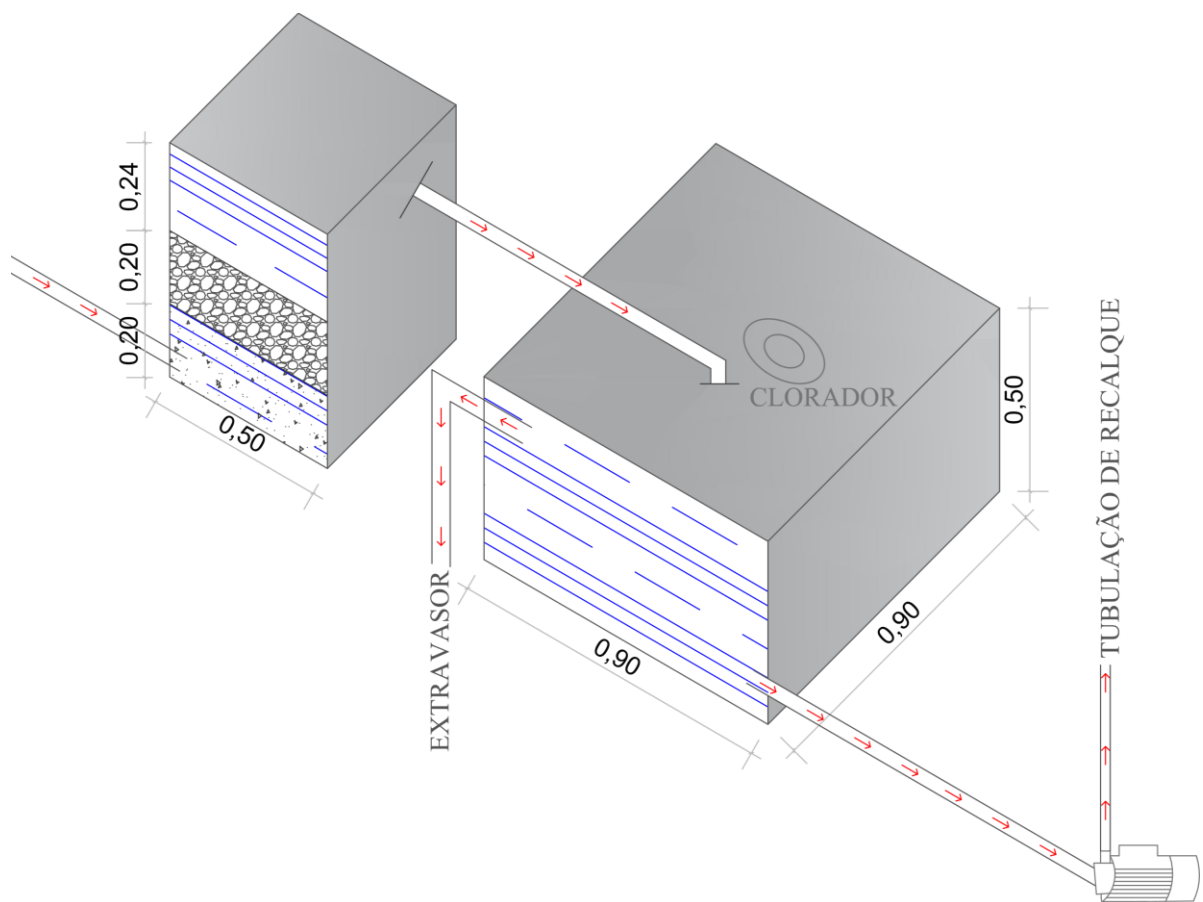
6.5.2 Detalhamento dos Reservatórios

A **caixa receptora** é feita de blocos de concreto, em formato prismático, comportando um volume de **160 litros** abaixo do filtro de brita. Suas dimensões são 50x50x64: 50cm de largura, 50cm de comprimento e 64cm de altura. O filtro de brita, adaptado na caixa, é feito com o emprego de duas telas de aço, em posição perpendicular ao fluxo, com dimensões de 50x50 cm cada, com furos de espessura 15 mm. Ambas são embutidas dentro da caixa, uma localizada abaixo da camada de brita, a uma altura de 20 cm, e a outra acima da camada de brita, formando uma espécie de gaiola. Com um volume total de 0,05m³, a brita que forma o filtro é classificada como brita 2, com granulometria de 19 a 25mm de diâmetro (NBR 11799 - ABNT, 1990). A camada depositada sobre a primeira grade possui uma espessura 20 cm, formando o leito do filtro.

Assim como a caixa receptora, o **reservatório de tratamento**, que é localizado logo ao lado dela, também é feito em blocos de concreto. Possui uma capacidade de reserva de **405 litros**, sendo as dimensões 90x90x50: 90cm de largura, 90cm de comprimento, 50cm de

altura. O tanque possui um tubo extravasor de 50 mm de diâmetro, que é responsável por drenar a água excedente. A desinfecção da água ocorre através de pastilha de cloro de 200g (partida ao meio a cada reposição), que leva por volta de 15 dias para se dissolver, e é introduzida em um clorador flutuante (modelo *margarida*) que fica em contato com a água deste reservatório; o clorador deve estar com a regulagem de saída quase que fechada por completo para que a dosagem seja controlada, já que a quantidade de água no reservatório é bem menor que a indicada para a pastilha de 200g. Segundo estimativa feita, baseada no tempo de dissolução, será gasta uma pastilha por mês, sendo necessária a troca a cada 15 dias (utilizando 100 g – ½ pastilha a cada troca). Com esse equipamento, a aplicação do agente é feita de forma gradativa, na medida em que a pastilha vai se dissolvendo. O reservatório de tratamento também conta com o sistema de recalque, responsável pelo bombeamento e condução da água tratada até o reservatório de armazenamento. A figura 18 ilustra a parte inferior do sistema (caixa receptora e reservatório de tratamento - que se encontram semi-enterrados).

Figura 18 – Parte inferior do sistema de reuso de águas cinzas



Fonte: PRÓPRIA AUTORA (2019)

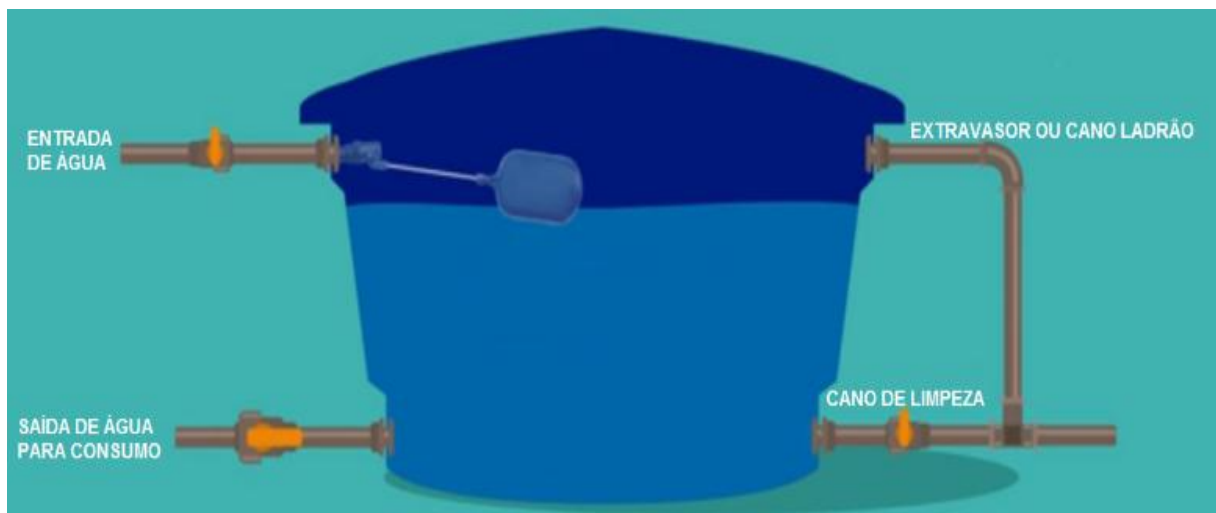
A água entra pela tubulação ligada à parte inferior da caixa, e passa pelo filtro em fluxo ascendente, sendo em seguida encaminhada para o reservatório de tratamento através da tubulação localizada na parte superior. Depois de tratada (processo ocorrido com cerca de 30 min de contato entre o clorador e a água), a água é bombeada e encaminhada para o reservatório superior, através do sistema de recalque.

O **Reservatório Superior** de águas cinzas tratadas é localizado entre a laje e o telhado, posicionado acima dos banheiros. É feito de polietileno, conta com saída para o tubo extravasor, e tem capacidade de armazenamento de **500 litros**; as dimensões são de (dados fornecidos pelo fabricante):

- Altura de 72 cm (com tampa)
- Altura de 58 cm (sem a tampa)
- Diâmetro de 124 cm (com a tampa)
- Diâmetro de 122 cm (sem a tampa)
- Diâmetro da base medindo 95 cm

A figura 19 ilustra o modelo do reservatório (caixa d'água).

Figura 19 – Modelo de Caixa d'água instalada (Reservatório de água para reuso não potável)

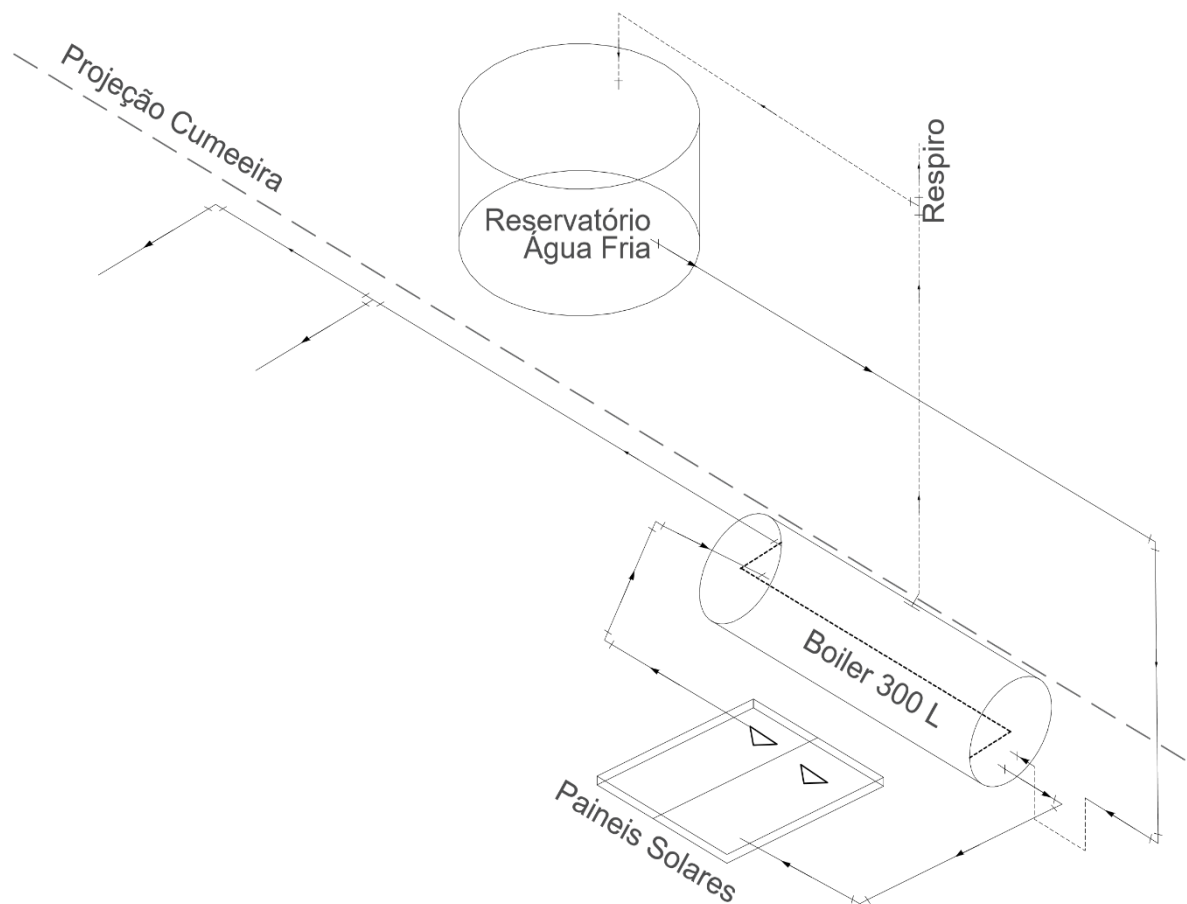


Fonte: AMARAL ÁGUAS (2019)

6.6 SISTEMA DE AQUECIMENTO SOLAR

Conforme explicado no capítulo 4, o circuito primário do sistema de aquecimento solar pode ser efetuado de duas formas: através do método de Circulação em Termossifão ou método de Circulação Forçada. A diferença entre eles é, basicamente, o uso de um conjunto de bombeamento, além de outras características citadas no tópico 4.3.4. Portanto, ao analisar ambos os métodos de circulação, vê-se que o mais favorável e indicado para o sistema em estudo é a Circulação em Termossifão. A figura 20 traz uma representação do sistema de aquecimento solar.

Figura 20 – Sistema de Aquecimento Solar (vista isométrica)



Fonte: PRÓPRIA AUTORA (2019)

6.7 PROJETOS DE INSTALAÇÃO DOS SISTEMAS PROPOSTOS

Com o levantamento de todos os dados de consumo e custos da água e da energia, para que fossem realizados os métodos de cálculo de retorno ainda era necessário levantar todos os custos do investimento. Para isso, foram feitos os projetos hidráulico e sanitário, apresentando o quantitativo dos componentes e acessórios do sistema.

No Apêndice B e Apêndice C se encontram os projetos sanitário e hidráulico, respectivamente.

6.7.1 Valores dos Componentes dos Projetos

As tabelas 13 e 14 apresentam os valores dos reservatórios do sistema de reuso e seus componentes.

Já a tabela 15 disponibiliza os valores do boiler e coletor solar (componentes do sistema de aquecimento), que foram adotados após análise de 3 orçamentos de diferentes empresas. O orçamento mais viável e econômico encontra-se acrescentado no Anexo C.

Tabela 13 – Valores dos itens que compõem o sistema de reuso de águas cinzas; segundo tabela de composição de custo sintético atualizada pelo SINAPI (março 2019)

ITEM/ACESSÓRIO	V. Unitário	Unidade	QTD	VALOR TOTAL
Reservatório de Concreto 160 L (com tampa)	R\$ 67,67	M ²	1,78	R\$ 120,45
Reservatório de Concreto 405 L (com tampa)	R\$ 67,67	M ²	3,42	R\$ 231,43
Caixa d'água em Polietileno 500L (com tampa)	R\$ 552,63	UN	1	R\$ 552,63
2 Telas de aço galvanizadas (malha 15x15mm)	R\$ 10,94	M ²	0,5	R\$ 5,47
Brita (pedra britada) N. 2	R\$ 76,26	M ³	0,05	R\$ 3,81
Bomba Periférica - Vazão: 33L/min	R\$ 188,29	UN	1	R\$ 188,29

Fonte: PRÓPRIA AUTORA (2019)

Tabela 14 - Valores dos itens que compõem o sistema de reuso de águas cinzas, segundo valores médios de mercado consultados

ITEM/ACESSÓRIO	Valor Unitário	Unidade	QTD	VALOR TOTAL
Pastilha de Tricloro 200g	R\$ 5,50	UN/mês	1	R\$ 5,50
Clorador flutuante	R\$ 28,00	UN	1	R\$ 28,00

Fonte: PRÓPRIA AUTORA (2019)

Tabela 15 – Valor dos componentes do sistema de aquecimento solar, conforme orçamento do fornecedor.

ITEM/ACESSÓRIO	Valor Unitário	Unidade	QTD	VALOR TOTAL
Reservatório Térmico 300 L	R\$ 1.467,00	UN	1	R\$ 1.467,00
Coletor Solar 1,60 m ²	R\$ 592,00	UN	2	R\$ 1.184,00

Fonte: PRÓPRIA AUTORA (2019)

O quantitativo dos demais acessórios e tubulações (gerado nos projetos) encontra-se reproduzido na tabela do Apêndice D.

6.8 ANÁLISE FINANCEIRA – SISTEMAS SUSTENTÁVEIS X CONVENCIONAL

Para possibilitar o cálculo da taxa de retorno, o custo do investimento deve ser comparado ao custo do sistema convencional, ou seja, deve-se obter a relação entre o custo de um projeto de sistemas sustentáveis e o custo de um projeto comum, sem o uso dos sistemas para economia. Portanto, para efeito de comparação, foi feito também o projeto hidrossanitário convencional, bem como apresentado os quantitativos dos sistemas.

No Apêndice E e Apêndice F estão adicionados os projetos convencionais. Os Apêndices D e G apresentam a tabela dispondo dos valores de cada acessório dos projetos Sustentáveis e Convencionais, respectivamente. Os valores foram dados utilizando a tabela atualizada de Composição de custo Sintético do SINAPI (2019). Nos valores desta tabela está inclusa a estimativa do custo da mão de obra, fornecimento, material e equipamento.

Logo, o valor total dos **projetos convencionais** é de R\$ 3.132,29, enquanto o valor total dos custos dos **projetos sustentáveis** é de R\$ 7.424,47.

7 RETORNO FINANCEIRO

Neste capítulo é apresentada a viabilidade econômica da implementação dos sistemas, demonstrando a taxa e o período de retorno do investimento.

7.1 PERÍODO DE RETORNO - PAYBACK

A fórmula do Payback simples, que foi o método utilizado para verificar o período de retorno, é dada pela divisão do investimento inicial pelo resultado do fluxo de caixa, que é o valor mensal de arrecadação do investimento, que neste caso será o valor poupado mensalmente no pagamento de água e energia.

$$PB = \frac{\textit{investimento inicial}}{\textit{resultado do fluxo de caixa}}$$

Analisando os dados do capítulo anterior, vê-se que o valor mensal de economia financeira alcançada através do uso dos sistemas sustentáveis é de **R\$ 109,44**. Os dados para se alcançar este resultado são mostrados na tabela 16.

Tabela 16 – Comparação de Valores de consumo com/sem o uso dos sistemas sustentáveis

CONSUMO/ECONOMIA MENSAL		/mês	VALOR MENSAL
CEC	Consumo de Energia com instalação convencional	190,43 KWh	R\$ 192,10
CEAS	Consumo de Energia com Aquecimento Solar	109,91 KWh	R\$ 121,48
	<i>Economia estabelecida (CEC - CEAS)</i>	80,52 KWh	R\$ 70,62
CAC	Consumo de Água com instalação convencional	17,27 M ³	R\$ 106,49
CAAC	Consumo de Água com Reuso de AC	11,57 M ³	R\$ 67,67 ²⁴
	<i>Economia estabelecida (CAC - CAAC)</i>	5,7 M³	R\$ 38,82
ECONOMIA FINANCEIRA TOTAL:		R\$ 109,44	por mês

Fonte: PRÓPRIA AUTORA (2019)

²⁴ Segundo a Resolução Normativa N°0125/2018 (AGÊNCIA GOIANA DE REGULAÇÃO, 2018), o custo do metro cúbico (m³) de água para a faixa de consumo de 11 a 15 m³/mês, é de R\$ 4,75 por m³.

O valor total do investimento inicial é dado pela diferença entre o custo dos projetos convencionais e o custo dos projetos sustentáveis. Estes valores estão determinados nos Apêndices D e G, e são reproduzidos na tabela 17, juntamente com o resultado da subtração.

Tabela 17 – Custo do investimento nos Sistemas de Reuso de Águas Cinzas e Aquecimento Solar

PROJETOS SUSTENTÁVEIS (PS)	R\$	7.424,47
PROJETOS CONVENCIONAIS (PC)	R\$	3.132,29
CUSTO TOTAL DO INVESTIMENTO (PS - PC)	R\$	4.292,18

Fonte: PRÓPRIA AUTORA (2019)

Com estes dados, pôde-se realizar o cálculo do valor do Payback, seguindo a fórmula acima.

$$PB = \frac{4.292,18}{109,44/mês} = 39,22$$

Portanto, conforme o cálculo acima, tem-se que o retorno do valor investido na implementação dos sistemas acontecerá após aproximadamente 40 meses, ou seja, **3 anos e 4 meses**. Este prazo é estimado sem considerar o valor do dinheiro no tempo, e irá servir como base para determinar um período de análise para o VPL. Para obter o real período de retorno do investimento, o ideal seria calcular o Payback Descontado; contudo, será utilizado o método VPL, que será feito através dos fluxos de caixas futuros, em até 4 anos, e que considera as mesmas variáveis do payback descontado.

7.2 VALOR PRESENTE LÍQUIDO – VPL

O VPL é calculado pela fórmula citada no capítulo 5, que é reproduzida abaixo:

$$VPL = \sum_{x=1}^n \frac{FCx}{(1+i)^t} - investimento\ inicial$$

Diferente do payback simples, o VPL determina o momento em que o custo é cobrido e a receita líquida começa a ser gerada, considerando a atualização do valor de rendimento para o ano/mês presente.

Como no t3pico anterior o per3odo de retorno calculado est3 entre 3 e 4 anos, o intervalo de an3lise considerado aqui ser3 de 0 a 4 anos (48 meses). Como fluxo de caixa, ser3 considerada a receita anual, sendo pois R\$ 1313,28 (109,44 x 12 meses). A taxa de juros considerada para o c3lculo 3 a taxa m3dia CDI (Certificado de dep3sito interbanc3rio). Esta taxa se atualiza em conjunto e tem atua33o semelhante 3 taxa referencial do Selic (ambas s3o 3ndices de investimento baseadas em taxas de juros); contudo a CDI 3 mais comumente usada como base de refer3ncia para os investimentos, especialmente aqueles com retorno fixo (OLIVEIRA, 2018). Portanto, o valor da taxa de desconto utilizado no c3lculo foi de 6,40% ao ano e 0,52% ao m3s (valores do CDI atualizado obtidos no dia 01 de maio de 2019).

Logo, substituindo os valores, considerando o investimento inicial negativo, e adaptando a f3rmula do VPL para que este seja calculado no Excel, tem-se a cada per3odo de tempo:

$$VPL = FC_{descontado} + VP_{anterior} = \frac{1313,28}{\left(1 + \frac{6,40}{100}\right)^t} + VP_{anterior}$$

Este c3lculo foi feito para cada ano, iniciando no ano 0, com o valor do investimento negativo, e somando-se a este o valor de receita do primeiro ano atualizado para o momento presente (FCdescontado); sucessivamente, o valor presente (VP) ainda negativo 3 somado 3 nova receita (do ano seguinte). A sequ3ncia 3 feita at3 que o VP se torne positivo, demonstrando a3 o ano em que o investimento se paga e o projeto come3a a gerar lucro l3quido, e chegando neste per3odo ao resultado do VPL. O passo a passo destes c3lculos 3 melhor compreendido ao analisar a tabela 18, que traz os resultados de cada VP at3 a lucratividade positiva (VPL).

Tabela 18 – C3lculo do Valor Presente L3quido

ANO	Fluxo de Caixa (FC)	Taxa de desconto	FCdescontado	VP
0	-R\$ 4.292,18	-	-	-R\$ 4.292,18
1	R\$ 1.313,28	6,40%	R\$ 1.234,29	-R\$ 3.057,89
2	R\$ 1.313,28	6,40%	R\$ 1.160,04	-R\$ 1.897,85
3	R\$ 1.313,28	6,40%	R\$ 1.090,27	-R\$ 807,59
4	R\$ 1.313,28	6,40%	R\$ 1.024,69	R\$ 217,10

$$\text{VPL} = \text{R\$ } 217,10$$

Fonte: PRÓPRIA AUTORA (2019)

Sendo assim, o Valor Presente Líquido calculado é de R\$ 217,10, alcançado no quarto ano de utilização dos sistemas, e, portanto, somente a partir deste ano o projeto começará a render lucros líquidos.

7.3 TAXA DE RETORNO

Existem alguns métodos conhecidos para se calcular a taxa de retorno, como por exemplo, o ROI e o TIR. Contudo, estes métodos se baseiam na receita final do investimento, ou seja, todo o valor de retorno que ele traz. Como o caso em estudo trata-se do retorno mensal durante toda a vida útil dos sistemas, estes métodos tornam-se inviáveis, uma vez que o lucro acontecerá de maneira contínua, por meio da economia estabelecida nas contas de água e energia, enquanto houver funcionamento dos sistemas.

Portanto, a maneira encontrada para determinar uma taxa percentual que represente o retorno financeiro deste projeto, foi o cálculo da taxa baseada no custo do investimento, ou seja, a porcentagem mensal e anual de retorno correspondente ao valor de custo do projeto.

Sendo assim, tem-se que:

- Custo do projeto = R\$ 4292,18;
- Retorno mensal = R\$ 109,44;
- Retorno anual = R\$ 1313,08.
- *Taxa de Retorno sobre o custo de projeto (mensal):*
R\$ 2,55% a.m.
- *Taxa de Retorno sobre o custo de projeto (anual):*
R\$ 30,59% a.a.

8 CONCLUSÃO

O presente trabalho trouxe inicialmente um estudo a respeito da sustentabilidade e da importância da conservação dos bens ambientais, bem como a água, e uma análise da eficiência energética no Brasil e no mundo. Esta revisão inicial trouxe à tona a idéia sobre o quanto importante é se investir em sistemas que promovam a preservação ambiental. Posteriormente foram feitos estudos a respeito da implementação dos sistemas de reuso de águas cinzas e aquecimento solar, apresentando a composição e o funcionamento destes.

Seguindo a metodologia adotada, o estudo de caso se iniciou apresentando o projeto arquitetônico e dados relevantes da residência fictícia considerada para a realização do estudo de implementação dos sistemas. Após apresentação destes dados, o estudo de caso prosseguiu levantando todos os dados necessários para se alcançar o objetivo delimitado: foram estimados os consumos de água e energia da residência em estudo, valores estes baseados em parâmetros pouco conhecidos e pouco utilizados devido à sua complexidade, mas de grande confiabilidade. Buscou-se estipular um valor próximo da realidade de consumo das famílias de baixa renda, para assim obter maior precisão e segurança nos resultados. A determinação do consumo de cada ponto de água e aparelho elétrico foi fundamental para possibilitar a previsão de economia de água e luz, e, posteriormente, a economia financeira alcançada.

Depois de levantados os consumos, através de dados adquiridos em análise de faturas de água e energia, em conjunto com a pesquisa em sites das concessionárias, pôde-se obter o valor de água e energia que seria pago pelos moradores sem a existência dos sistemas de reuso de águas cinzas e de aquecimento solar. Com esses valores, foi possível posteriormente comparar este gasto com o valor economizado nas contas de água e luz através da implementação e utilização dos sistemas sustentáveis.

O próximo passo do estudo de caso foi propor os projetos de instalação dos sistemas e apresentar os dados relacionados a cada projeto, como: dimensionamento e detalhamento dos reservatórios de água; determinação do melhor e mais viável método de filtração e tratamento da água cinza para posterior reuso; escolha do método de circulação do sistema de aquecimento solar mais exequível para a situação; análise de orçamentos e escolha das dimensões do boiler e dos coletores solares. Com o detalhamento dos componentes dos sistemas sustentáveis e a execução dos projetos hidráulico e sanitário, foi gerado o quantitativo de todos os materiais e acessórios que compõem os mesmos. Através deste quantitativo foi determinado o valor de custo do projeto unificado dos sistemas de reuso de águas cinzas e de aquecimento solar.

Contudo, para levantar o real custo do projeto, foi necessário levantar também o custo que teria um projeto sem a utilização de sistemas sustentáveis, ou seja, o custo do projeto hidrossanitário convencional; pois o valor investido no projeto de implementação dos sistemas sustentáveis se dá pela diferença entre o convencional e o não convencional, já que os sistemas hidráulicos e sanitários existentes em uma residência comum (convencional) se diferem dos existentes na residência com reuso de água e aquecimento solar implantados.

Portanto, com a realização de todos estes cálculos, chegou-se ao valor de investimento na implantação dos sistemas de R\$ 4292,18.

Através do custo de implementação do projeto obtido e do valor de receita (retorno) que o mesmo traz, foi possível calcular o período e a taxa de retorno do investimento. O período de retorno foi calculado através de dois métodos diferentes: um em que não se considera o valor do dinheiro no tempo (payback simples); e o outro onde se leva em conta a taxa de juros determinada pelo Certificado de depósito interbancário, demonstrando as receitas com valores atualizados a cada ano, resultando assim em um período um pouco maior para obtenção do retorno (VPL). Analisando ambos os resultados, tem-se que o período de retorno do investimento está entre 3 a 4 anos. Mas para maior precisão neste período, foi feita uma tabela semelhante à tabela 18 (cálculo do valor presente líquido), apresentando as atualizações do valor presente mensais; esta tabela está apresentada no Apêndice H, e demonstra que o VPL positivo é obtido no mês 46, ou seja, o retorno do valor investido ocorrerá (considerando a taxa de juros no tempo) após 3 anos e 10 meses. Já a taxa de retorno foi calculada sem a utilização de um método conhecido, já que nenhum deles se enquadra na situação de receita dos sistemas estudados. Sendo assim, a taxa de retorno foi obtida baseando-se no custo do investimento, e o valor obtido foi de: 2,55% a.m. sobre o custo de projeto e 30,59% a.a. sobre o custo de projeto.

A visão geral que o estudo traz é de que há uma viabilidade positiva na implementação dos sistemas de Reuso de Águas Cinzas e de Aquecimento Solar em residências destinadas à famílias de baixa renda, obtendo o retorno do investimento em um curto período de tempo, e promovendo uma economia financeira considerável para os moradores, além da grande vantagem ambiental, já que os sistemas promovem economia de água.

REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8160**: Sistemas Prediais de esgoto sanitário – Projeto e execução. Rio de Janeiro, 1999.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13969**: Tanques sépticos – Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro, 1997.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11704**: Sistemas fotovoltaicos - Classificação. Rio de Janeiro, 2008.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10899**: Energia Solar fotovoltaica - Terminologia. Rio de Janeiro, 2013.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5410**: Instalações elétricas de baixa tensão. Rio de Janeiro, 2004.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5413**: Iluminância de Interiores. Rio de Janeiro, 1992.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 11799**: Material Filtrante – areia, antracito e pedregulho - Especificação. Rio de Janeiro, 2016.

ABUDE, Pedro; DONDON, Plínio. **[Sem título]**. 2014. 1 fotografia, color. Disponível em: <<https://sustentarqui.com.br/3-casas-brasileiras-sustentaveis/>> Acesso em: 10 de novembro de 2018.

AGÊNCIA GOIANA DE REGULAÇÃO. **Resolução Normativa N°0125/2018 – Estrutura Tarifária**. SANEAGO - Saneamento de Goiás S.A., 2018. Disponível em: <https://www.saneago.com.br/2016/arquivos/Res_Normativa_0125_2018.pdf> Acesso em: 05 de abril de 2019.

ALUMBRA. **Lâmpadas fluorescentes compactas**. Alumbra LTDA: catálogo. 2015.

Disponível em:

<https://www.alumbra.com.br/UPCATALOGOS/CatalogoAlumbra_FLUOR_COMPACTA_2015.pdf> Acesso em: 01 de abril de 2019.

AMARAL ÁGUAS. **Como limpar caixa d'água?**. Amaral Águas, 2019. Disponível em: <<http://amaralaguas.com.br/noticia/11/como-limpar-caixa-d-agua>> Acesso em: 18 de abril de 2019.

ANDRADE, Afonso Eris Ferreira. **Estudo da viabilidade econômica para sistema de aproveitamento de águas de chuva na sede da CBTU em João Pessoa**. João Pessoa, 2018.

Disponível em:

<<https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/13631/1/AEFA08112018.pdf>> Acesso em 01 de maio de 2019.

ANTONIO. **Definição de coletor solar**. Sua Energia Solar, 2015. Disponível em:

<<https://suaenergiasolar.com.br/coletor-solar/>> Acesso em: 05 de abril de 2019.

AQUESOL. **Modelo de instalação de Baixa pressão por Termossifão**. Aquesol –

Aquecimento Solar, 2019. Disponível em:

<http://www.aquesol.com/produtos/0,4536_reservatorio-termico-aquesol-reservatorio-de-agua-quente-para-aquecimento-solar> Acesso em: 08 de abril de 2019.

BAZZARELLA, Bianca Barcellos. **Caracterização e aproveitamento de água cinza para uso não-potável em edificações**. Vitória, 2005. Disponível em:

<http://portais4.ufes.br/posgrad/teses/tese_6573_Bazzarella_BB_2005.pdf> Acesso em: 11 de novembro de 2018.

BRASIL-A, Ministério do Meio Ambiente. Agência Nacional das Águas; Federação das Indústrias do Estado de São Paulo; Sindicato da indústria da construção do estado de São Paulo. **Conservação e reuso da água em edificações**. São Paulo: Prol, 2005. Disponível em:

<http://www.gerenciamento.ufba.br/Downloads/manual_agua.pdf> Acesso em: 17 de novembro de 2018.

BRASIL-B, Ministério do Desenvolvimento Regional – Secretaria Nacional de Saneamento. **Diagnósticos dos serviços de Água e Esgotos - 2017**. Brasília, fevereiro de 2019. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2017>> Acesso em: 10 de março de 2019.

BUGS, Rodrigo Carvalho. **Consumo diário e mensal dos principais eletrodomésticos em função do tempo de uso**. Instituto de Física – UFRGS (Plataforma Métodos computacionais para licenciatura), 2001. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/tex/fis01043/20011/Rodrigo/tabela.html>> Acesso em: 03 de abril de 2019.

CAMARGO, Renata Freitas. **Veja como o Valor Presente Líquido (VPL) ajuda na análise de viabilidade de um investimento**. Blog Treasy, janeiro de 2017. Disponível em: <<https://www.treasy.com.br/blog/valor-presente-liquido-vpl/>> Acesso em: 30 de abril de 2019.

CELG DISTRIBUIÇÃO, Setor de Normatização Técnica. **NTC – 04: Fornecimento de Energia Elétrica em tensão secundária de distribuição**. Maio de 2016. Disponível em: <<https://www.eneldistribuicao.com.br/go/documentos/NTC04.pdf>> Acesso em: 15 de março de 2019.

CHAGURI, Jorge Junior. **Sistema de aquecimento solar de água e, circuito direto**. Abrinstal - Associação Brasileira pela Conformidade e Eficiência de Instalações), 2015. Disponível em: <http://www.abrinstal.org.br/eventos/realizados/docs/151008_1wt_solar_apres05.pdf> Acesso em: 05 de abril de 2019.

CORRÊA, Ana Claudia. **Calcule o consumo**. Natureba, 2019. Disponível em: <<http://www.natureba.com.br/energia-eletrodomesticos.htm>> Acesso em: 03 de abril de 2019.

CORRÊA, Caroline. **Boas práticas para o sistemas de aquecimento solar**. Mais Engenharia - Auto QI, 2017. Disponível em: <<http://maisengenharia.altoqi.com.br/hidrossanitario/boas-praticas-para-o-sistema-de-aquecimento-solar/>> Acesso em: 06 de abril de 2019.

COUTO, Eduardo de Aguiar. **Avaliação do reuso de águas cinzas em ambientes aeroportuários**. Viçosa, 2012. Disponível em:

<<http://www.locus.ufv.br/bitstream/handle/123456789/3772/texto%20completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em: 20 de novembro de 2018.

ENERGIA SOLAR.NET. **Sistemas de aquecimento solar com circulação forçada**. Energia Solar, 26 de fevereiro de 2019. Disponível em: <<https://pt.solar-energia.net/solar-termica/agua-quente/circulacao-forcada>> Acesso em: 05 de abril de 2019.

ENERGILUX. **Como saber a potência da lâmpada para cada ambiente**. Energilux, 2018. Disponível em: <<https://blog.energilux.com.br/potencia-da-lampada/>> Acesso em: 28 de março de 2019.

FIORI, Simone; FERNANDES, Vera Maria Cartana; PIZZO, Henrique. **Avaliação qualitativa e quantitativa do reuso de águas cinzas em edificações**. In: Ambiente Construído. Porto Alegre, 2006. V. 6, n. 1, p. 19-30. Disponível em: <<https://seer.ufrgs.br/index.php/ambienteconstruido/article/viewFile/3676/2042>> Acesso em: 13 de novembro de 2018.

FRANCA, Savio. **Como evitar o desperdício de água no suspiro do aquecedor solar**. Brassolar, 2017. Disponível em: <<http://www.brasol.com.br/evitar-desperdicio-suspiro-do-aquecedor-solar/>> Acesso em: 08 de abril de 2019.

GONÇALVES, Thiago. **O que é VPL e o que ele representa**. Voitto, junho de 2018. Disponível em: <<https://www.voitto.com.br/blog/artigo/o-que-e-vpl>> Acesso em: 05 de dezembro de 2018.

GONÇALVES, Victor. **Payback: o que é e como calcular**. Blog Voitto, 2018. Disponível em: <<https://www.voitto.com.br/blog/artigo/payback>> Acesso em: 30 de abril de 2019.

IEA. International Energy Agency. **Photovoltaics Power Systems Programme**. Disponível em: <<http://www.iea-pvps.org/>> Acesso em: 24 de novembro de 2018.

KEELER, Marian; BURKE, Bill. **Fundamentos de projeto de edificações sustentáveis**. Porto Alegre: Bookman, 2010.

MARADEI, Giovanna. **Oito passos para ter uma casa oficialmente sustentável.** Casa Vogue, outubro de 2017. Disponível em:

<<https://casavogue.globo.com/Arquitetura/noticia/2017/10/8-passos-para-ter-uma-casa-oficialmente-sustentavel.html>> Acesso em: 10 de novembro de 2018.

MARQUES, Vinicius Silva; PERFEITO, Marcus Danilo Rodrigues; ALBUQUERQUE, Conceição de Maria. **Recursos hídricos - Análise de viabilidade de sistemas de aproveitamento de água pluvial em condomínio horizontal no Distrito Federal.** In: XIV Fórum Latino Americano de Engenharia e Sustentabilidade, Brasília 2016. Disponível em:

<<http://pdf.blucher.com.br.s3-sa-east-1.amazonaws.com/engineeringproceedings/eneeamb2016/rh-003-5090.pdf>> Acesso em: 30 de abril de 2019.

MESQUITA, Renato. **Payback: o que é e como calcular o da sua empresa.** Saia do lugar, agosto de 2016. Disponível em: <<http://saiadolugar.com.br/payback/>> Acesso em: 05 de dezembro de 2018.

MIKHAILOVA, Irina. **Sustentabilidade: Evolução dos conceitos teóricos e os problemas da mensuração prática.** Revista Economia e Desenvolvimento, n. 16, 2004. Disponível em: <http://w3.ufsm.br/depcie/arquivos/artigo/ii_sustentabilidade.pdf> Acesso em: 8 de novembro de 2018.

NG ELÉTRICA. **Tipos de lâmpadas e suas diferenças.** Nova Geração, Agosto de 2016. Disponível em: <<http://www.ngeletrica.com.br/blog/tipos-lampadas-suas-diferencas>> Acesso em: 01 de abril de 2019.

OLIVEIRA, Alexandre. **O que é CDI e Selic e qual as diferenças entre eles.** Urbe.Me – Serviços de desenvolvimento urbano, Porto Alegre, 2018. Disponível em: <<https://urbe.me/lab/cdi-selic/>> Acesso em 01 de maio de 2019.

OTTERPOHL, R ; BRAUN, U ; OLDENBURG, M. **Tecnologias inovadoras para a gestão descentralizada de águas residuais em áreas urbanas e periurbanas.** In: Conferência Especializada sobre Pequenos Sistemas de Tratamento de Água e Esgoto, 5, Istambul-

Turquia, 2002. Disponível em: <<http://www2.gtz.de/ecosan/download/iwa2002-otterpohl.pdf>>
Acesso em: 11 de novembro de 2018.

PENA, Rodolfo F Alves. **Vantagens e desvantagens da Energia Solar**. Mundo Educação, 2018. Disponível em: <<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/geografia/vantagens-desvantagens-energia-solar.htm>> Acesso em: 26 de outubro de 2018.

PEREIRA, Renato; SHIOTA, Robson; MELLO, Samuel; ASSIS, Valdir Junior; BARTOLI, Julio. **Eficiência Térmica de Coletores Solares de Baixo Custo - CSBC**. Foz do Iguaçu: Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais, 2006. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Julio_Bartoli/publication/267715226_EFICIENCIA_TERMICA_DE_COLETORES_SOLARES_DE_BAI_XO_CUSTO_CSBC/links/56449fdb08ae451880a859d9/EFICIENCIA-TERMICA-DE-COLETORES-SOLARES-DE-BAIXO-CUSTO-CSBC.pdf> Acesso em: 25 de novembro de 2018.

PETERS, Madelon Rebelo. **Potencialidade de uso de Fontes Alternativas de Água para fins não potáveis em uma Unidade Residencial**. Florianópolis, 2006. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/88951/232845.pdf?sequence=1>>
Acesso em: 11 de abril de 2019.

PINTO, Tarcísio de Paulo (Coord.). **Gestão ambiental de resíduos da construção civil: A experiência do Sinduscon-SP**. São Paulo: Sinduscon, 2005.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO FRANCISCO DE GOIÁS. **Dados Geográficos**. Prefeitura Municipal de São Francisco de Goiás, 2017. Disponível em: <<http://saofranciscodegoias.go.gov.br/pagina/186--dados-geograficos> > Acesso em: 09 de abril de 2019.

RAMPELOTTO, Geraldo. **Caracterização e tratamento de águas cinzas visando reuso doméstico**. Santa Maria, 2014. Disponível em: <<https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/7863/RAMPELOTTO%2C%20GERALDO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em: 20 de novembro de 2018.

ROSSI, Fabrício. **Funcionamento Sistema de aquecimento solar.** Pedreirão – Macetes de construção, 2015 - 2019. Disponível em: <<https://pedreirao.com.br/funcionamento-sistema-aquecimento-solar/>> Acesso em: 05 de abril de 2019.

SELLA, Marcelino Blacene. **Reuso de águas cinzas: avaliação da viabilidade da implantação do sistema em residências.** Porto Alegre, 2011. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/34521/000789725.pdf>> Acesso em: 15 de novembro de 2018.

SILVA, Domiciano Correa Marques. **Coletor Solar.** Mundo Educação – Termologia, 2018. Disponível em: <<https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/coletor-solar.htm>> Acesso em: 27 de novembro de 2018.

SINAPI, Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil. **Relatório de Insumos e Composições - MAR/19 - sem desoneração.** Caixa, publicado em 16 de abril de 2019. Disponível em: <http://www.caixa.gov.br/site/Paginas/downloads.aspx#categoria_646> Acesso em: 22 de abril de 2019.

SOETHE, Gabriella Caroline. **Desinfecção de águas cinzas pelos métodos de cloração e radiação ultravioleta para fins de reuso não potável.** Florianópolis, 2013. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/126172/TCC%20Gabriella%20Caroline%20Soethe.pdf?sequence=1>> Acesso em: 20 de novembro de 2018.

SUSTENTABILIDADE. **SuaPesquisa.com.** 2004. Disponível em: <<https://www.suapesquisa.com/ecologiasaude/sustentabilidade.htm>> Acesso em: 26 de outubro de 2018.

SUSTENTARQUI, Redação. **Leed For Homes: A primeira residência certificada no Brasil.** SustentArqui, 2015. Disponível em: <<https://sustentarqui.com.br/leed-for-homes-a-primeira-residencia-certificada-no-brasil/>> Acesso em: 23 de setembro de 2018.

SUSTENTARQUI, Redação. **Medidas Sustentáveis dão o tom nesta casa em Goiânia.** SustentArqui, 2016. Disponível em: <<https://sustentarqui.com.br/medidas-sustentaveis-casa-em-goiania/>> Acesso em: 10 de novembro de 2018.

SUSTENTARQUI, Redação. **3 casas brasileiras sustentáveis**. SustentArqui, 2014.

Disponível em: < <https://sustentarqui.com.br/3-casas-brasileiras-sustentaveis/>> Acesso em: 10 de novembro de 2018.

TOMAZ, Plínio. **Aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis – Volume 1**. Guarulhos, 11 de Janeiro de 2010. Disponível em:

<http://www.pliniotomaz.com.br/downloads/livros/Livro_aprov._aguadechuva/Livro%20Aproveitamento%20de%20agua%20de%20chuva%205%20dez%202015.pdf> Acesso em: 01 de abril de 2019.

TORRES, Regina Célia. **Energia Solar Fotovoltaica como fonte alternativa de geração de energia elétrica em edificações residenciais**. São Carlos, 2012. Disponível em:

<<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18147/tde-18032013-091511/en.php>> Acesso em: 25 de novembro de 2018.

VILLALVA, Marcelo Gradella; GAZOLI, Jonas Rafael. **Energia Solar Fotovoltaica: Conteitos e Aplicações**. São Paulo: Érica, 2012.

VON SPERLING, Marcos. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais, 2005.

WOELZ, Augustin T. **Aquecedor Solar de baixo cusco (ASBC): uma alternativa custo-efetiva**. In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL 4., 2002, Campinas. Anais Eletrônicos. Campinas, 2002. Disponível em: <http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?pid=MSC000000022002000100019&script=sci_arttext&tlng=en> Acesso em: 26 de novembro de 2018.

APÊNDICE A – Projeto Arquitetônico da Residência em Estudo

APÊNDICE B – Projeto Sanitário 1 (não convencional) da Residência

APÊNDICE C – Projeto Hidráulico 1 (não convencional) da Residência em Estudo

**APÊNDICE D – Quantitativo e Valores dos componentes dos Sistemas
Sustentáveis**

MATERIAL ²⁵	QTD	Und	V. Unitário	V. TOTAL
Adap soldável curto PVC 25mm 3/4"	14	Pç	R\$ 4,54	R\$ 63,56
Bomba Periférica - Vazão: 33L/min*	1	Pç	R\$ 188,29	R\$ 188,29
Brita (pedra britada) n° 2	0,05	m³	R\$ 76,26	R\$ 3,81
Clorador Flutuante*	1	Pç	R\$ 28,00	R\$ 28,00
Conector CPVC 22mm x 3/4"	6	Pç	R\$ 20,71	R\$ 124,26
Curva 45 longa PVC Esgoto 40mm	3	Pç	R\$ 8,05	R\$ 24,15
Curva 45 longa PVC Esgoto 50mm	4	Pç	R\$ 13,10	R\$ 52,40
Curva 90 CPVC 22mm	7	Pç	R\$ 11,12	R\$ 77,84
Curva 90 curta PVC Esgoto 100mm	2	Pç	R\$ 25,96	R\$ 51,92
Curva 90 curta PVC Esgoto 40mm	5	Pç	R\$ 7,51	R\$ 37,55
Curva 90 soldável PVC 25mm	22	Pç	R\$ 7,41	R\$ 163,02
Engate flexível plástico 1/2 30cm	3	Pç	R\$ 6,41	R\$ 19,23
Engate flexível em inox 1/2 30cm	2	Pç	R\$ 22,91	R\$ 45,82
Joelho 90 PVC Esgoto 50mm	2	Pç	R\$ 7,83	R\$ 15,66
Joelho 90 com anel p/ esgoto 40mm 1.1/2"	3	Pç	R\$ 7,10	R\$ 21,30
Joelho 90 soldável bucha latão 25mm 3/4"	2	Pç	R\$ 10,91	R\$ 21,82
Joelho 90 transição CPVC 22 x 1/2"	2	Pç	R\$ 18,96	R\$ 37,92
Joelho redução 90 bucha latão 25mm 1/2"	3	Pç	R\$ 9,80	R\$ 29,40
Joelho red PVC misto c/ rosca 25mm 1/2"	2	Pç	R\$ 2,51	R\$ 5,02
Junção simples PVC 50mm - 50mm	3	Pç	R\$ 14,95	R\$ 44,85
Luva Simples PVC Esgoto 100mm	2	Pç	R\$ 10,03	R\$ 20,06
Luva Simples PVC Esgoto 50mm	3	Pç	R\$ 4,57	R\$ 13,71
Luva soldável com rosca PVC 25mm 3/4"	2	Pç	R\$ 5,40	R\$ 10,80
Luva transição CPVC 22mm x 3/4"	4	Pç	R\$ 4,59	R\$ 18,36
Painel Solar 1,60 m²*	2	Pç	R\$ 592,00	R\$ 1.184,00
Pastilha de tricloro 200g (unidade/mês)*	1	Pç	R\$ 5,50	R\$ 5,50
Registro gaveta canopla cromada 3/4"	8	Pç	R\$ 59,08	R\$ 472,64
Registro pressão canopla cromada 3/4"	4	Pç	R\$ 56,26	R\$ 225,04
Reservatório Concreto 160L (Cx Receptora)	1,78	m²	R\$ 67,67	R\$ 120,45
Reservatório Concreto 405 L - Tratamento	3,42	m²	R\$ 67,67	R\$ 231,43
Reserv. Polietileno 1000L - com acessórios	1	Pç	R\$ 683,50	R\$ 683,50
Reserv. Polietileno 500L - com acessórios	1	Pç	R\$ 552,63	R\$ 552,63

²⁵ Os materiais que possuem um asterisco (*) na frente da especificação, são aqueles que não se encontram na tabela do SINAPI, ou que se encontram na tabela mas possuindo uma especificação ou dimensionamento que não convém à realidade do projeto. Portanto, o custo considerado para estes itens foi determinado através de pesquisa de mercado, buscando o valor de orçamento mais viável e acessível.

Reservatório Térmico (Boiler) 300L*	1	Pç	R\$ 1.467,00	R\$ 1.467,00
Tê 90 soldável PVC 25mm	1	Pç	R\$ 6,26	R\$ 6,26
Tê misturador CPVC 22mm	3	Pç	R\$ 14,85	R\$ 44,55
Tê soldável com bucha latão 25mm 3/4"	1	Pç	R\$ 15,61	R\$ 15,61
Tela de aço galvanizada (malha 15x15mm)	0,5	m²	R\$ 10,94	R\$ 5,47
Tubo CPVC 22mm	7,57	m	R\$ 23,70	R\$ 179,41
Tubo PVC rígido soldável 25mm	22,24	m	R\$ 6,62	R\$ 147,23
Tubo PVC Esgoto ponta-bolsa 50mm - 2"	10,32	m	R\$ 20,83	R\$ 214,97
Tubo Rígido ponta lisa 100mm - 4"	10,19	m	R\$ 40,86	R\$ 416,36
Tubo Rígido ponta lisa 40mm	6,49	m	R\$ 14,15	R\$ 91,83
Tubo Rígido ponta lisa 50mm - 2"	11,61	m	R\$ 20,83	R\$ 241,84
CUSTO TOTAL DE PROJETO - Não Convencional =				R\$ 7.424,47

APÊNDICE E – Projeto Sanitário 2 (convencional) da Residência em Estudo

APÊNDICE F – Projeto Hidráulico 2 (convencional) da Residência em Estudo

APÊNDICE G – Quantitativo e Valores dos componentes do Projeto Convencional

MATERIAL	QTD	Und	V. Unitário	V. TOTAL
Adap soldável curto PVC 25mm 3/4"	10	Pç	R\$ 4,54	R\$ 45,40
Adap sold flange livre p/ cx água 32mm -1"	1	Pç	R\$ 22,22	R\$ 22,22
Curva 45 longa PVC Esgoto 40mm	6	Pç	R\$ 8,05	R\$ 48,30
Curva 45 longa PVC Esgoto 50mm	4	Pç	R\$ 13,10	R\$ 52,40
Curva 90 curta PVC Esgoto 100mm	2	Pç	R\$ 25,96	R\$ 51,92
Curva 90 curta PVC Esgoto 40mm	5	Pç	R\$ 7,51	R\$ 37,55
Curva 90 soldável PVC 25mm	17	Pç	R\$ 7,41	R\$ 125,97
Engate flexível em inox 1/2 30cm	2	Pç	R\$ 22,91	R\$ 45,82
Engate flexível plástico 1/2 30cm	3	Pç	R\$ 6,41	R\$ 19,23
Joelho 90 c/ anel p/ esgoto 40mm - 1.1/2"	3	Pç	R\$ 7,10	R\$ 21,30
Joelho 90 PVC Esgoto 50mm	2	Pç	R\$ 7,83	R\$ 15,66
Joelho 90 soldável bucha latão 25mm 3/4"	2	Pç	R\$ 10,91	R\$ 21,82
Joelho redução 90 bucha latão 25mm 1/2"	5	Pç	R\$ 9,80	R\$ 49,00
Joelho red PVC misto c/ rosca 25mm 1/2"	2	Pç	R\$ 2,51	R\$ 5,02
Junção Simples PVC 100mm - 100mm	1	Pç	R\$ 31,74	R\$ 31,74
Junção Simples PVC 50mm - 50mm	1	Pç	R\$ 14,95	R\$ 14,95
Luva Simples PVC Esgoto 100mm	5	Pç	R\$ 10,03	R\$ 50,15
Luva Simples PVC Esgoto 50mm	3	Pç	R\$ 4,57	R\$ 13,71
Luva soldável com rosca PVC 25mm 3/4"	5	Pç	R\$ 5,40	R\$ 27,00
Registro gaveta canopla cromada 3/4"	4	Pç	R\$ 59,08	R\$ 236,32
Registro pressão canopla cromada 3/4"	2	Pç	R\$ 56,26	R\$ 112,52
Reserv. Polietileno 1000L - com acessórios	1	Pç	R\$ 683,50	R\$ 683,50
Tê 90 soldável PVC 25mm	4	Pç	R\$ 6,26	R\$ 25,04
Tê soldável com bucha latão 25mm 3/4"	1	Pç	R\$ 15,61	R\$ 15,61
Tubo PVC Esgoto ponta-bolsa 50mm - 2"	21,46	m	R\$ 20,83	R\$ 447,01
Tubo PVC rígido soldável 25mm	58,47	m	R\$ 6,62	R\$ 387,07
Tubo rígido com ponta lisa 100mm - 4"	7,34	m	R\$ 40,86	R\$ 299,91
Tubo rígido com ponta lisa 40mm	6,59	m	R\$ 14,15	R\$ 93,25
Tubo rígido com ponta lisa 50mm - 2"	6,38	m	R\$ 20,83	R\$ 132,90
CUSTO TOTAL DE PROJETO - Convencional =				R\$ 3.132,29

APÊNDICE H – Tabela de Cálculo do Valor Presente Líquido - Atualizações
Mensais

ANO	Fluxo de Caixa (FC)	Taxa de desconto	FCdescontado	VP
0	-R\$ 4.292,18	-	R\$ 109,44	-R\$ 4.292,18
1	R\$ 109,44	0,52%	R\$ 108,87	-R\$ 4.291,66
2	R\$ 109,44	0,52%	R\$ 108,31	-R\$ 4.183,35
3	R\$ 109,44	0,52%	R\$ 107,75	-R\$ 4.075,60
4	R\$ 109,44	0,52%	R\$ 107,19	-R\$ 3.968,41
5	R\$ 109,44	0,52%	R\$ 106,64	-R\$ 3.861,77
6	R\$ 109,44	0,52%	R\$ 106,09	-R\$ 3.755,68
7	R\$ 109,44	0,52%	R\$ 105,54	-R\$ 3.650,15
8	R\$ 109,44	0,52%	R\$ 104,99	-R\$ 3.545,15
9	R\$ 109,44	0,52%	R\$ 104,45	-R\$ 3.440,70
10	R\$ 109,44	0,52%	R\$ 103,91	-R\$ 3.336,80
11	R\$ 109,44	0,52%	R\$ 103,37	-R\$ 3.233,42
12	R\$ 109,44	0,52%	R\$ 102,84	-R\$ 3.130,59
13	R\$ 109,44	0,52%	R\$ 102,30	-R\$ 3.028,28
14	R\$ 109,44	0,52%	R\$ 101,78	-R\$ 2.926,51
15	R\$ 109,44	0,52%	R\$ 101,25	-R\$ 2.825,26
16	R\$ 109,44	0,52%	R\$ 100,72	-R\$ 2.724,54
17	R\$ 109,44	0,52%	R\$ 100,20	-R\$ 2.624,33
18	R\$ 109,44	0,52%	R\$ 99,69	-R\$ 2.524,65
19	R\$ 109,44	0,52%	R\$ 99,17	-R\$ 2.425,48
20	R\$ 109,44	0,52%	R\$ 98,66	-R\$ 2.326,82
21	R\$ 109,44	0,52%	R\$ 98,15	-R\$ 2.228,67
22	R\$ 109,44	0,52%	R\$ 97,64	-R\$ 2.131,04
23	R\$ 109,44	0,52%	R\$ 97,13	-R\$ 2.033,90
24	R\$ 109,44	0,52%	R\$ 96,63	-R\$ 1.937,27
25	R\$ 109,44	0,52%	R\$ 96,13	-R\$ 1.841,14
26	R\$ 109,44	0,52%	R\$ 95,63	-R\$ 1.745,51
27	R\$ 109,44	0,52%	R\$ 95,14	-R\$ 1.650,37
28	R\$ 109,44	0,52%	R\$ 94,65	-R\$ 1.555,72
29	R\$ 109,44	0,52%	R\$ 94,16	-R\$ 1.461,56
30	R\$ 109,44	0,52%	R\$ 93,67	-R\$ 1.367,89
31	R\$ 109,44	0,52%	R\$ 93,19	-R\$ 1.274,71
32	R\$ 109,44	0,52%	R\$ 92,70	-R\$ 1.182,00
33	R\$ 109,44	0,52%	R\$ 92,22	-R\$ 1.089,78
34	R\$ 109,44	0,52%	R\$ 91,75	-R\$ 998,03
35	R\$ 109,44	0,52%	R\$ 91,27	-R\$ 906,76

36	R\$	109,44	0,52%	R\$	90,80	-R\$	815,96
37	R\$	109,44	0,52%	R\$	90,33	-R\$	725,63
38	R\$	109,44	0,52%	R\$	89,86	-R\$	635,77
39	R\$	109,44	0,52%	R\$	89,40	-R\$	546,37
40	R\$	109,44	0,52%	R\$	88,94	-R\$	457,43
41	R\$	109,44	0,52%	R\$	88,48	-R\$	368,96
42	R\$	109,44	0,52%	R\$	88,02	-R\$	280,94
43	R\$	109,44	0,52%	R\$	87,56	-R\$	193,37
44	R\$	109,44	0,52%	R\$	87,11	-R\$	106,27
45	R\$	109,44	0,52%	R\$	86,66	-R\$	19,61
46	R\$	109,44	0,52%	R\$	86,21	R\$	66,60
47	R\$	109,44	0,52%	R\$	85,76	R\$	152,37
48	R\$	109,44	0,52%	R\$	85,32	R\$	237,69
VPL = R\$ 66,60							

ANEXO A – Fatura de Energia para demonstração das tarifas



NOTA FISCAL
FATURA DO SERVIÇO DE FORNECIMENTO DE ENERGIA ELÉTRICA - GRUPO B
 CNPJ: 01.543.032/0001-04 IE: 100.549.420 Rua 2 Qd. A-37 S/N - Jardim Goiás - CEP - 74.805-180 - Goiânia - Goiás

AGRUPAMENTO NÚMERO SÉRIE EMISSÃO GRUPO
 1900531 4 19/03/2019 B1

LUIZMAR PEDROSO CNPJ/CPF: _____ INSC.: _____ CEP: 0 SAO FRANCISCO DE GOIAS GO BRASIL	CÓDIGO DO CLIENTE _____ CONTA _____ CÓD. P/ DEB AUTO. _____ MÊS REFERENTE 03/2019
---	---

UNIDADE CONSUMIDORA	VENCIMENTO 01/04/2019	VALOR TOTAL R\$*****178,20
----------------------------	--	---

DADOS DA UNIDADE CONSUMIDORA FATURAMENTO / FORNECIMENTO

ATIVIDADE
100 RESIDENCIAL
CLASSE / TIPO DE LIGAÇÃO
01 01 RESIDENCIAL NORMAL MONOFÁSICO (0 a 12 kW)
VENCIMENTO BASE BANCO AGÊNCIA CONTA CORRENTE
01/04/2019
DADOS DA MEDIÇÃO
 LEITURA ATUAL 13757
 LEITURA ANTERIOR 13590
 DIFERENÇA LEITURA 167
 FM 1.000
TOTAL CONSUMO 167
MEDIDOR kWh 10566807-9
MÊS DE REFERÊNCIA 03/2019
 DATA DE LEITURA ATUAL 19/03/2019
 DATA DA LEITURA ANTERIOR 15/02/2019
 DATA DA PRÓXIMA LEITURA 16/04/2019
 DATA DA APRESENTAÇÃO 19/03/2019
 NÚMERO DE DIAS FATURADO 32
MÉDIA / DIA 5,2188
MÉDIA TRIMESTRAL 160,0000
MÉDIA ANUAL 158,0830

LANÇAMENTOS

LANÇAMENTOS	QUANTIDADE	TARIFA	VALOR
MULTA - 01/2019.			R\$*****3,05
MULTA - 02/2019.			R\$*****2,79
JUROS MORATÓRIA.			R\$*****0,32
JUROS MORATÓRIA.			R\$*****0,50
CONTRIB. ILUMINAÇÃO PÚBLICA - MUNICIPAL			R\$*****25,09
CONSUMO KWH + ICMS/PIS/COFINS	167,00	0,877000	R\$***146,45

0,877000

R\$*****0,32

R\$*****0,50

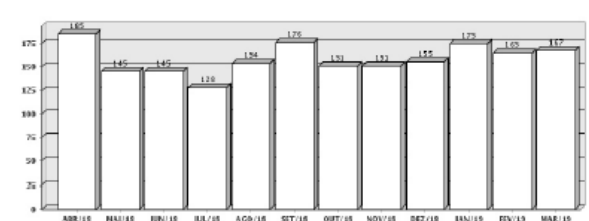
R\$*****25,09

R\$***146,45

HISTÓRICO DE CONSUMO

REFERÊNCIA	HISTÓRICO CONSUMO	ENERGIA FATURADA
MAR / 2019	167,00	LIDA
FEV / 2019	165,00	LIDA
JAN / 2019	175,00	LIDA
DEZ / 2018	155,00	LIDA
NOV / 2018	151,00	LIDA
OUT / 2018	151,00	LIDA
SET / 2018	176,00	LIDA
AGO / 2018	154,00	LIDA
JUL / 2018	128,00	LIDA
JUN / 2018	145,00	LIDA
MAI / 2018	145,00	LIDA
ABR / 2018	185,00	LIDA

GRÁFICO



RESERVADO AO FISCO

8463.83C0.4FF6.E9DD.185F.BCD0.31DB.756E

IMPOSTO	ALÍQUOTA	BASE DE CÁLCULO	VALOR
ICMS	29%	R\$*****146,45	R\$*****42,47
PIS/PASEP	1,2392%	R\$*****146,45	R\$*****1,81
COFINS	5,7078%	R\$*****146,45	R\$*****8,35


INDICADORES DE CONTINUIDADE

METAS	MENSAL					TRIMESTRAL				ANUAL				TENSÃO NOMINAL	LIMITES	CONJUNTO
	DEC	FEC	DIC	FIC	DMIC	DICRI	DIC	FIC	DIC	FIC	DIC	FIC				
VALORES APURADOS	4,0001	0,7926	0,00	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	220	200,2 V a 231,0 V	SAO FRANCISCO

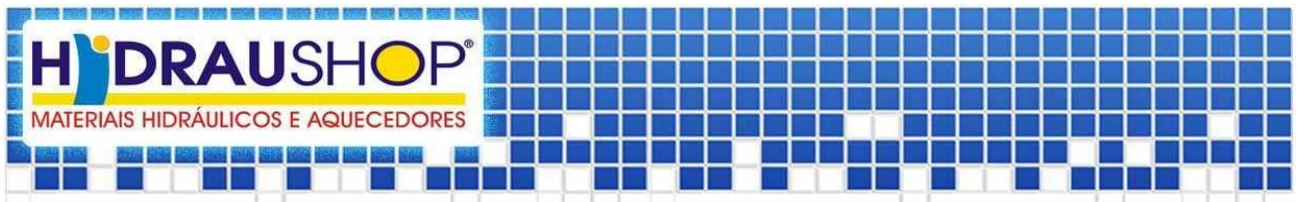
INFORMAÇÕES GERAIS

PERÍODO DE REFERÊNCIA DA APURAÇÃO DOS INDICADORES DE CONTINUIDADE = 1/2019. EUSD = R\$ 46,71975
 A LEITURA DEVE SER REALIZADA MENSALMENTE, OU EM ATÉ 90 DIAS SE FOR RURAL.
 BANDEIRA TARIFÁRIA - PARA MAIS INFORMAÇÕES CONSULTE SITE DA ANEEL - WWW.ANEEL.GOV.BR

ANEXO B – Fatura de Água para demonstração do Custo mínimo fixo

 SANEAGO	SANEAMENTO DE GOIÁS S.A. FATURA DE ÁGUA/ESGOTOS/SERVIÇOS CNPJ : 01.616.929/0001-02 INSC. EST: 10.013.357-6 AV. FUED JOSÉ SEBBA, 1245 - JARDIM GOIÁS CEP : 74805-100 GOIÂNIA - GOIÁS		SEGUNDA VIA DE DÉBITOS				
			82620000000-6 78460106043-6 57474646031-4 68500000000-8 DOCUMENTO N°: 435747464-6				
	PROPRIETÁRIO: LUIZMAR PEDROSO USUÁRIO/TITULAR: ENDEREÇO: BAIRRO: CIDADE: CEP: DT. EMISSÃO: 05/04/2019 11:53 REFERÊNCIA: Março/2019		CONTA N°: CODIFICAÇÃO: 046.68.01.0600 HIDRÔMETRO: VENCIMENTO: 10/04/2019				
TARIFA AGUA - RESIDENCIAL CUSTO MINIMO FIXO		Descrição VALOR TOTAL (R\$)		Valor 65,75 12,71 VALOR TOTAL (R\$) 78,46			
LEITURA ANTERIOR: 1398 DATA: 12/02/2019 VOLUME FATURADO: 15 LEITURA ATUAL: 1413 DATA: 14/03/2019 VOLUME ESTIMADO: 5 TIPO DO VOLUME FATURADO: Medido							
HISTÓRICO DE CONSUMO (M³/MÊS)							
Setembro/2018 19	Outubro/2018 19	Novembro/2018 18	Dezembro/2018 14	Janeiro/2019 16	Fevereiro/2019 15	Média 17	
CATEGORIA / ECONOMIA / PESO 1/1/100							
MENSAGEM VALORES ACIMA SÃO HISTÓRICOS, MULTA E ATUALIZAÇÃO MONETÁRIA SERÃO LANÇADAS NA PRÓXIMA FATURA SANEAGO S.A.							
INFORMAÇÕES AO CONSUMIDOR: Decreto Federal nº 5.440/2005 - QUALIDADE DA ÁGUA DISTRIBUÍDA CAPTAÇÃO: SAO FRANCISCO				ATENDIMENTO AO CLIENTE: 0800 645 0115			
PARÂMETROS	Cloro	Flúor	Turbidez	Cor	pH	Coliformes Totais	Coliformes Termotolerantes
Previsto	18	0	18	10	0	18	18
Realizado	19	8	19	19	9	19	19
Fora do Padrão	1	1	1	1	1	0	0
Previsto	- número de amostras recomendado pela Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde						
Realizado	- número de amostras analisadas pela SANEAGO						
Fora	- número de amostras fora dos padrões estabelecidos pela Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde						
Lei Federal nº 12.741/2012 - TRIBUTOS INCIDENTES NA FORMAÇÃO DE PREÇO AO CONSUMIDOR							
Serviços		Base de Cálculo (R\$)			Tributos		
Água		78,46			PIS = 1,65%		COFINS = 7,60%
Esgoto					1,29		5,96
CANAIS DE ATENDIMENTO AO CLIENTE							
Agência de Atendimento Agência Virtual no site www.saneago.com.br Ligue SANEAGO 0800 645 0115 - Atenção: Ao ligar, recomendamos utilizar telefone fixo ou público Ouvidoria SANEAGO 0800 645 0117 Ouvidoria AGR 0800 704 3200 - www.agr.go.gov.br							

ANEXO C – Orçamento dos Componentes do Sistema de Aquecimento Solar



São Manuel, 2 de abril de 2019.

THAYLLINE RODRIGUES

Prezada Senhora,

Agradecemos por seu interesse em nossos produtos.

Esta proposta apresenta produtos e soluções da Hidraushop dimensionados exclusivamente para sua residência.

Um sistema de aquecimento solar para uso residencial é composto basicamente de um ou mais reservatórios térmicos (R.T.s) e coletores solares (placas), podendo ainda ser complementado com alguns acessórios opcionais.

Apresentamos a seguir orçamento dos produtos fornecidos pela Hidraushop com base nas informações recebidas em sua solicitação, conforme transcritas no final desta proposta.

Nesta proposta você também encontrará informações detalhadas dos produtos e ainda poderá conhecer os diferenciais da Hidraushop.

PRODUTOS HIDRAUSHOP

Quant.	Unid.	Descrição	Valor Unitário	Subtotal
1	UN	Reservatório Térmico de Nível Soletrol Max Inox 300 litros	1.467,00	1.467,00
2	UN	Coletor Solar Soletrol Max 1,60 m ² Vertical - Isolamento em Lã de PET	592,00	1.184,00
Total dos Produtos				2.651,00

Desconto promocional sobre produtos Hidraushop (válido até 128,00 04/04/2019)

Total dos produtos na promoção 2.523,00

Produtos e acessórios fornecidos diretamente pela Hidraushop.

Condições • Cartão de Crédito em 10 vezes iguais
comerciais para produtos **Hidraushop:**

Garantia:	Conforme condições gerais expressas no Certificado de Garantia Legal e Contratual do fabricante em cada produto: <ul style="list-style-type: none"> ● Conjunto composto de reservatórios térmicos em inox e coletores solares com vidro liso da linha Soletrol Max: 03 (Três) anos; ● Reservatórios térmicos em inox ou termoplástico e Coletores solares adquiridos separadamente: 02 (dois) anos; ● Aquecedores Solares Compactos Soletrol Special, Solarmax ou Solquent: 02 (dois) anos; ● Sistema Atenuante de Congelamento por Válvula ou por circulação (bombeamento), Controladores Digitais de Temperatura, Registro Misturador Solar (inserido nos conjuntos ou como acessório avulso) e Válvula de desnível negativo (bloqueadora de fluxo reverso): Somente garantia legal de 03 (três) meses;
------------------	---

Detalhes	Temperatura de aquecimento da água em média anual de 55º C.
-----------------	---

Técnicos :

Instalação:	Materiais e serviços de instalação exclusivamente por conta do cliente.
--------------------	---

Entrega e Frete:	Entrega 30 dias com frete por conta do cliente.
-------------------------	---

Validade da	08/04/2019
--------------------	------------

Proposta:

Observações: ACOMPANHA O CONTROLADOR DIGITAL DE TEMPERATURA EASY

Maiara Vicente - Consultoria de Vendas

Hidraushop Materiais Hidráulicos e Aquecedores

<http://www.hidraushop.com.br>

(14) 3812.2037

vendas@hidraushop.com.br

Veja abaixo mais detalhes dos produtos apresentados nesta proposta:

Reservatório Térmico de Nível Soletrol Max Inox 300 litros

Os Reservatórios Térmicos Soletrol Max combinam perfeitamente com coletores solares da linha Soletrol Max, proporcionando uma solução de aquecimento solar de alta eficiência, durabilidade e design surpreendente.

O produto tem capacidade para armazenamento de 300 litros de água quente e suporta pressões de até 5 m.c.a. (metros de coluna d'água). Seu corpo interno é



imagem ilustrativa

fabricado com aço inoxidável e proporciona ótima resistência à corrosão, em função do tipo de água existente no local de instalação.

Para isolar o corpo interno do reservatório térmico de sua capa externa de alumínio corrugado, e garantir sua extraordinária eficiência, possui isolamento térmico de alta eficiência, feito de poliuretano sem CFC, o que não poderia ser diferente em um produto que tem por concepção preservar a natureza.

Os reservatórios térmicos Soletrol Max contam com os exclusivos pés de sustentação em termoplástico, que possuem design diferenciado e estão imunes à corrosão, além de garantirem melhor apoio e facilitarem o transporte e a instalação junto ao telhado.

Este reservatório se adapta a diversas situações de instalação e, com o uso de tecnologias exclusivas e patenteadas da Soletrol, possibilita sua instalação em nível com a caixa d'água, o que viabiliza a utilização de aquecedores solares em residências com telhados com pouca altura de cumeeira.

Em sistemas de aquecimento solar é muito importante que se tenha um sistema complementar de aquecimento para os dias de chuva ou muito nublados, em que a intensidade dos raios solares não é suficiente para aquecer a água. Nesse sentido, os reservatórios térmicos Soletrol Max vêm equipados com sistema de aquecimento complementar elétrico, que com acessórios apropriados (opcionais, não inclusos no produto) permite que você monitore a temperatura da água em seu interior e acione, de modo automático ou manual, o uso da resistência elétrica.

Coletor Solar Soletrol Max 1,60 m² Vertical - Isolamento em Lã de PET

Este produto se destaca por seu impressionante design, que reflete toda a modernidade e tecnologia do produto, que é desenvolvido com materiais nobres, como o cobre e o alumínio.

Esta linha de coletores solares é produzida através de um processo altamente automatizado, que possibilita grande capacidade de produção e perfeita padronização.



imagem ilustrativa

A composição da caixa externa na forma de perfis estruturados, com poucas partes móveis, dá ao produto um excelente visual e melhor resistência mecânica, que ajuda a evitar danos no transporte e na instalação.

O sistema de fechamento com cantoneiras termoplásticas é patenteado e exclusivo da Soletrol e diferencia este produto de outros do mercado, pois permite a montagem do coletor sem a utilização de rebites ou parafusos, garantindo assim vedação total e, conseqüentemente, maior durabilidade.

No interior do coletor solar Soletrol Max, temos aletas de captação, feitas em alumínio e revestidas de pintura especial que aumenta a absorção dos raios solares. Nas aletas está fixada a tubulação interna do coletor, que é feita de cobre, material que tem alta capacidade de condução de calor. Entre o conjunto de tubulação mais as aletas e a parte inferior da caixa do coletor, temos um isolamento térmico de alta eficiência, feito de Lã de PET, o que não poderia ser diferente em um produto que tem por concepção preservar a natureza.

Na parte superior do coletor solar Soletrol Max, está a cobertura de vidros lisos, vedados com borracha de silicone para oferecer uma boa performance do produto, boa vedação e proteção contra a água da chuva e poeira.

Este produto é testado e aprovado pelo INMETRO e carrega também o selo PROCEL, que é conferido aos equipamentos que apresentam os melhores índices de eficiência energética do mercado.

Hidraushop - Em qualquer parte do Brasil, tudo em material hidráulico para você

A Hidraushop ao longo de seus 22 anos de atividade especializou-se em hidráulica para água quente, aquecedores e acessórios para instalação de aquecedores. Nossa empresa tem um grande catálogo de produtos de qualidade dos melhores fornecedores para sua obra. Seja qual for o porte da obra e complexidade das instalações, temos sempre profissionais treinados para lhe atender e prover informações valiosas para sua decisão de compra. A Hidraushop tem estreito relacionamento com profissionais da construção civil e está sempre atenta nas novidades do mercado.

Informações recebidas em sua solicitação de orçamento

- Cidade (Obra): Anápolis
- Estado (Obra): GO