

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

Thaylline Rodrigues Pedroso

*Discente, Bacharelado em Engenharia Civil, UniEVANGÉLICA - Centro Universitário de Anápolis
(thaylline.engcivil@hotmail.com)*

Wanessa Mesquita Godoi Quaresma

*Professora Mestre Orientadora, Bacharelado em Engenharia Civil, UniEVANGÉLICA - Centro Universitário
de Anápolis (wanessamgqi@gmail.com)*

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 termossifão, 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. Aquecimento solar. Economia financeira. Moradias. Sistemas sustentáveis.

1 INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

Com a crescente preocupação mundial com o desgaste de recursos naturais e a possibilidade de esgotamento dos recursos hídricos potáveis, as resoluções sustentáveis vêm sendo cada vez mais discutidas em todos os âmbitos, especialmente no setor da construção civil, que é um ramo que demanda grande parte destes recursos. Busca-se promover medidas que possam contribuir para a conservação ambiental e acarretar uma economia na utilização de recursos naturais (SUSTENTABILIDADE, 2004). Em contrapartida, ao se buscar reduzir ou racionalizar a utilização dos recursos hídricos, muitas vezes resulta-se também em uma economia financeira, já que para as demandas básicas do ser humano, o consumo de água potável é indispensável e não gratuito (direta ou indiretamente - seja na forma de água encanada ou na forma de eletricidade gerada pelas hidrelétricas, a população paga para utilizar a água). Sendo assim, o presente estudo sacia um grande interesse ambiental, econômico e social, trazendo benefícios incontáveis tanto para o usuário quanto para o meio ambiente.

Os sistemas estudados foram o sistema de Reuso de Águas Cinzas e o Sistema de Aquecimento Solar. Atualmente, a implementação de projetos sustentáveis vem crescendo de maneira constante; existem muitos condomínios residenciais e empresas privadas aderindo ao investimento neste tipo de sistema, e algumas residências de alto padrão com os sistemas já instalados, sendo muitas delas reconhecidas como referência em sustentabilidade (SUSTENTARQUI, 2016). Contudo, os construtores de residências de padrão pequeno ao médio, aquelas destinadas às famílias com menor poder aquisitivo, ainda não se renderam a este tipo de investimento, já que ele compreende um custo inicial elevado quando comparado ao custo dos projetos convencionais (PENA, 2018).

Sendo assim, este estudo propõe a implementação de sistema de reuso de águas cinzas e sistema de aquecimento solar com um baixo custo de projeto, demonstrando e atestando a viabilidade de implantação destes sistemas em uma residência destinada à família de baixa renda, com um curto período de retorno e uma expressiva taxa de economia financeira nas contas de água e energia.

2 METODOLOGIA DO ESTUDO

Neste artigo é apresentado o estudo de caso feito, iniciado com a apresentação da residência fictícia na qual serão instalados os sistemas de reuso de águas cinzas e aquecimento solar. Em seguida, são levantados os consumos de água e de energia elétrica nesta residência, estimados através de parâmetros de engenharia estudados por TOMAZ (2010); essa estimativa de consumo é de grande valia para a obtenção dos resultados da economia que é estabelecida com a implantação dos sistemas sustentáveis. Posteriormente é determinado o valor de fornecimento praticado pelas concessionárias de água e energia, demonstrando o valor pago pelos moradores.

Após levantados todos estes dados, é apresentado o projeto de instalação dos sistemas sustentáveis, que é comparado aos projetos hidráulicos e sanitários convencionais, bem como a análise financeira, que apresenta o valor total de economia financeira que é estabelecido com a implantação dos sistemas, e o custo de cada um destes projetos, possibilitando assim a obtenção do custo real do investimento.

Com a determinação de todos estes valores, é apresentada por fim a viabilidade econômica da implementação dos sistemas, que é feita através dos cálculos de período e taxa de retorno do investimento.

3 ESTUDO DE CASO

3.1 CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO

O objeto abordado neste estudo é uma residência fictícia unifamiliar de padrão normal, localizada na cidade de São Francisco de Goiás, no estado de Goiás. A residência possui uma área construída de 93,84 m², e é constituída por 3 quartos, sendo uma suíte com banheiro; sala; cozinha; banheiro social; área de serviço e garagem. Para estimativa do consumo considerou-se que a casa é habitada por uma família composta de 5 pessoas. A figura 1 exibe a planta baixa da residência.

3.2 CONSUMO DE ÁGUA

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 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. TOMAZ (2010, p. 67) apresenta parâmetros de engenharia que podem ser usados para estimar o consumo de água de cada aparelho residencial. Estes parâmetros foram analisados, e para que fosse determinado o consumo final de cada aparelho, foram selecionados em alguns casos, o parâmetro inferior, para evidenciar a economia, e nos demais foi adotado o parâmetro mais provável, por ser mais adequado à situação do usuário. Sendo assim, após toda esta análise, se encontram dispostos na tabela 1 os valores estimados de cada consumo.

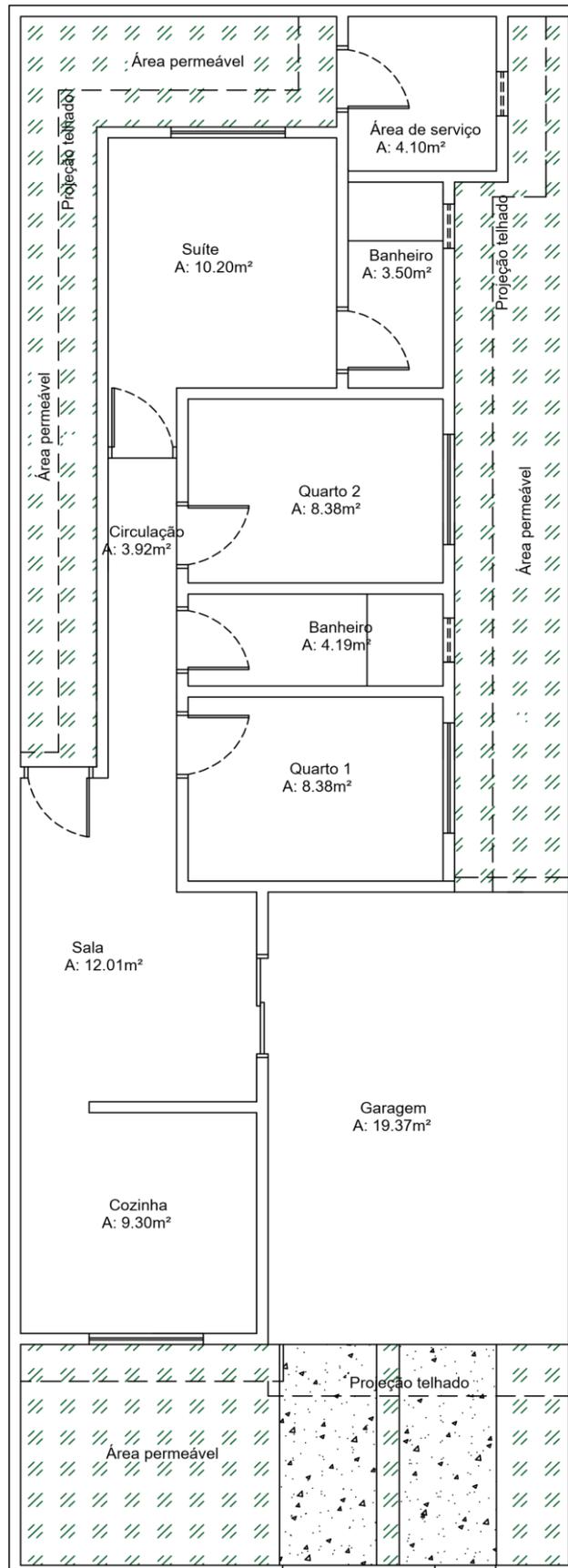
Tabela 1 – Distribuição do consumo mensal médio de água

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: AUTORAS.

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

Figura 1 – Planta baixa da Residência



Fonte: AUTORAS.

3.3 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.

Tabela 2 – Lâmpadas definidas para cada ambiente e seu consumo de energia (Kwh)

AMBIENTE	Temperatura de cor	Modelo da Lâmpada	Potência (w)	Fluxo Determinado	Hrs ¹ 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: AUTORAS.

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. 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). Multiplicando o valor do lux dado na norma pela área de cada 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 partir da obtenção do fluxo requerido em cada ambiente, é possível realizar a escolha mais adequada para cada um, e desta forma determinar qual o consumo de cada uma das lâmpadas. Esta escolha foi feita levando em conta, além da eficiência energética, a temperatura de cor (kelvin – K) mais indicada para cada situação: ambientes para descanso solicitam a luz amarela (2700

¹ A estimativa de horas de uso diário de cada lâmpada foi feito conforme CORRÊA A. (2019).

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, deixando o ambiente mais em alerta (ALUMBRA, 2015). O tipo escolhido foi a lâmpada fluorescente, pois é o comum em residências 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). Sendo assim, a tabela 2 apresenta os modelos de lâmpadas escolhidos, demonstrando também o consumo de cada uma, bem como o consumo total de energia que a iluminação acarreta.

Já para a estimativa de consumo dos aparelhos elétricos, foi analisada a norma técnica da CELG, que ainda hoje é seguida pela ENEL, NTC-04 (CELG DISTRIBUIÇÃO, 2016), que determina as potências em watts médias de cada aparelho residencial individualmente. A potência foi multiplicada pelas horas de uso diário (CORRÊA A., 2019), e por fim foi determinado o total mensal. Desta forma, se apresenta na tabela 3 o consumo total de energia de todos os aparelhos elétricos somados, juntamente com os demais dados.

Tabela 3 – Consumo de energia dos aparelhos elétricos estimados na Residência

APARELHO/ELETRDOMÉSTICO	POTÊNCIA (w)	Tempo ² 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 ³	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).

Finalmente, a determinação do consumo total de energia da residência em estudo é feita através da soma dos valores de energia consumidos pela iluminação e pelos aparelhos, que foram apresentados nas tabelas 2 e 3. Portanto, a quantidade mensal de energia consumida é de 190,43 kWh.

3.4 VALORES PRATICADOS

² 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.

³ 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.

A tarifa de energia praticada pela concessionária ENEL é de 0,877 centavos por kWh de consumo, e a taxa de iluminação pública cobrada no município de São Francisco de Goiás é de R\$ 25,09. Já o valor da tarifa de água é determinado pela Resolução Normativa Nº0125 (AGÊNCIA GOIANA DE REGULAÇÃO, 2018).

Com os resultados de consumo obtidos anteriormente, é 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 4 e 5.

Tabela 4 – 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	R\$ 12,71
COBRANÇA MENSAL DE ÁGUA:	R\$ 106,49
COBRANÇA ANUAL DE ÁGUA:	R\$ 1.277,83

Fonte: AUTORAS.

Tabela 5 – 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	R\$ 25,09
COBRANÇA MENSAL DE ENERGIA:	R\$ 192,10
COBRANÇA ANUAL DE ENERGIA:	R\$ 2.305,17

Fonte: AUTORAS.

4 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, que geraram o quantitativo dos componentes e acessórios do sistema.

4.1 SISTEMA DE REUSO DE ÁGUAS CINZAS

O tratamento da água cinza é 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 estão contabilizados no quantitativo dos projetos, 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, após passada pelo filtro, é tratada com cloro em pastilhas de tricloro antes de ser encaminhada para o reservatório;
- Reservatório Superior – onde ficará armazenada a água tratada até que seja encaminhada ao seu destino final (descarga sanitária e torneiras da área externa).

Os reservatórios foram dimensionados com base nos volumes de oferta e demanda dos aparelhos, mostrados a tabela 6. Estes volumes foram obtidos a partir dos dados de consumo de água extraídos da tabela 1 do tópico 3.2.

Tabela 6 – 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 ⁴	108,00	108 L/ciclo
DEMANDA DE ÁGUA	Descarga sanitária	170,00	190 L/dia
	Torneiras externas	20,00	

Fonte: AUTORAS.

Com base nestes dados e também nos parâmetros e consumos já citados nos tópicos anteriores, tem-se que o máximo volume de água que passará pela **caixa receptora** simultaneamente será de 154,38 litros, e portanto, o volume adotado para ela será de **160 litros**. É feita de blocos de concreto, em formato prismático, com as dimensões de 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 15mm. 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.

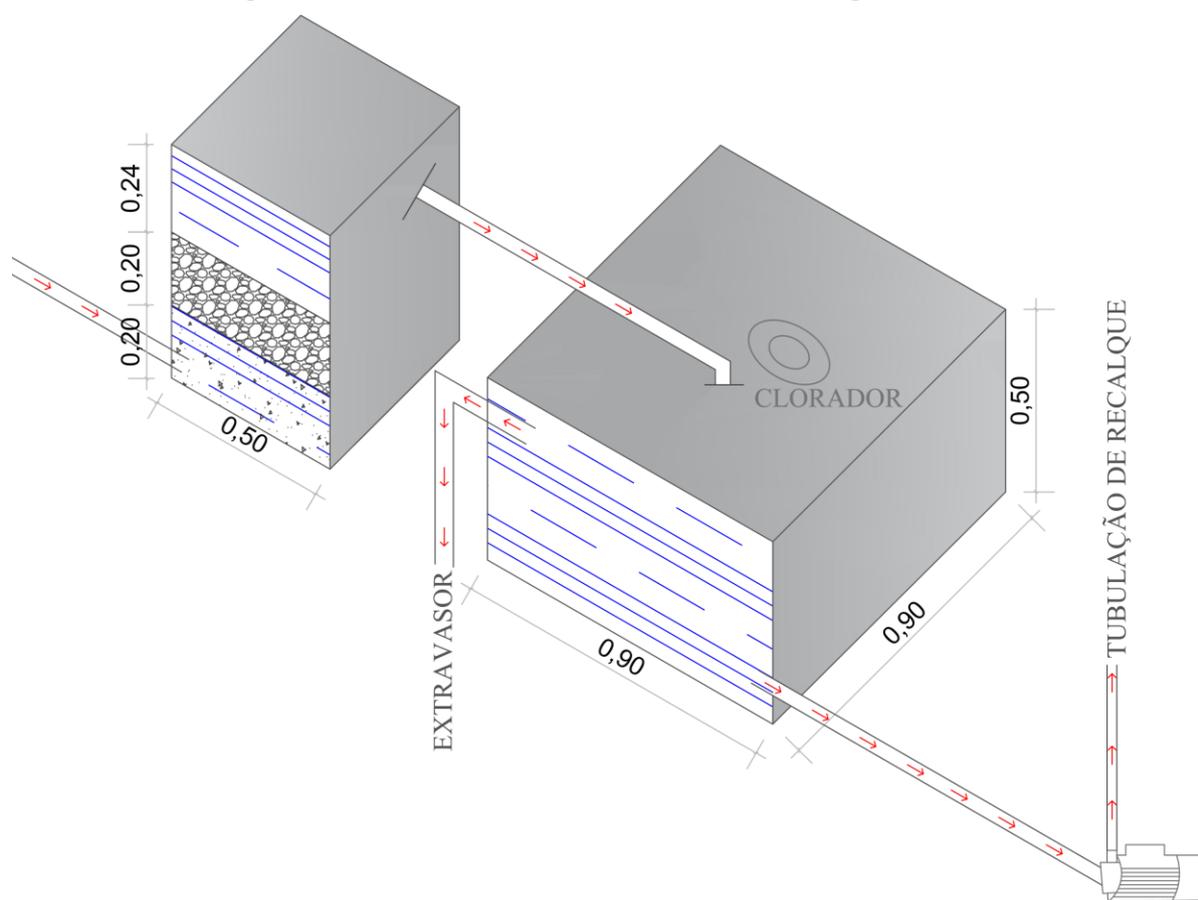
Quanto aos reservatórios, o ideal é que o reservatório de tratameto (inferior) e o reservatório superior de acumulação (onde ficará armazenada a água), tenham uma capacidade de reserva próxima, pois à medida que tratada, a água já é encaminhada para o armazenamento. Para dimensionamento deve-se considerar 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. Contudo, foi adotado para o **reservatório de tratamento**, que é localizado logo ao lado da caixa receptora, uma capacidade de reserva de **405 litros**. Este é feito também em blocos de concreto, com as dimensões 90x90x50: 90cm de largura, 90cm de comprimento, 50cm de

⁴ A máquina de lavar não entra no volume total de oferta de água, pois a frequência de uso não é diária.

altura. Possui um tubo extravasor de 50mm 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 necessário 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 2 ilustra a parte inferior do sistema de reuso de águas cinzas (caixa receptora e reservatório de tratamento - que se encontram semi-enterrados).

Figura 2 – Parte inferior do sistema de reuso de águas cinzas



Fonte: AUTORAS.

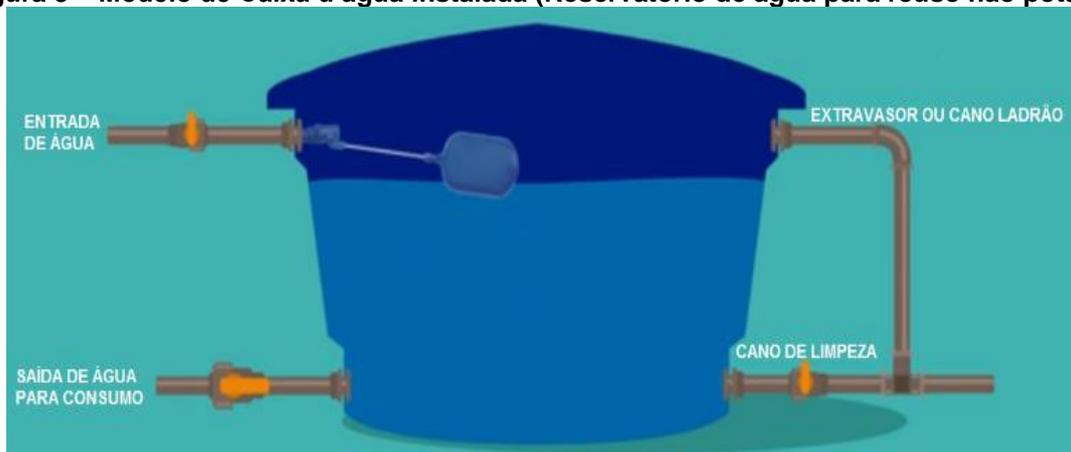
A água entra pela tubulação ligada à parte inferior da caixa, e passa pelo filtro em fluxo ascendente, sendo em seguida encaminhada para o reservatório de tratamento através da tubulação localizada na parte superior. Depois de tratada (processo ocorrido com cerca de 30 min de contato entre o clorador 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 3 ilustra o modelo do reservatório (caixa d'água).

Figura 3 – Modelo de Caixa d'água instalada (Reservatório de água para reuso não potável)



Fonte: AMARAL ÁGUAS (2019).

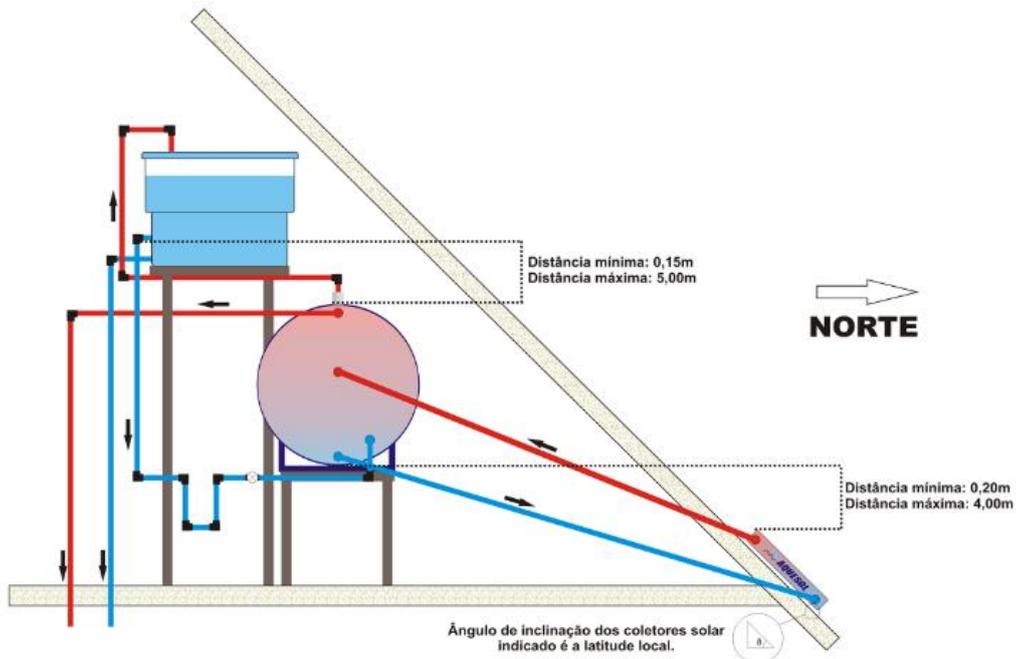
4.2 SISTEMA DE AQUECIMENTO SOLAR

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 da demanda de eficiência térmica, já que a circulação forçada atende melhor à grande demanda. Contudo, como trata-se de uma residência de pequeno porte e pouca água a ser aquecida, analisando 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 4 traz um modelo representação do sistema de aquecimento solar em termossifão; e a figura 5 apresenta a vista isométrica do sistema no projeto realizado.

5 ANÁLISE FINANCEIRA

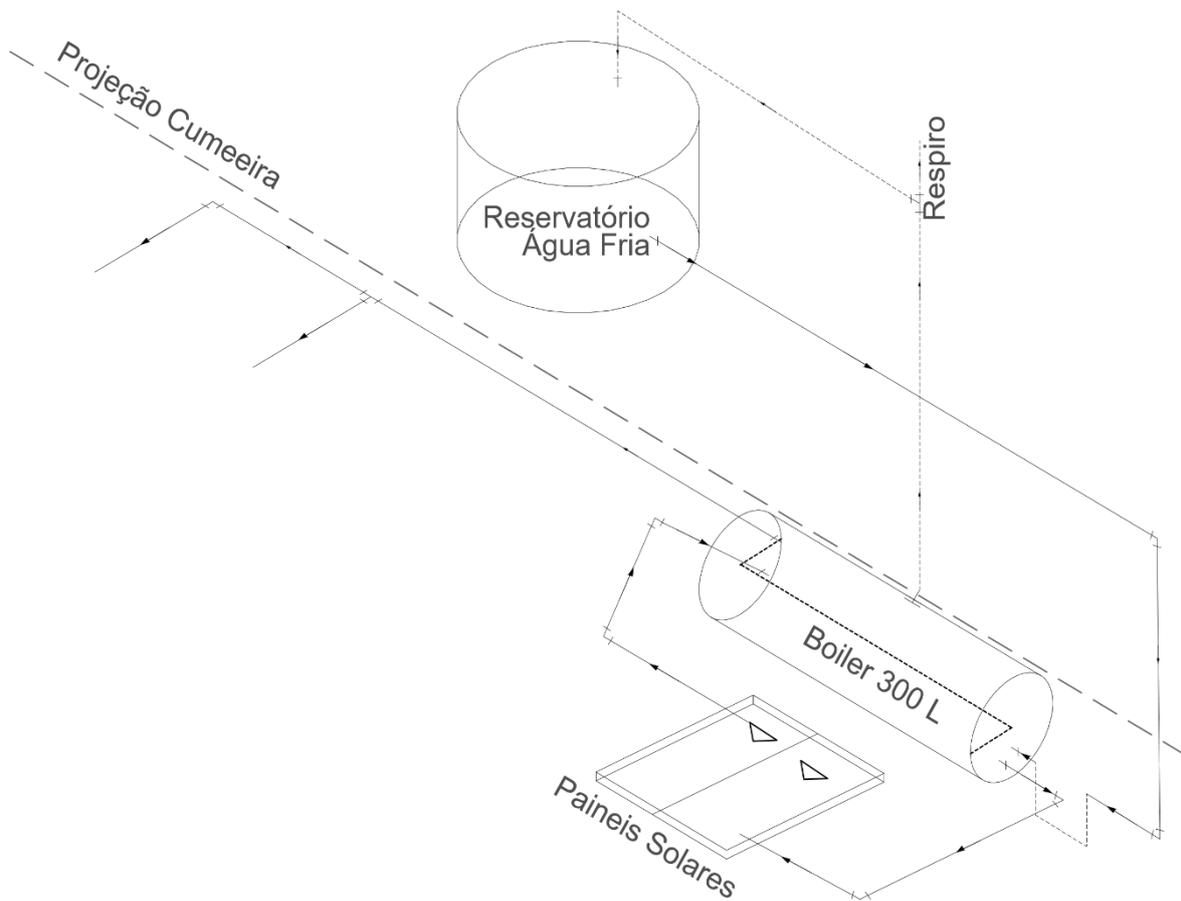
Para possibilitar o cálculo da taxa de retorno, o custo do investimento nos sistemas sustentáveis deve ser comparado ao custo do sistema convencional, ou seja, deve-se obter a relação entre o custo de um projeto de sistemas sustentáveis e o custo de um projeto comum, sem o uso dos sistemas para economia.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

Figura 4 – Modelo de Instalação de baixa pressão por Termossifão



Fonte: AQUESOL (2019).

Figura 5 – Sistema de Aquecimento Solar (vista isométrica)



Fonte: AUTORAS.

5.1 VALOR DE IMPLEMENTAÇÃO DO PROJETO

Através dos quantitativos de materiais dos projetos convencionais e não convencionais, foi possível determinar o valor de cada item, e então o valor total de cada projeto. Os valores foram determinados utilizando a tabela atualizada de Composição de custo Sintético do SINAPI (2019). Nos valores desta tabela está incluída a estimativa do custo da mão de obra, fornecimento, material e equipamento.

A tabela 7 apresenta o quantitativo e valores de cada item componente dos projetos de sistemas sustentáveis.

Tabela 7 – Quantitativo e valores dos componentes dos sistemas sustentáveis

(continua)

MATERIAL ⁵	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	m ³	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 m ² *	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	m ²	R\$ 67,67	R\$ 120,45

⁵ 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.

Tabela 7 – Quantitativo e valores dos componentes dos sistemas sustentáveis

(conclusão)

MATERIAL ⁶	QTD	Und	V. Unitário	V. TOTAL
Reservatório Concreto 405 L - Tratamento	3,42	m ²	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
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	m ²	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

Fonte: AUTORAS.

O valor total dos custos dos **projetos sustentáveis** é de R\$ 7.424,47.

Já a tabela 8 apresenta o quantitativo e valores de cada item componente dos projetos convencionais, sem instalação de sistemas sustentáveis.

Tabela 8 – Quantitativo e valores dos componentes dos Projetos Convencionais

(continua)

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

⁶ 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.

Tabela 8 – Quantitativo e valores dos componentes dos Projetos Convencionais

(conclusão)

MATERIAL	QTD	Und	V. Unitário	V. TOTAL
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

Fonte: AUTORAS.

O valor total encontrado dos **projetos convencionais** é de R\$ 3.132,29.

Já o custo total do investimento inicial é dado pela diferença entre o custo dos projetos convencionais e o custo dos projetos sustentáveis. Estes valores estão reproduzidos na tabela 9, juntamente com o resultado da subtração.

Tabela 9 – 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: AUTORAS.

5.2 VALORES DA ECONOMIA FINANCEIRA ESTABELECIDADA

O valor da economia financeira será obtido através da diferença entre o pagamento mensal de água e energia na residência sem a instalação dos sistemas de reuso e aquecimento, e o valor do pagamento mensal da água e energia na residência com os sistemas implantados. Todos estes valores, obtidos através dos estudos apresentados nos tópicos anteriores, são representados na tabela 10.

Portanto, o valor mensal de economia financeira alcançada através do uso dos sistemas sustentáveis é de **R\$ 109,44**.

Tabela 10 – 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 M³	R\$ 106,49
CAAC	Consumo de Água com Reuso de AC	11,57 M³	R\$ 67,67 ⁷
	<i>Economia estabelecida (CAC - CAAC)</i>	5,7 M³	R\$ 38,82
ECONOMIA FINANCEIRA TOTAL:		R\$ 109,44	por mês

Fonte: AUTORAS.

6 RETORNO FINANCEIRO

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, através de dois métodos bastante conhecidos: o payback e o VPL. *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 (MESQUITA, 2016). 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 VPL, que significa Valor Presente Líquido, 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, que pode ser a chamada de TMA (taxa mínima de atratividade), que tem relação com a lucratividade de um projeto e geralmente é estipulada pelo próprio investidor; ou pode ser um índice que acompanhe a taxa Selic, que é a taxa básica de juros da economia, determinada pelo banco central (ANDRADE, 2018).

6.1 PAYBACK

A fórmula do Payback simples que foi utilizada 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. A fórmula está descrita abaixo.

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

⁷ 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.

Com os dados obtidos anteriormente, pôde-se realizar o cálculo do valor do Payback substituindo a fórmula pelos valores:

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

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.

6.2 VPL

O VPL é calculado pela fórmula 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 tópico anterior o período de retorno calculado está entre 3 e 4 anos, o intervalo de análise considerado aqui será de 0 a 4 anos (48 meses). Como fluxo de caixa, será considerada a receita anual, sendo pois R\$ 1313,28 (109,44 x 12 meses). A taxa de juros considerada para o cálculo é a taxa média CDI (Certificado de depósito interbancário). Esta taxa se atualiza em conjunto e tem atuação semelhante à taxa referencial do Selic (ambas são índices de investimento baseadas em taxas de juros); contudo a CDI é mais comumente usada como base de referência para os investimentos, especialmente aqueles com retorno fixo (OLIVEIRA, 2018). Portanto, o valor da taxa de desconto utilizado no cálculo foi de 6,40% ao ano e 0,52% ao mês (valores do CDI atualizado obtidos no dia 01 de maio de 2019).

Logo, substituindo os valores, considerando o investimento inicial negativo, e adaptando a fórmula do VPL para que este seja calculado no excel, tem-se a cada período de tempo (mensal) os valores demonstrados na tabela 11.

Sendo assim, o Valor Presente Líquido calculado é alcançado no 46º mês de utilização dos sistemas, ou seja, após 3 anos e 10 meses de uso, e portanto, somente a partir deste período o projeto começará a render lucros líquidos.

6.3 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.

Tabela 11 – Cálculo do Valor Presente Líquido com atualizações mensais – do mês 0 ao mês 48

(continua)

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

Tabela 11 – Cálculo do Valor Presente Líquido com atualizações mensais – do mês 0 ao mês 48

(conclusão)

ANO	Fluxo de Caixa (FC)	Taxa de desconto	FCdescontado	VP
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				

Fonte: AUTORAS.

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.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho trouxe inicialmente um estudo a respeito da sustentabilidade e da importância da conservação dos bens ambientais. Esta revisão inicial trouxe à tona a idéia sobre o quão importante é se investir em sistemas que promovam a preservação ambiental.

Seguindo a metodologia adotada, o estudo de caso se iniciou apresentando a planta baixa do 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, 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.

Após 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 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 dos projetos hidráulico e sanitário convencionais; 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 é de 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 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.

AGÊNCIA GOIANA DE REGULAÇÃO. **Resolução Normativa Nº0125/2018 – 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.

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.

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.

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.

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.

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.

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.

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.

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.

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

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.