



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

RUAN QUEIROZ DE QUEIROZ

**SISTEMA DE REUSO DE ÁGUAS CINZAS PARA FINS NÃO POTÁVEIS:
VIABILIDADE ECONÔMICA E ACEITAÇÃO SOCIAL**

JOÃO PESSOA

2022

RUAN QUEIROZ DE QUEIROZ

**SISTEMA DE REUSO DE ÁGUAS CINZAS PARA FINS NÃO POTÁVEIS:
VIABILIDADE ECONÔMICA E ACEITAÇÃO SOCIAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Graduação em
Engenharia Civil da Universidade Federal da
Paraíba, Campus I, João Pessoa-PB, como
requisito para obtenção do título de Bacharel em
Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Gilson Barbosa Athayde
Junior.

JOÃO PESSOA

2022

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

Q3s Queiroz, Ruan Queiroz de.
 Sistema de reuso de águas cinzas para fins não
 potáveis: viabilidade econômica e aceitação social /
 Ruan Queiroz de Queiroz. - João Pessoa, 2022.
 58 f. : il.

Orientação: Gilson Barbosa Athayde Júnior.
Monografia (Graduação) - UFPB/Tecnologia.

1. Águas cinzas. 2. Reuso. 3. Sistema. 4.
Viabilidade econômica. 5. Aceitabilidade social. I.
Athayde Júnior, Gilson Barbosa. II. Título.

UFPB/CT

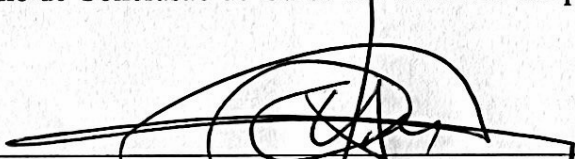
CDU 624(043.2)

FOLHA DE APROVAÇÃO

RUAN QUEIROZ DE QUEIROZ

SISTEMA DE REUSO DE ÁGUAS CINZAS PARA FINS NÃO POTÁVEIS: VIABILIDADE ECONÔMICA E ACEITAÇÃO SOCIAL

Trabalho de Conclusão de Curso em 06/12/2022 perante a seguinte Comissão Julgadora:



Gilson Barbosa Athayde Júnior

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

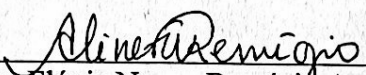
APROVADO



Leonardo Vieira Soares

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

APROVADO



Aline Flávia Nunes Remígio Antunes

Departamento de Engenharia Civil e Ambiental do CT/UFPB

APROVADO

Profª. Andrea Brasiliano Silva

Matrícula Siape: 1549557

Coordenadora do Curso de Graduação em Engenharia Civil

“Veni, vidi, vici.”

- Gaius Iulius Caesar

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus, que me abençoou com o dom da vida, com o privilégio de conhecê-lo e com as condições de chegar ao fim deste trabalho e desta graduação.

Aos meus pais, Fábio e Rachel, por me apoiarem nessa caminhada e nunca me desampararem, por terem se sacrificado por mim, me dando muito mais do que eu merecia, em todos os momentos da minha vida.

Aos colegas da Turma 2017.2 do curso de Engenharia Civil que me fizeram companhia nos momentos de estudo, pelo apoio, troca de experiência e conhecimento, momentos de descontração e ensinamentos durante essa jornada acadêmica. Em especial à Arthur Mindêllo, Breno Roberto e Gabryel Paiva.

À minha namorada Lorena Lima que jamais me negou apoio, carinho e incentivo. Sempre foi uma grande companheira e parceira de todas as horas.

Aos colegas que fiz durante os estágios, pela forma como confiaram em mim e me ensinaram parte de tudo que sei sobre engenharia e vida, da forma mais prática e didática possível. Em especial ao mestre Edivaldo, à tecnóloga de edificações Rayssa Albuquerque e aos engenheiros civis Edilson Maria e Rylsen Leite. Todos se destacaram dentre os demais pela paciência e pelos ensinamentos que jamais esquecerei.

Por fim, agradeço a todos os professores da Universidade Federal da Paraíba por todo o conhecimento compartilhado ao longo do curso. Em especial, ao meu professor e orientador, Gilson Athayde, por ter aceitado me ajudar neste trabalho, pela paciência e atenção dada.

RESUMO

O uso racional das águas tornou-se uma resposta crescente, diante da atual conjuntura, à crise hídrica. Dentro das diversas opções de reutilização, surge a das águas cinzas, águas que não são contaminadas por fezes ou urinas, e que após o tratamento adequado pode ser destinada a diversas finalidades, dentre elas o reuso doméstico não potável. Neste trabalho será apresentado o estudo de caso de uma residência, com verificação dos custos de implantação do sistema de reutilização de águas cinzas, que envolve um tanque séptico, uma vala de filtração, dois reservatórios e uma bomba, e uma pesquisa de aceitação de uma amostra da comunidade, realizada via formulários google, para moradores da cidade de João Pessoa, com relação ao reuso de água cinza. O sistema de reutilização de águas cinzas mostrou-se economicamente viável, apresentando uma relação de benefício e custo de 1,06. Além disso, outro fator fundamental do estudo foi o interesse da população em investir nesse sistema se economicamente viável, o que foi demonstrado pela resposta positiva de 94% da amostra. Mais um parâmetro relevante foi o desconhecimento das pessoas em relação ao tratamento correto para o reuso de águas cinzas, não realizando os procedimentos, ou realizando-os de maneira inadequada, o que pode acarretar diversos riscos.

Palavras-chave: Águas cinzas. Reuso. Sistema. Viabilidade econômica. Aceitabilidade social.

ABSTRACT

The rational use of water has become a growing response, given the current situation, to the water crisis. Within the various options for reuse, there is that of gray water, water that is not contaminated by feces or urine, and which, after proper treatment, can be used for various purposes, including non-potable domestic reuse. In this work, a case study of a residence will be presented, with verification of the implementation costs of the greywater reuse system, which involves a septic tank, a filtration ditch, two reservoirs and a pump, and an acceptance survey of a community sample, carried out via google forms, for residents of the city of João Pessoa, regarding gray water reuse. The greywater reuse system proved to be economically viable, with a benefit/cost ratio of 1.06. In addition, another fundamental factor of the study was the population's interest in investing in this system if economically viable, which was demonstrated by the positive response of 94% of the sample. Another relevant parameter was people's lack of knowledge regarding the correct treatment for the reuse of gray water, not performing the procedures, or performing them improperly, which can lead to various risks.

Key words: Grey water. Reuse. System. Economic viability. Social acceptability.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Planta baixa da residência do estudo de caso.	29
Figura 2- Série histórica da taxa Selic de janeiro de 2021 a setembro de 2022.	35
Figura 3- Faixa etária dos entrevistados.	45
Figura 4- Escolaridade dos entrevistados.	46
Figura 5- Número de residentes nas moradias.	46
Figura 6- Percentual dos entrevistados que já ouviu falar em aproveitamento de água cinza.	47
Figura 7- Percentual dos entrevistados que reutilizam água cinza na residência.	47
Figura 8- Percentual dos entrevistados que reutilizam água cinza na residência.	48
Figura 9- Percentual dos entrevistados que tem interesse na reutilização de água cinza na sua residência, caso se mostre economicamente viável.	49
Figura 10- Percentual de quanto os entrevistados se dispõem a pagar a mais para a reutilização de água cinza na sua residência.	49

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Riscos do uso de AC sem tratamento	24
Quadro 2- Sistema de tratamento em função dos usos potenciais e fontes alternativas de água.	26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Distribuição do consumo de água em edificações domiciliares.....	17
Tabela 2- Distribuição do consumo de água em edificações domiciliares.....	17
Tabela 3- Parâmetros de qualidade da água para reuso segundo a NBR 13969/1997.	21
Tabela 4- Características físicas, químicas e bacteriológicas das águas cinzas originadas em banheiros no Sul do Brasil.	22
Tabela 5- Características de patógenos que podem estar presentes nas águas cinza.....	25
Tabela 6- Contribuição diária de esgoto.....	32
Tabela 7- Taxa de acumulação total de lodo (K) em dias por faixa de temperatura e período de limpeza.	32
Tabela 8- Período de detenção em função da contribuição contida na norma.	33
Tabela 9- Composição dos custos para o tanque séptico com 2.138,2 L.	38
Tabela 10- Composição dos custos para o filtro anaeróbio de 3200 L.....	39
Tabela 11- Composição dos custos para fornecimento e instalação da caixa d'água em polietileno de 500 L.....	40
Tabela 12- Composição dos custos para fornecimento e instalação da bomba centrífuga monofásica de 0,5 cv.....	41
Tabela 13- Estrutura tarifária da tarifa normal de água em João Pessoa.....	43
Tabela 14- Cálculo da relação benefício/custo do estudo de caso do reuso de águas cinzas..	44
Tabela 15- Região onde os usuários das águas cinzas utilizam-nas.	48

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVOS	15
2.1. OBJETIVO GERAL	15
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
3. REFERENCIAL TEÓRICO	16
3.1. CONSUMO DA ÁGUA	16
3.2. NECESSIDADE DE CONSERVAÇÃO HÍDRICA	18
3.3. REUSO DA ÁGUA	19
3.4. ÁGUAS CINZAS (AC)	21
3.4.1. Definição	21
3.4.2. Tratamento	23
3.5. VIABILIDADE ECONÔMICA	27
3.6. ACEITAÇÃO SOCIAL	27
4. METODOLOGIA	29
4.1. ESTUDO DE CASO DO IMÓVEL	29
4.1.1. Caracterização da edificação	29
4.1.2. Definição e oferta do consumo de águas cinzas	30
4.1.3. Componentes necessários para o reuso de águas cinzas	31
4.2. VERIFICAÇÃO DOS CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO DO PROJETO	34
4.2.1. Custos de investimento direto	34
4.2.2. Custos de investimento indireto	34
4.2.3. Custos de exploração	35
4.3. PESQUISA DE ACEITAÇÃO DE UMA AMOSTRA DA COMUNIDADE COM RELAÇÃO AO REUSO DE ÁGUA CINZA	35
5. RESULTADOS	36
5.1. ESTUDO DE CASO DE EMPREENDIMENTO HABITACIONAL EM JOÃO PESSOA-PB (LEVANTAMENTO DA PARTICIPAÇÃO DAS INSTALAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUAS CINZA NOS CUSTOS E VALOR VENAL DO IMÓVEL)	36
5.1.1. Dimensionamento dos componentes necessários para o reuso de águas cinzas	36
5.1.2. Custos de implantação	37
5.1.3. Determinação do período de retorno e benefício custo	42
5.2. VERIFICAÇÃO DO INTERESSE DA POPULAÇÃO, DE JOÃO PESSOA, E SUA DISPOSIÇÃO EM PAGAR A MAIS, PELO SISTEMA DE REUSO DE ÁGUAS CINZAS (PESQUISA VIA QUESTIONÁRIO)	45

5.2.1. Perfil dos respondentes	45
5.2.2. Análise das respostas	46
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51
ANEXO- Questionário de verificação do interesse da população de João Pessoa, e sua disposição em pagar a mais, pelo sistema de reuso de águas cinzas.	55

1. INTRODUÇÃO

A água é um recurso primordial para a sobrevivência e o desenvolvimento humano. No que se refere à sobrevivência, dentre diversos fatores, ela é essencial para transportar nutrientes para as células e regular a temperatura do corpo. Por outro lado, no que se refere ao desenvolvimento humano, ela é indispensável para desempenhar serviços como irrigação de culturas agrícolas e processos industriais, dentre outros.

Segundo a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (2012), apesar de bastante necessária, a demanda hídrica não está sendo satisfeita e o prognóstico é que esse panorama piore, com base na previsão da Organização das Nações Unidas (ONU) de que, em poucos anos, dois terços da população mundial enfrentará determinadas dificuldades associadas à água. Isso ocorre devido à fatores como poluição, desperdício no uso e na distribuição, e mudanças climáticas.

Dessa maneira, é fundamental analisar as atividades que mais consomem água. De acordo com Gonçalves *et al.* (2010), o consumo de água residencial é capaz de compreender mais da metade do consumo deste insumo nas zonas urbanas. Nesse contexto, uma análise no consumo doméstico torna-se oportuna, e isso faz-se mais necessário ao se considerar o desperdício significativo no uso da água nesse âmbito.

A maior parte do consumo de água domiciliar decorre dos seguintes aparelhos: chuveiro, bacia sanitária, pia da cozinha e máquina de lavar de roupas. Além disso, pode ser observado que, em média, 40% do total de água consumida em uma residência é para o uso de forma não potável (GONÇALVES, 2009).

Dessa maneira, dado o exposto, faz-se necessário tomar atitudes com relação à crise hídrica, como: reduzir o consumo, utilizar racionalmente e optar por modelos sustentáveis. Sendo assim, é de suma importância gerenciar os recursos hídricos utilizados, para que estes atendam às demandas, sem causar danos à saúde ambiental (DORIGON e TESSARO, 2010).

Ademais, com base desenvolvimento sustentável, evidenciado na Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD) de 1992, houve um crescimento de obras ecológicas, que optam pelo uso de sistemas racionalizadores, ou seja, que causem o menor impacto na natureza, e uma dessas premissas é a redução do consumo de água potável a partir de técnicas. À vista disso, algumas destas técnicas são: o uso de dispositivos economizadores em aparelhos, as fontes alternativas de suprimento (água da chuva, água do

mar dessalinizada) e o reuso de águas servidas (águas cinza) para fins menos nobres (BAZZARELLA, 2005).

Diante do contexto apresentado, o reuso de águas cinza surge como uma possibilidade para o uso racional da água. Por água cinza entende-se toda aquela água residuária que não é proveniente do vaso sanitário, ou seja, são provenientes de lavatórios, chuveiros, banheiras, pias de cozinhas, mas que não contém efluentes sanitários (JEFFERSON et al., 2000).

Neste trabalho, foi avaliada a aceitação da população e a viabilidade econômica em uma unidade habitacional unifamiliar, do uso das águas cinza com propósitos não potáveis. Isto é, para substituir a água potável destinada à alguns aparelhos que não necessitam de água desta qualidade, como o vaso sanitário e a mangueira do jardim. Sendo assim, a água potável só será utilizada onde há necessidade de qualidade compatível com a potabilidade, diminuindo os custos de produção deste insumo e a deterioração do meio ambiente.

2. OBJETIVOS

2.1.OBJETIVO GERAL

O presente Trabalho de Conclusão de Curso tem como objetivo analisar a viabilidade econômica do reuso de águas cinza em unidade habitacional unifamiliar, bem como a aceitação social desta alternativa para o uso não potável.

2.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Desenvolver um projeto de reuso de águas cinzas para uma edificação residencial;
- Levantar os custos da implantação do sistema de tratamento e reuso, desenvolvido para o estudo de caso, considerando o custo das instalações/adaptações e o retorno dos investimentos.
- Analisar a aceitação da população com relação ao reuso de águas cinza para fins não potáveis.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

Determinada a tese da pesquisa, este capítulo consiste em apresentar o referencial teórico do trabalho e fundamentar as colaborações para o método do reuso de águas cinzas.

3.1.CONSUMO DA ÁGUA

Segundo Montoya e Talamini (2021), em 2015, 77,6% do consumo de água doce no Brasil foi destinado à agropecuária, 12,2% à agroindústria e indústria e 10,2% aos serviços urbanos. Entretanto, esses dados variam de acordo com o nível de desenvolvimento dos países. Nos países desenvolvidos 59% desse consumo é da indústria, 30% da agricultura e 11% do uso doméstico (BARROS, 2008).

O uso da água para consumo nas áreas urbanas subdivide-se em três categorias (Tomaz, 2000):

- Consumo residencial: relativo a residências unifamiliares e edifícios multifamiliares;
- Consumo comercial: relativo a restaurantes, hospitais e serviços de saúde, hotéis, lavanderias, autoposto e lava a jatos, clubes esportivos, bares, lanchonetes e lojas;
- Consumo público: relativo aos edifícios públicos, escolas, parque infantil, prédios de unidade de saúde pública, cadeia pública e todos os edifícios municipais, estaduais e federais existentes

Arbués et al. (2003) determinaram que a estimativa da demanda de água está sujeita a variáveis independentes. Dentre elas tem-se o preço da água, a composição e renda familiar, circunstâncias climáticas, particularidades das propriedades, entre outras.

Ademais, o consumo de água residencial pode constituir mais da metade do consumo total de água nas áreas urbanas. Na região metropolitana de São Paulo, o consumo de água residencial corresponde a 84,4% do consumo total urbano (incluindo também o consumo em pequenas indústrias). Na cidade de Vitória, a porcentagem desse consumo é bem similar, correspondendo a aproximadamente 85% desse total (CESAN, 2002; RODRIGUES, 2005).

Dessa maneira, trabalhos efetuados pelo Ministério do Desenvolvimento Regional através da Secretaria Nacional de Saneamento (SNS) expuseram, no Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto de 2021, que o consumo per capita médio no Brasil em 2020 foi de 152,1 L/hab. dia.

Tabela 1- Distribuição do consumo de água em edificações domiciliares.

Setor da residência	Prédio USP*	Austrália (NSWhealth,2000)	Dinamarca (Jensen,1991) **	EUA (EPA,1992)
Banheiro	63%	70%	50%	74%
Bacia sanitária	29%	32%	20%	41%
Pia	6%	5%	10%	-
Chuveiro	28%	33%	20%	33%
Cozinha	22%	7%	25%	5%
Pia de cozinha	17%	7%	5%	5%
Máquina de lavar louça	5%	-	20%	-
Área de serviço	15%	23%	15%	21%
Máquina de lavar roupa	9%	23%	15%	21%
Tanque	6%	-	-	-
Outros	0%	0%	10%	0%
Lavagem de carro	-	-	10%	-

*Disponível na Homepage da Deca
 ** Citado em Tomaz (2000)

Fonte: Adaptado de Bazzarella (2005).

Tabela 2- Distribuição do consumo de água em edificações domiciliares.

Aplicação	Consumo de água (L / pessoa * dia)
Lavatório	15
Banheira	20
Chuveiro	20
Pia da cozinha	25
Máquina de lavar louças	5
Máquina de lavar roupas	20

Fonte: Adaptado de Friedler (2004).

Pela análise da Tabela 1 e 2, é possível identificar que o banheiro é o ponto de maior consumo de água, independente da região onde se encontra a edificação, representando mais da metade do consumo de água nas residências. A bacia sanitária e o chuveiro, em alguns locais, possuem um consumo relativamente semelhante, justificando a necessidade de se investirem esforços e recursos em pesquisas sobre práticas de reuso (BAZZARELLA, 2005).

3.2.NECESSIDADE DE CONSERVAÇÃO HÍDRICA

A água já foi considerada um recurso inesgotável, pois o ecossistema fazia crer que os mananciais de águas cristalinas, abundantes e renováveis nunca chegariam ao fim. Apesar de o planeta ser constituído superficialmente por aproximadamente 75% de água, existe o paradoxo da escassez, pois a água não está distribuída geograficamente de maneira uniforme (TUNDISI, 2003).

Alguns especialistas apontam que a crise da água está ocorrendo devido ao mau gerenciamento. Entretanto para outros, a crise é decorrente de um conjunto de problemas ambientais agravados com outros problemas relacionados à economia e ao desenvolvimento social (TUNDISI, 2008).

Da mesma maneira, Carvalho (2003) aponta que a piora dos problemas da administração hídrica nas regiões urbanas tem relação com a volumosa ocupação e uso do solo. O meio ambiente está sumindo nas áreas urbanas, relata Pitton (2003), pois os rios estão sendo canalizados, concretados, vegetação derrubada e solo impermeabilizado, devido à ocupação territorial.

De acordo com Luna (2007), todos os afazeres econômicos necessitam da água para serem realizados. Resultando na mudança de propósito do recurso, que era considerado um bem natural e passa a ser uma mercadoria. Com isso, a maneira que esse recurso, fundamental para o desenvolvimento, está sendo conduzido influencia diretamente a qualidade de vida das pessoas e o meio ambiente. Diante disso, é evidente a necessidade de reduzir a poluição hídrica, analisando alternativas viáveis de aumento da oferta de água, e de definir melhor alocação de recursos, relacionando o preço desse insumo com sua quantidade e qualidade.

Dessa forma, a água que era um bem irrestrito, tornou-se um bem financeiro, e nesse contexto, o preço desse bem finito tende a ficar cada vez mais alto. Esse fato contribuiu com a adoção de um novo paradigma de gestão desse recurso ambiental, que compreende a utilização de instrumentos regulatórios e econômicos, como a cobrança pelo uso dos recursos hídricos (ANA; FIESP; SINDUSCON, 2005).

O ciclo hidrológico assegura a dinâmica da água no planeta, imprescindível para a preservação da vida. Entretanto, países como China, Índia, México, Tailândia, parte do oeste dos Estados Unidos, norte da África e áreas do Oriente Médio estão retirando do lençol freático mais água que o ciclo hidrológico consegue repor (FIORI et al.,2006).

Além disso, tem-se que o conhecimento dos consumos específicos de água que ocorrem nos diversos pontos de utilização de uma residência, é de fundamental importância para se saber onde se deve priorizar as ações de conservação do uso da água em edificações (BAZZARELLA, 2005).

Santos (2002) conceitua “Conservação de água” como o conjunto de ações que proporcionam a economia de água. Restringindo-se ao panorama domiciliar, de acordo com FIESP/ANA (2005), a conservação da água pode ser definida como qualquer ação que: reduza a quantidade de água extraída em fontes de suprimento; reduza o consumo de água; reduza o desperdício de água; aumente a eficiência do uso da água; ou ainda aumente a reciclagem e o reuso de água. É oportuno destacar que, com relação à tipologia das ações de economia, elas podem ser de uso racional de água e de uso de fontes alternativas.

No Brasil, apesar da aparente abundância de recursos hídricos, o reuso de água vem conquistando espaço, principalmente nos grandes centros urbanos, onde a escassez representa alto investimento e custos operacionais para captação e adução de águas a grandes distâncias (SILVA; HESPANHOL, 2000).

Por fim tem-se que o uso racional das águas é conceito básico para a os serviços de saneamento no país. Sua efetividade é imprescindível para a sustentabilidade das cidades e suas ações são inadiáveis para que o estresse hídrico não se torne um fator limitante para o desenvolvimento delas.

3.3.REUSO DA ÁGUA

O reuso de água é o aproveitamento de águas previamente utilizadas, uma ou mais vezes, em alguma atividade humana, para suprir as necessidades de outros usos benéficos, inclusive o original (MANCUSO; SANTOS, 2003).

A utilização planejada de reuso de água em todo o mundo tem sido bastante incrementada nas últimas décadas, principalmente nos países desenvolvidos ou em desenvolvimento, como resposta à crescente escassez dos recursos hídricos disponíveis (SEMURA et al.,2005).

A aplicação da água de reuso, utilizada para diversos fins, como a irrigação de culturas perenes, tende a apresentar preço mais baixo, reduzindo assim os custos de produção (BERNARDI, 2003).

A prática de reuso de água reduz a descarga de poluentes em corpos receptores, conserva os recursos hídricos para o abastecimento público e outros usos mais exigentes quanto à qualidade (CNRH, 2005).

O reaproveitamento de água é composto pelo uso do esgoto sanitário, com tratamento prévio de acordo com o fim que será destinado. Conhecendo as características físicas, químicas e biológicas das águas residuárias, torna-se possível estabelecer parâmetros que satisfaçam os critérios recomendados ou os padrões que tenham sido fixados para determinado uso. As destinações da água de reuso não potável são bem abrangentes se devidamente tratadas. CETESB (2012) cita alguns fins para o reuso de água, sendo eles agrícolas, industriais, domésticos, recreacionais, para manutenção de vazões, para aquicultura e para recarga de aquíferos subterrâneos.

A reutilização pode se tornar cada vez mais viável dependendo da qualidade necessária da água. O reuso de água como alternativa em habitações é variável de acordo com necessidades específicas, tal solução reduz a demanda de água potável, consequentemente a demanda dos mananciais e de tratamento de água, além de minimizar a emissão de efluente no meio ambiente.

O reuso da água em edificações é perfeitamente possível, desde que seja projetado para este fim, respeitando todas as diretrizes a serem analisadas, ou seja, evitar que a água reutilizada seja misturada com a água tratada e não permitir o uso da água reutilizada para consumo direto, preparação de alimentos e higiene pessoal. A qualidade necessária para atender aos usos previstos deve ser rigorosamente avaliada, para a garantia da segurança sanitária (FIORI et al., 2006).

Dessa forma, a NBR 13969/1997 define classes e parâmetros para os esgotos de acordo com a reutilização prevista. São elas:

- Classe 1: lavagem de veículos de outros usos que requerem o contato direto do usuário com a água, com possível aspiração de aerossóis pelo operador incluído chafarizes;
- Classe 2: lavagem de pisos, calçadas e irrigação de jardins, manutenção de lagos e canais para fins paisagísticos, exceto chafarizes;

- Classe 3: reuso nas descargas de vasos sanitários;
- Classe 4: reuso nos pomares, cereais, forragens, pastagens para gado e outros cultivos através de escoamento superficial ou por sistema de irrigação pontual.

Na Tabela 3 são apresentados padrões de qualidade do esgoto tratado conforme a classe de reuso pretendida.

Tabela 3- Parâmetros de qualidade da água para reuso segundo a NBR 13969/1997.

Classes	Parâmetros				
	Turbidez (UT)	pH	SDT	Oxigênio dissolvido (mg/L)	Coliformes termotolerantes (NMP/100ml)
1	<5	6,0 e 8,0	0,5 e 1,5	-	<200
2	<5	-	<0,5	-	<500
3	<10	-	-	-	<500
4	-	-	-	>2,0	<5000

Fonte: NBR 13969/1997.

O reuso de água cinza enquadra-se no reuso não-potável. Ela tem diversas finalidades, dentre elas o reuso doméstico que pode ser utilizado em atividades como regar jardins, lavar carros e como descarga em vasos sanitários. Segundo Eriksson et al. (2002), diferentes tipos de água cinza podem ser adequados para diferentes tipos de reuso e irá requerer diferentes tipos de tratamento, dependendo do reuso que se pretende dar a ela.

3.4. ÁGUAS CINZAS (AC)

3.4.1. Definição

Conforme o NSWHD (Departamento de Saúde da Austrália) as águas cinzas são aquelas que não são contaminadas por fezes ou urina. Esta categoria inclui o efluente do chuveiro, pia de cozinha, lavatórios e lavanderia.

Entretanto, de acordo com Gelt (2001), citado por Zabrocki e Santos (2005) a água cinza é originada pelo chuveiro, banheira, lavatório e máquina de lavar, desconsiderando a água cinza proveniente da pia de cozinha e máquina de lavar pratos.

Além disso, conforme Bazzarella (2005) a água oriunda da cozinha também deve ser desconsiderada das águas cinzas, devido aos compostos indesejáveis que são depositadas nas válvulas de escoamento dessas pias. Dessa maneira, se elas fossem abrangidas o tratamento teria que ser mais elaborado, consequentemente onerando o sistema de reuso.

Não se deve considerar como água cinza o efluente de cozinhas, pois é altamente poluído, putrescível e com inúmeros compostos indesejáveis, como por exemplo, óleos e gorduras (BAZZARELLA, 2005), que necessitam de um tratamento mais avançado para tornar este efluente em padrões mínimos para reuso, onerando o sistema de reutilização.

A água cinza é geralmente originada pelo uso de sabão ou de outros produtos para lavagem do corpo, de roupas ou de limpeza em geral (JEFFERSON et al., 2000). Segundo Eriksson et al. (2002), os coeficientes que contribuem para as características da água cinza são: a qualidade da água de abastecimento e o tipo de rede de distribuição, tanto da água de abastecimento quanto da água de reuso.

A Tabela 4 mostra características físico-químicas e microbiológicas de águas cinza originadas de várias fontes dentro de uma residência.

Tabela 4- Características físicas, químicas e bacteriológicas das águas cinzas originadas em banheiros no Sul do Brasil.

Parâmetros	Edifício Residencial
Cor (UH)	52,30
Turbidez (UT)	37,35
pH	7,20
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	4,63
Fósforo Total (mg/L)	6,24
DBO (mg/L)	96,54
Coliforme Total (MPN/100 mL)	11×10^6
Coliforme Fecal (MPN/100 mL)	1×10^6

Fonte: Adaptado da ANA, FIESP & SINDUSCON-SP (2005).

Por ser uma amostra, esses dados podem ser contestáveis, já que a qualidade das águas cinzas pode variar conforme a localidade, nível de ocupação da residência, estilo de vida, classe social, cultura e costumes dos moradores. Além disso, ela varia conforme o tipo de fonte de água cinza que está sendo utilizado (lavatório, chuveiro, máquina de lavar, etc.) (NOLDE, 1999).

3.4.2. Tratamento

Conforme Jefferson et al. (2000), é frequente a utilização da água cinza sem tratamento, que não é sensato. Os motivos para tal são (Christova et al. 1996): a irrigação a longo prazo com AC não tratada pode levar à acumulação de sais e outros contaminantes que danificam as propriedades dos solos e plantas e podem contaminar as águas subterrâneas; a utilização de AC nas descargas dos vasos sanitários pode manchá-los.

O tratamento das águas servidas tem por objetivos a remoção de sólidos presentes (grosseiros, areia, óleos e graxas e sólidos sedimentáveis), remover a matéria orgânica contida nos sólidos finamente particulados e nos dissolvidos, remover patogênicos, nutrientes e fósforo (TELLES e COSTA, 2010).

Conforme Stenström (2011), o esgoto doméstico é capaz de abrigar uma enorme pluralidade de microrganismos patogênicos. Além do mais, grande parte desses microrganismos, que podem ser bactérias, vírus ou parasitas, são conhecidos como entéricos, esses têm a característica de habitar o trato intestinal e causar doenças.

AO Quadro 1 aponta os possíveis riscos do uso de águas cinzas sem tratamento, e a Tabela 5 os patógenos capazes de estar nas águas cinza.

Quadro 1- Riscos do uso de AC sem tratamento

Fonte	Poluente típicos	Riscos associados
Banheiros	Contaminação fecal e urina; Produtos químicos provenientes de sabões utilizados; Cabelo, células, óleo; Produtos farmacêuticos; Água quente.	Bactérias e vírus que causam doenças podem sobreviver por longo período no meio ambiente. Urina é geralmente estéril a não ser em caso de infecções urinárias. Amônia pode ser benéfica para algumas plantas Água quente pode matar os microrganismos do solo que são fundamentais para a vida das plantas.
Máquinas de lavar	Detergentes; Desinfetantes.	Detergentes são prejudiciais a plantas e solo melhor utilizar com baixos níveis de salinidade e alcalinidade e que não aumentem o pH. Desinfetantes que eliminam microrganismos podem acabar com a microflora do solo;
Cozinha	Partículas de alimentos; Óleos e graxas; Detergentes.	As águas da cozinha não devem ser utilizadas no reuso porque detém alta concentração de contaminantes. Gorduras não são digeridas rapidamente pelos microrganismos do solo e repelem a água

Fonte: Adaptado de EPA Victória (2004).

Tabela 5- Características de patógenos que podem estar presentes nas águas cinza.

Organismo	Excreção (g^{-1} de fezes)	Dose infectiva mínima	Doenças e sintomas	Período de incubação
Salmonella spp.	10^4 - 10^{10}	10^4 - 10^7	Salmonelose, gastroenterite, artrite reativa, febre tifóide	16-72h
Vibrio cholerae	10^6	10^3	Cólera, diarreia, vômito	-
Campylobacter jejuni	10^7	Cerca de 500	Gastroenterite, artrite reativa, síndrome de Guillain-Barré	3-5 dias
Adenovírus	10^{11}	1	Doença respiratória, infecção nos olhos, gastroenterite	8-10 dias
Giardia lamblia	10^5	10^1 - 10^2 cistos	Giardíase (gastroenterite)	7-14 dias
Cryptosporidium	10^7	10^1 oocistos	Criptosporidiose, diarreia, febre	2-14 dias

Fonte: (Bitton, 2005; Feachem et al., 1983; Haas et al., 2014; McCray et al., 2009; Ottoson & Stenström, 2003; U.S.EPA, 2012).

Esses patógenos podem ser transmitidos pela água e acessar o hospedeiro mediante inalação de aerossóis, contato com a pele e ingestão oral (Bitton, 2005; Stenström et al., 2011; WHO, 2012; Winward, 2007), durante atividades como a ingestão acidental de água cinza, a inalação de aerossóis devido à irrigação ou à descarga do vaso sanitário e o contato com objetos, plantas, solo, brinquedos e utensílios de jardinagem contaminados (U.S.EPA, 2008; Winward, 2007).

Em se tratando de reuso de água, devido à grande variabilidade tanto da fonte quanto da própria finalidade a que se destina o efluente tratado, ou o tipo de reuso pretendido, uma gama de sistemas ou sequências de processos são possíveis de serem concebidos (MANCUSO e SANTOS, 2003). Os processos desenvolvidos variam desde sistemas simples em residências até séries de tratamentos avançados para reuso em larga escala (JEFFERSON et al., 2000).

O Quadro 2 aponta os requisitos de qualidade requeridos para a aplicação de reuso desejada.

Quadro 2- Sistema de tratamento em função dos usos potenciais e fontes alternativas de água.

Usos potenciais	Fontes alternativas de água			
	Pluvial	Lavatório e chuveiro	Máquina de lavar roupas	Drenagem
Lavagem de roupas	A+B+F+G		(D ou E) + B + F + G	(C ou D) + F
Descarga em bacias sanitárias				
Limpeza de pisos				
Irrigação, rega de jardins				C + F + G
Lavagem de veículos				(C ou D) + F + G
Uso ornamental				

Fonte: Adaptado da ANA; FIESP; SINDUSCON-SP (2005).

Onde, os tratamentos convencionais são:

- A = Sistema físico: gradeamento;
- B = Sistema físico: sedimentação e filtração simples através de decantador e filtro de areia;
- C = Sistema físico: filtração através de um filtro de camada dupla (areia + antracito);
- D = Sistema físico-químico: coagulação, floculação, decantação ou flotação;
- E = Sistema aeróbio de tratamento biológico de lodos ativados;
- F = Desinfecção;
- G = Correção de pH.

Sendo assim, uma associação de etapas de tratamento de águas cinza para reutilização em vasos sanitários é apresentada:

- a) Gradeamento;
- b) Sedimentação e filtração simples através de decantador e filtro de areia;

- c) Desinfecção;
- d) Correção do pH, caso necessário.

3.5.VIABILIDADE ECONÔMICA

A engenharia econômica é o estudo que lida e objetiva a análise econômica de decisões sobre investimentos (FILHO; KOPITKE, 2011). Dentre as formas da análise de viabilidade econômica, a escolhida para este estudo foi a relação de benefícios e custos envolvidos bem como o método do prazo de retorno, sendo este último, termo designado ao tempo transcorrido no qual um projeto paga seu investimento inicial. (HIRSCHFELD, 2009).

A análise do prazo de retorno está associada com a duração da vida útil do projeto. Dessa maneira, se esse prazo for maior do que a o tempo de vida útil da proposta, o investimento não será bom, ou seja, haverá prejuízo.

3.6.ACEITAÇÃO SOCIAL

A receptividade da comunidade em relação à fonte alternativa de água é mais um fator que deve ser analisado.

Um estudo feito por Pozzebon (2013) questionou uma amostra populacional sobre conhecimento no tocante às águas cinzas, sua reutilização ou o porquê da sua não reutilização, possíveis usos para elas, a maneira de captação e se é dado tratamento ou o porquê de não tratar esta água, a fim de impulsionar a sustentabilidade. A pesquisa revelou que 57,0% dos entrevistados afirmaram ter conhecimento sobre águas cinzas, porém destes apenas 30,7% as reutilizam. A captação destas águas pelas pessoas que as reutilizam se dá 85,7% por meio da captação da água de enxágue da máquina de lavar roupas, seguido de 14,3% do sistema de captação independente de esgoto. Ademais, nenhum usuário trata esta água, a grande maioria por imaginar que não é necessário, e o restante, igualmente, para não onerar o custo da captação e por não ter conhecimento.

Por outro lado, dos 69,3% restantes da população que tem conhecimento sobre a utilização das águas cinzas, não a reutilizam alegando principalmente dificuldade na captação, em seguida não ter incentivo, logo depois não ter interesse e por último alegam perigo de contaminação.

Por fim, quando questionados se reutilizariam águas cinzas em sua residência se tivessem essa informação, 78,5% dos entrevistados que não conheciam disseram que sim.

Sob outro enfoque, um estudo feito por Dias (2007) questionou uma amostra populacional sobre conhecimento e reutilização no tocante às águas. A pesquisa revelou que 66,1% dos entrevistados tinham conhecimento sobre a utilização da água da chuva, e que destes 54,4% reutilizam.

À vista disso, tem-se que, de acordo com Dias (2007), a cada 100 pessoas 35 realizam a reutilização das águas pluviais. Enquanto, conforme Pozzebon (2013), a cada 100 pessoas 11 realizam o reuso das águas cinzas.

Dessa maneira, esse estudo evidenciou a necessidade de maior divulgação sobre este assunto para fazer com que cada vez mais pessoas conheçam e que a adoção do reuso de águas cinzas seja tão realizada quanto a das águas pluviais, e que as pessoas que já fazem esse uso entendam a necessidade de tratar essa água.

4. METODOLOGIA

O presente trabalho será desenvolvido em duas etapas:

- a) Estudo de caso do imóvel, com verificação dos custos de implantação do projeto;
- b) Pesquisa de aceitação de uma amostra da comunidade com relação ao reuso de água cinza.

4.1. ESTUDO DE CASO DO IMÓVEL

4.1.1. Caracterização da edificação

A habitação estabelecida consiste em um imóvel localizado na cidade de João Pessoa. Essa habitação, de pavimento único, possui dois dormitórios, sala, banheiro (com lavatório, bacia sanitária e chuveiro), corredor, cozinha (com pia) e área de serviço (com máquina de lavar roupas), resultando em uma área interna de 51,0 m², e um jardim de 7,0 m².

Ademais, a casa escolhida para esse estudo de caso possui uma família de quatro pessoas e está situada no bairro Gramame, na zona sul da cidade de João Pessoa, e o valor venal da residência é de R 189.974,36.

O projeto arquitetônico pode ser verificado na Figura 1.

Figura 1- Planta baixa da residência do estudo de caso.



Fonte: Autoria própria.

4.1.2. Definição e oferta do consumo de águas cinzas

Os dados da estimativa da produção de água cinza dos lavatórios, chuveiros e máquina de lavar roupas, residencial de foram obtidos de acordo com a relação da **Tabela 2** e a caracterização do empreendimento em questão.

Dessa maneira, ao considerar que a casa possui um lavatório, um chuveiro e uma máquina de lavar roupas, e que possui quatro habitantes, tem-se que:

$$C * n^o = ACP$$

Onde,

C: Consumo por utensílio (L/pessoa. dia);

Nº: Número de pessoas a considerar (pessoa);

ACP: Água cinza produzida (L/dia).

$$(15 + 20 + 25 + 20) \times 4 = 320 \frac{L}{dia}$$

Por conseguinte, considerando que a disposição da água tratada, será feita para a descarga sanitária e a lavagem de roupas, de acordo com as médias dos valores fornecidos pela Tabela 1, tem-se, respectivamente, os valores de 30,5% e 17% do consumo de água em uma residência.

Dessa forma, ao considerar o consumo per capita médio informado pelo Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto de 2021, que é de 152,1 L/hab. dia de água de abastecimento, tem-se que o consumo diário da residência é de 608,4 L/dia.

Por conseguinte, tem-se que a bacia sanitária e a máquina de lavar roupas consomem 289,0 L/dia, e ao subtrair esse valor da produção de água cinza, tem-se 31,0 L/dia, que é um valor suficiente, para atividades secundárias, como: lavagem de piso e rega de jardim, que de acordo com Philippi (2006), são atividades que consomem uma menor quantidade de água, podendo considerar, respectivamente, um consumo de 4L/ dia.m² e 3L/ dia.m², e com relação à frequência dessa utilização, é estimado que elas só acontecem oito dias no mês.

4.1.3. Componentes necessários para o reuso de águas cinzas

A finalidade do sistema de reuso é tratar a água cinza para que ela possa ser reutilizada. Esse processo de tratamento, que tem uma vida útil estabelecida em 20 anos, envolve a coleta da água cinza, o seu encaminhamento para o tanque séptico, que terá uma grade no seu início e será dimensionado a partir da NBR7729 ABNT (1997b), tratamento complementar em vala de filtração, que será dimensionada a partir da NBR13969 ABNT (1997a), e após a passagem pela filtração na vala, o efluente será disposto no reservatório que terá sua a o qual será submetido a cloração por pastilhas acopladas no sistema hidráulico. Por fim, a água tratada será bombeada para um reservatório superior que fará a distribuição para os equipamentos escolhidos.

Por conseguinte, faz-se necessário o dimensionamento de todos esses materiais. Sendo assim, a norma estabelece o volume útil do tanque da seguinte forma:

$$V = 1000 + N * (CT + KLf)$$

Onde,

V: Volume útil (L);

N: Número de pessoas contribuintes (pessoas);

C: Contribuição em despejos (L/pessoas. Dia) (Tabela 6);

T: Período de detenção (dias) (Tabela 8);

K: Taxa de acumulação de lodo digerido em dias, equivalente ao tempo de acumulação do lodo fresco (°C) (Tabela 7).

Lf: contribuição de lodo fresco (L/pessoa. Dia) (Tabela 6);

Tabela 6- Contribuição diária de esgoto.

Prédio	Unidade	Contribuição de esgoto (C) e lodo fresco (Lf)	
1. Ocupantes permanentes			
-residência			
padrão alto	pessoa	160	1
padrão médio	pessoa	130	1
padrão baixo	pessoa	100	1
-hotel (exceto lavanderia e cozinha)	pessoa	100	1
-alojamento provisório	pessoa	80	1
2. Ocupantes temporários			
-fábrica em geral			
- escritório	pessoa	160	1
-edifícios públicos ou comerciais	pessoa	130	1
- edifícios (externatos) e locais de longa permanência	pessoa	100	1
-bares	pessoa	80	1
-restaurantes e similares			
-cinemas, teatros e locais de curta permanência			
-sanitários públicos (*)			

(*) Apenas de acesso aberto ao público (estação rodoviária, ferroviária, logradouro público, estúdio esportivo, etc.).

Fonte: NBR7229 (ABNT, 1992).

Tabela 7- Taxa de acumulação total de lodo (K) em dias por faixa de temperatura e período de limpeza.

Intervalo entre limpezas (anos)	Valores de K por faixa de temperatura ambiente (t), em °C		
	10≤t	10≤t ≤20	t > 20
1	94	65	57
2	134	105	97
3	174	145	137
4	214	185	177
5	254	225	217

Fonte: NBR7229 (ABNT, 1992).

Tabela 8- Período de detenção em função da contribuição contida na norma.

Contribuição diária (L)	Tempo de detenção	
	Dias	Horas
Até 1500	1,00	24
De 1501 a 3000	0,92	22
De 3001 a 4500	0,83	20
De 4501 a 6000	0,75	18
De 6001 a 7500	0,67	16
De 7501 a 9000	0,58	14
Mais que 9000	0,50	12

Fonte: NBR7229 (ABNT, 1992).

Em sequência, para o dimensionamento da vala segundo a NBR13696 dois critérios devem ser atendidos: a taxa de aplicação do efluente para filtragem seja de $100\text{L.dia}^{-1}.\text{m}^{-2}$, quando da aplicação direta dos efluentes do tanque séptico, que é o caso, e que as aplicações sejam intercaladas em períodos máximos de 6 horas. Referente a taxa de aplicação, a área necessária filtrante será $320/100 = 3,2 \text{ m}^2$. Para atender o critério de intercalação, foi considerado que por ser uma edificação unifamiliar a intermitência já é garantida pelo próprio ritmo de utilização da água por parte dos usuários.

Em seguida, faz-se necessário o dimensionamento do leito filtrante. Sendo assim, a norma estabelece que a altura da camada de areia e de brita sejam respectivamente de 70 e 15 cm. E para a borda livre foi adotado o valor de 15 cm. Dessa forma, tem-se que a altura final da vala de filtração é de 1 m.

$$V = A * h$$

Onde,

V: Volume útil (L);

A: Área (m^2);

h: Altura (m)e.

Por fim, para a determinação da bomba, que leva a água tratada do reservatório inferior para o superior, que são iguais, foi considerada a mesma bomba da dissertação realizada por Elda Ferraz, que foi dimensionada para uma residência com características semelhantes à do estudo de caso em questão.

4.2. VERIFICAÇÃO DOS CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO DO PROJETO

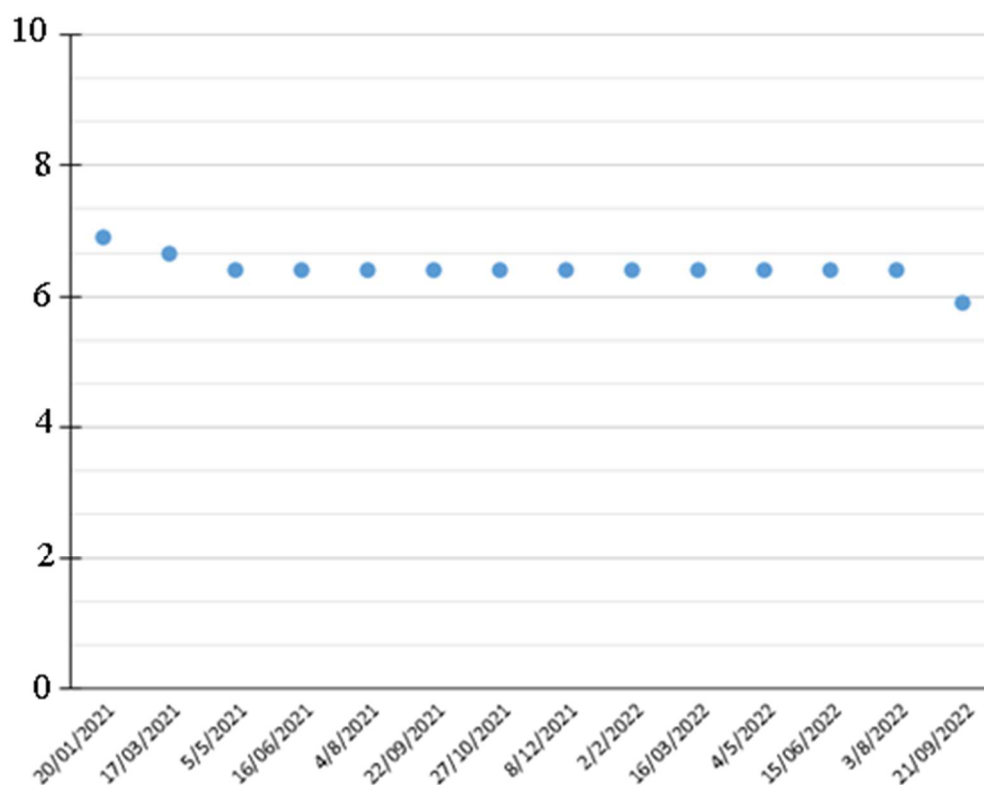
4.2.1. Custos de investimento direto

Os custos de investimento direto dizem respeito ao custo inicial do projeto, para que ele seja implantado e possa funcionar. No caso em questão o investimento direto corresponde aos custos de construção e instalação dos reservatórios e do sistema de tratamento, os valores serão extraídos do catálogo de composições não desoneradas (com encargos sociais) do ORSE (Orçamento de obras de Sergipe).

4.2.2. Custos de investimento indireto

Para o custo de investimento indireto, considerou-se a depreciação relacionada à taxa de juros, por meio de uma série histórica, de dois anos, da taxa Selic, determinada e disponibilizada pelo Banco Central. O Sistema Especial de Liquidação e Custódia determina o custo do dinheiro para empréstimos bancários no Brasil e serve como base de referência para a taxa de juros nos bancos do país. O gráfico da Figura 2, apresenta a série. Para a obtenção da taxa para os anos futuros, foi utilizada uma média ponderada pelo número de dias em que cada taxa de juros permaneceu ativa nos últimos dois anos. A média encontrada foi de 6,44% a. a.

Figura 2- Série histórica da taxa Selic de janeiro de 2021 a setembro de 2022.



Fonte: Adaptado de Banco Central.

4.2.3. Custos de exploração

Os custos de exploração envolvem, apenas, a manutenção do sistema, que pode ser considerada em 200 reais/ano, durante a vida do sistema.

4.3. PESQUISA DE ACEITAÇÃO DE UMA AMOSTRA DA COMUNIDADE COM RELAÇÃO AO REUSO DE ÁGUA CINZA

A fim de verificar o interesse da população de João Pessoa a respeito de se usar esse sistema e a disposição em pagar a mais por ele, foi realizada uma pesquisa via questionário. O questionário, foi elaborado e aplicado via formulários google para moradores de diversas localidades da cidade de João Pessoa. Desse modo, após o recebimento das respostas, houve uma análise dos dados coletados. O modelo do questionário encontra-se no Anexo A.

5. RESULTADOS

5.1. ESTUDO DE CASO DE EMPREENDIMENTO HABITACIONAL EM JOÃO PESSOA-PB (LEVANTAMENTO DA PARTICIPAÇÃO DAS INSTALAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUAS CINZA NOS CUSTOS E VALOR VENAL DO IMÓVEL)

A avaliação dos custos é de grande importância dentro dos objetivos desse trabalho, já que com isso é possível estabelecer o período de retorno do capital investido, e analisar a viabilidade desse sistema.

5.1.1. Dimensionamento dos componentes necessários para o reuso de águas cinzas

Em primeiro lugar, para o dimensionamento do tanque séptico, ao substituir os parâmetros pelos valores do trabalho em questão, tem-se: $N = 4$, $C = 100$ Pessoa padrão baixo, $T = 1$ Contribuição menor que 1500 L, $K = 177$ Período de limpeza 4 anos e temperatura ambiente maior que 20 C, $L_f = 1$ para ocupantes permanentes.

$$V = 1000 + 4 * (100 * 1 + 177 * 1) = 2.108 L$$

Aplicando-se esses parâmetros, têm-se um tanque de 2.108L ou 2,1m³ de formato prismático. Por facilidade de execução, adotou-se as seguintes dimensões: 1,2 m de profundidade por 1,84 x 0,92 m de comprimento e largura respectivamente, respeitando todas as condições estabelecidas pelas normas.

Em segundo lugar, para o dimensionamento da vala de filtração, ao substituir os parâmetros pelos valores do trabalho em questão, tem-se: $A = 3,2 \text{ m}^2$ e $h = 1 \text{ m}$.

$$V = 3,2 * 1 = 3,2 \text{ m}^3$$

Dessa forma, têm-se uma vala de 3.200 L.

Em terceiro lugar, para efetuar a desinfecção da água, será utilizada a cloração por contato através de pastilhas compostas de cloro estabilizado acopladas a um clorador desenvolvido pela EMBRAPA e aperfeiçoado pela EMATER-MG para o uso dentro do reservatório, que nesse caso será uma caixa d'água de 500 L, já que diariamente são gerados 320 L de água cinza e consumidos 289 L apenas com as descargas sanitárias e as lavagens de roupa na máquina. Ademais, será necessária 1 pastilha por mês, tendo em vista que cada pastilha tem a capacidade

de desinfetar 15.000L de água por um período de 30 dias de acordo com o fabricante. (PACE, 2018)

Em quarto lugar, para realizar o bombeamento, foi determinado um conjunto motor-bomba de 0,5 CV.

5.1.2. Custos de implantação

Os custos de implantação envolvem o tanque séptico, a vala de filtração, a bomba, o reservatório inferior, que fará a desinfecção da água por cloração, e o superior. É importante relatar que, por questões de funcionalidade, as composições utilizadas, obtidas pelo ORSE, foram as que possuíam uma área final mais próxima, não a dos valores calculados.

Tabela 9- Composição dos custos para o tanque séptico com 2.138,2 L.

Código	Descrição da Composição	Un.	Quant.	Custo Unit. (R\$)	Custo Total (R\$)
12551/SI NAPI	Anel em concreto armado, liso, para poços de visita, poços de inspeção, fossas sépticas e sumidouros, sem fundo, diâmetro interno de 1,20 m e altura de 0,50 m	un	5	290,79	1.453,95
05678/SI NAPI	Retroescavadeira sobre rodas com carregadeira, tração 4x4, potência líq. 88 hp, caçamba carreg. cap. mín. 1 m3, caçamba retro cap. 0,26 m3, peso operacional mín. 6.674 kg, profundidade escavação máx. 4,37 m - chp diurno. af_06/2014	chp	0,3545	142,51	50,52
05679/SI NAPI	Retroescavadeira sobre rodas com carregadeira, tração 4x4, potência líq. 88 hp, caçamba carreg. cap. mín. 1 m3, caçamba retro cap. 0,26 m3, peso operacional mín. 6.674 kg, profundidade escavação máx. 4,37 m - chi diurno. af_06/2014	chi	0,7224	54,24	39,18
88309/SI NAPI	Pedreiro com encargos complementares	h	1,5562	22,45	34,94
88316/SI NAPI	Servente com encargos complementares	h	1,2228	17,41	21,29
88628/SI NAPI	Argamassa traço 1:3 (em volume de cimento e areia média úmida), preparo mecânico com betoneira 400 l. af_08/2019	m ³	0,0478	556,17	26,58
97738/SI NAPI	Peça circular pré-moldada, volume de concreto de 10 a 30 litros, taxa de fibra de polipropileno aproximada de 6 kg/m ³ . af_01/2018_p	m ³	0,0154	4.911,15	75,63
97739/SI NAPI	Peça circular pré-moldada, volume de concreto de 30 a 100 litros, taxa de aço aproximada de 30kg/m ³ . af_01/2018	m ³	0,0792	2.724,86	215,81
101623/SI NAPI	Preparo de fundo de vala com largura menor que 1,5 m, com camada de brita, lançamento mecanizado. af_08/2020	m ³	0,1539	229,16	35,20

Fonte: ORSE (Agosto/2022-1).

Tabela 10- Composição dos custos para o filtro anaeróbio de 3200 L.

Código	Descrição da Composição	Un.	Quant	Custo Unit. (R\$)	Custo Total (R\$)
00054/ORSE	Encarregado de turma - Fonte DNIT - Mês de ref.: 01/22	h	0,0096	9,19	0,096
02501/ORSE	Trator esteira (cat - d6m - xl - 163-6a nacional 140,0 hp ou equivalente)	h	0,024	193,92	4,64
04750/SINAPI	Pedreiro (horista)	h	0,024	7,8	0,192
02458/ORSE	Caminhão tanque (pipa)10000 l (m. benz - 2423 K - 184,0 hp ou equivalente)	h	0,0064	77,84	0,512
02487/ORSE	Rolo pé carneiro a. prop. (Dynapac: CA - 250p ou equivalente)	h	0,024	95,25	2,272
00370/SINAPI	Areia media - posto jazida/fornecedor (retirado na jazida, sem transporte)	m3	3,84	100	384
06111/SINAPI	Servente de obras	h	0,1664	5,51	0,928
10550/ORSE	Encargos Complementares - Pedreiro	h	0,024	3,67	0,096
10549/ORSE	Encargos Complementares - Servente	h	0,1664	3,78	0,64
00054/ORSE	Encarregado de turma - Fonte DNIT - Mês de ref.: 01/22	h	0,0096	9,19	0,096
02501/ORSE	Trator esteira (cat - d6m - xl - 163-6a nacional 140,0 hp ou equivalente)	h	0,024	193,92	4,64

Fonte: ORSE (Agosto/2022-1).

Tabela 11- Composição dos custos para fornecimento e instalação da caixa d'água em polietileno de 500 L.

Código	Descrição da Composição	Un.	Quant.	Custo Unit. (R\$)	Custo Total (R\$)
34637/SINAPI	Caixa d'agua em polietileno 500 litros, com tampa	un	1	258,36	258,36
88248/SINAPI	Auxiliar de encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares	h	0,1052	17,01	1,79
88267/SINAPI	Encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares	h	0,1052	21,84	2,30

Fonte: ORSE (Agosto/2022-1).

Tabela 12- Composição dos custos para fornecimento e instalação da bomba centrífuga monofásica de 0,5 cv.

Código	Descrição da Composição	Un.	Quant.	Custo Unit. (R\$)	Custo Total (R\$)
00731/SINAPI	Bomba centrífuga motor elétrico monofásico 0,49 hp bocais 1" x 3/4", diâmetro do rotor 110 mm, hm/q: 6 m / 8,3 m³/h a 20 m / 1,2 m³/h	un	1	1.111,45	1.111,45
11267/SINAPI	Arruela lisa, redonda, de latão polido, diâmetro nominal 5/8", diâmetro externo = 34 mm, diâmetro do furo = 17 mm, espessura = *2,5* mm	un	4	1,15	4,60
39996/SINAPI	Vergalhão zincado rosca total, 1/4 " (6,3 mm)	m	0,2	4,91	0,98
39997/SINAPI	Porca zincada, sextavada, diâmetro 1/4"	un	4	0,33	1,32
88247/SINAPI	Auxiliar de eletricista com encargos complementares	h	0,633	17,78	11,25
88248/SINAPI	Auxiliar de encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares	h	2,0425	17,01	34,74
88264/SINAPI	Eletricista com encargos complementares	h	0,633	22,68	14,36
88267/SINAPI	Encanador ou bombeiro hidráulico com encargos complementares	h	2,0425	21,84	44,61

Fonte: ORSE (Agosto/2022-1).

O custo total de todo o sistema, proposto por esse trabalho, para a reutilização de águas cinzas foi de R\$ 4.099,40.

5.1.3. Determinação do período de retorno e benefício custo.

Com o valor do investimento inicial de R\$ 4.099,4, os valores dos custos exploratórios de R\$ 200,00/ano, e a economia de água de 9,6m³/mês, já que a economia diária é de 320 L, é possível realizar a determinação do período de retorno do investimento e a relação do benefício custo.

Para o cálculo do gasto mensal de energia, para funcionamento da bomba, foi adotado o valor de R\$ 0,8762/kWh, valor adotado por Ferraz (2022). E, o custo de bombeamento em valores monetários foi realizado de acordo com as seguintes equações.

$$E = \frac{V * p * g * H}{3,6 * 10^6 * n}$$

Onde,

E: Energia requerida (kWh/ano);

V: Volume de água aproveitado (m³/ano);

p: Peso específico da água, igual a 1000 kg/m³;

g: Aceleração da gravidade, igual a 9,81 m/s²;

H: Altura manométrica, foi adotado o valor de 5 metros;

n: Rendimento do conjunto motor bomba, foi considerado de 50%.

Aplicando-se esses parâmetros, têm-se que a energia requerida em kWh/ano é de 3,14;

$$C_{\text{anual}} = E * C_{\text{unitário}}$$

Onde,

C: Custo anual da energia elétrica (R\$/kWh*ano);

E: Energia requerida (kWh/ano);

Cunitário: Custo unitário da energia, foi adotado um valor de R\$0,8762.

Aplicando-se esses parâmetros, têm-se que o custo anual da energia elétrica em R\$/kWh*ano é 2,75.

Para o cálculo da economia mensal de água, em reais, pesquisou-se o valor da tarifa no site da CAGEPA, companhia responsável pela água e esgoto de João Pessoa. Para o caso em questão as tarifas são representadas na Tabela 12.

Ao considerar os valores já citados de 152,1 L/dia. pessoa, tem-se que na residência em questão, que é habitada por 4 pessoas, o consumo mensal é de 18,25 m³, para esse valor o preço pago pelo consumo de água é de R\$ 90,89.

Por outro lado, caso o sistema de reuso seja implantado a economia mensal de água potável será de 9,6 m³, tornando o consumo mensal da residência em 8,65 m³. Para esse novo valor, abaixo de 10 m³, é cobrada uma taxa mínima de R\$ 44,03/mês.

Sendo assim, ao não considerar o custo de energia elétrica, tem-se que a economia seria de R\$ 46,86/mês e R\$ 562,32/ano. Por outro lado, considerando o custo da energia elétrica, tem-se a economia de R\$ 559,57ano.

Tabela 13- Estrutura tarifária da tarifa normal de água em João Pessoa.

Faixas de consumo mensal	Água
Tarifa Mínima – Consumo até 10 m ³	R\$ 44,03
11 a 20 m ³ (p/m ³)	R\$ 5,68
21 a 30 m ³ (p/m ³)	R\$ 7,49
Acima de 30 m ³ (p/m ³)	R\$ 10,17

Fonte: ARPB (2021).

Para que o período de retorno seja definido foi aplicada uma taxa de juros, calculada no tópico 4.2, de 6,44% ao ano. Ela é aplicada economia líquida anual para que a parcela seja levada para o tempo presente.

Dessa forma, ao dividir o valor do custo da implantação pelo somatório do valor presente da economia será obtido o período de retorno, e ao dividir o somatório do valor presente pelo horizonte de projeto, que foi estabelecido de 20 anos, será obtida a relação de benefício/custo.

Tabela 14- Cálculo da relação benefício/custo do estudo de caso do reuso de águas cinzas.

Ano	Economia anual (R\$)	Manutenção (R\$)	Economia líquida anual (R\$)	Valor presente líquido (VPL) da economia (R\$)	VPL acumulado (R\$)	VPL Acumulado - Custo de investimento (R\$)	Relação Benefício/Custo
2022	559,57	200,00	359,57	359,57	359,57	-3739,83	0,09
2023	559,57	200,00	359,57	337,81	697,38	-3402,02	0,17
2024	559,57	200,00	359,57	317,38	1014,76	-3084,64	0,25
2025	559,57	200,00	359,57	298,17	1312,93	-2786,47	0,32
2026	559,57	200,00	359,57	280,13	1593,07	-2506,33	0,39
2027	559,57	200,00	359,57	263,18	1856,25	-2243,15	0,45
2028	559,57	200,00	359,57	247,26	2103,51	-1995,89	0,51
2029	559,57	200,00	359,57	232,30	2335,81	-1763,59	0,57
2030	559,57	200,00	359,57	218,25	2554,06	-1545,34	0,62
2031	559,57	200,00	359,57	205,04	2759,10	-1340,30	0,67
2032	559,57	200,00	359,57	192,63	2951,73	-1147,67	0,72
2033	559,57	200,00	359,57	180,98	3132,71	-966,69	0,76
2034	559,57	200,00	359,57	170,03	3302,74	-796,66	0,81
2035	559,57	200,00	359,57	159,74	3462,48	-636,92	0,84
2036	559,57	200,00	359,57	150,08	3612,56	-486,84	0,88
2037	559,57	200,00	359,57	141,00	3753,56	-345,84	0,92
2038	559,57	200,00	359,57	132,47	3886,02	-213,38	0,95
2039	559,57	200,00	359,57	124,45	4010,48	-88,92	0,98
2040	559,57	200,00	359,57	116,92	4127,40	28,00	1,01
2041	559,57	200,00	359,57	109,85	4237,25	137,85	1,03
2042	559,57	200,00	359,57	103,20	4340,45	241,05	1,06

Fonte: Autoria própria.

Dessa forma, tem-se que os indicadores econômicos analisados (VPL, relação benefício custo e período de retorno) expuseram a viabilidade do sistema de captação e aproveitamento de águas cinzas. Neste cenário, os resultados obtidos foram que durante a vida útil do sistema, de 20 anos, o VPL ultrapassa os custos do sistema e que a relação benefício custo é de 1,06.

5.2. VERIFICAÇÃO DO INTERESSE DA POPULAÇÃO, DE JOÃO PESSOA, E SUA DISPOSIÇÃO EM PAGAR A MAIS, PELO SISTEMA DE REUSO DE ÁGUAS CINZAS (PESQUISA VIA QUESTIONÁRIO)

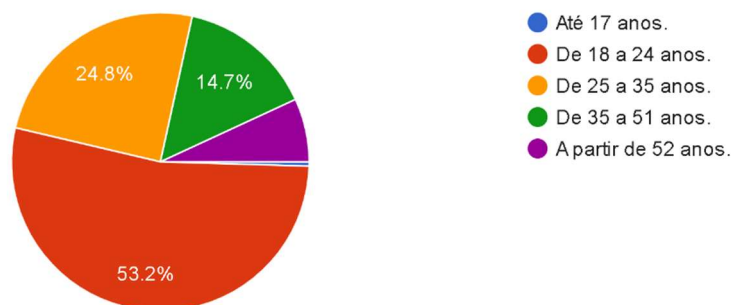
5.2.1. Perfil dos respondentes

Foram obtidas 218 respostas no formulário, todas válidas. E o perfil dos respondentes encontra-se abaixo:

- 78% dos entrevistados estão na faixa etária dos 18 aos 35 anos, sendo a maior parte (53,2%) até 24 anos;
- 79,8% dos entrevistados possuem nível superior, sendo que desses 27,6% possuem também pós-graduação;
- Apenas 4,1% dos entrevistados moram sozinhos.

Figura 3- Faixa etária dos entrevistados.

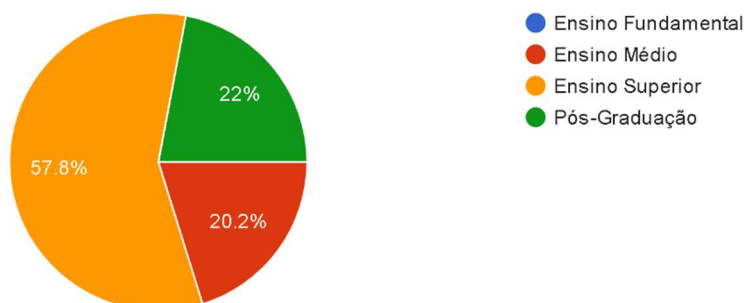
Qual a sua faixa etária?
218 responses



Fonte: Autoria própria.

Figura 4- Escolaridade dos entrevistados.

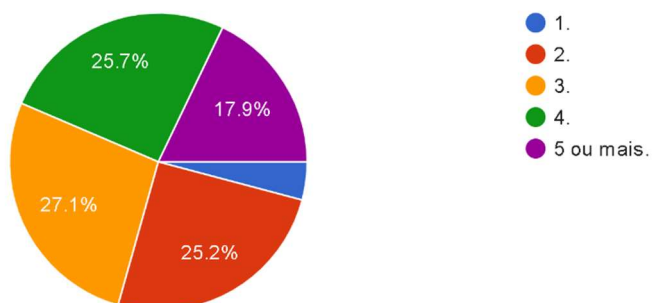
Escolaridade:
218 responses



Fonte: Autoria própria.

Figura 5- Número de residentes nas moradias.

Quantas pessoas moram em sua casa?
218 responses



Fonte: Autoria própria.

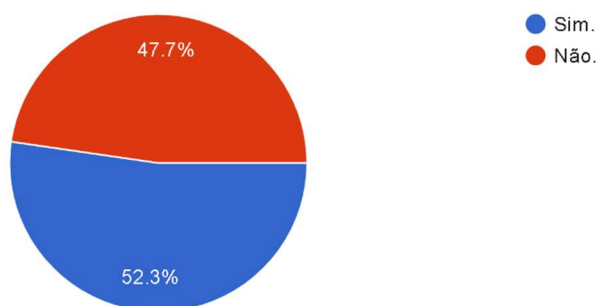
5.2.2. Análise das respostas

52,3% dos entrevistados declararam que já tinham ouvido falar sobre o aproveitamento de águas cinzas em edificações, evidenciando que é um sistema que aproximadamente metade da população tenha conhecimento.

Figura 6- Percentual dos entrevistados que já ouviu falar em aproveitamento de água cinza.

Você já ouviu falar sobre o aproveitamento de águas cinzas em edificações residenciais?

218 responses



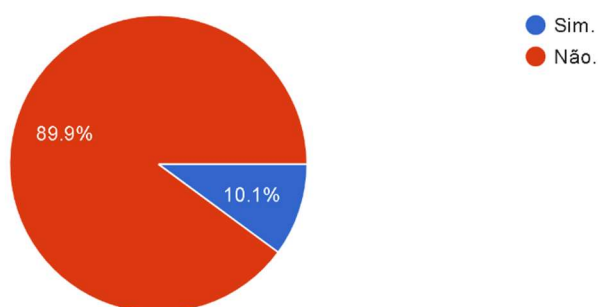
Fonte: Autoria própria.

Após isso, foi perguntado para todos os entrevistados se eles reutilizavam as águas cinzas, e o resultado obtido foi de 10,1%. Com isso, tem que de 218 entrevistados e 114 que já ouviram falar no assunto, apenas 22 reutilizam água cinza em sua residência, o que evidencia que ela não é muito utilizada.

Figura 7- Percentual dos entrevistados que reutilizam água cinza na residência.

Você reutiliza as águas cinzas em sua residência?

218 responses



Fonte: Autoria própria.

Em seguida, para os entrevistados que reutilizam AC foi perguntado se eles fazem o tratamento, se sim qual o método, e onde eles reutilizam essa AC. Onde foi observado que

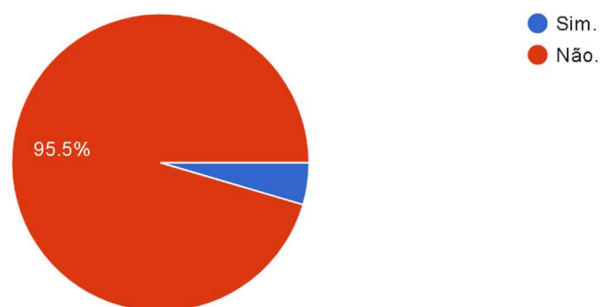
apenas 1 entrevistado faz o tratamento, porém ele informou que não sabia qual era o tratamento empregado em sua residência e que reutilizava nos lavatórios.

Por outro lado, a grande maioria (95,5%) expressou que não faz o tratamento de AC, e a utilização dessa água cinza não tratada por eles pode ser observada no Quadro 3.

Figura 8- Percentual dos entrevistados que reutilizam água cinza na residência.

Você faz o tratamento da água cinza que é reutilizada?

22 responses



Fonte: Autoria própria.

Tabela 15- Região onde os usuários das águas cinzas utilizam-nas.

Quantidade de Pessoas	Local onde a AC é reutilizada
16	Lavagem de chão (incluindo calçada)
7	Uso no vaso sanitário (incluindo descarga e limpeza)
2	Regar plantas
1	Máquina de lavar roupa

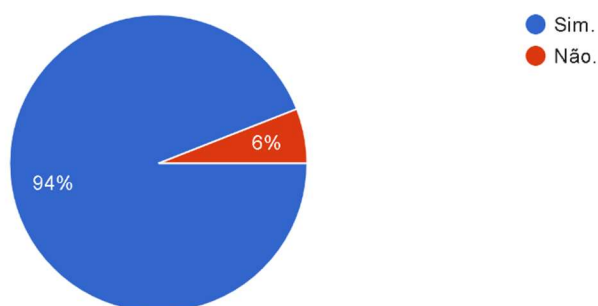
Fonte: Autoria própria.

Por fim, foi levantado o interesse da população em reutilizar as águas cinzas em sua residência caso a alternativa se mostrasse economicamente viável, e o resultado foi satisfatório, já que, 94% dos entrevistados afirmaram possuir interesse em reutilizar as AC.

Figura 9- Percentual dos entrevistados que tem interesse na reutilização de água cinza na sua residência, caso se mostre economicamente viável.

Você teria interesse em reutilizar as águas cinzas em sua residência caso a alternativa se mostre economicamente viável?

218 responses



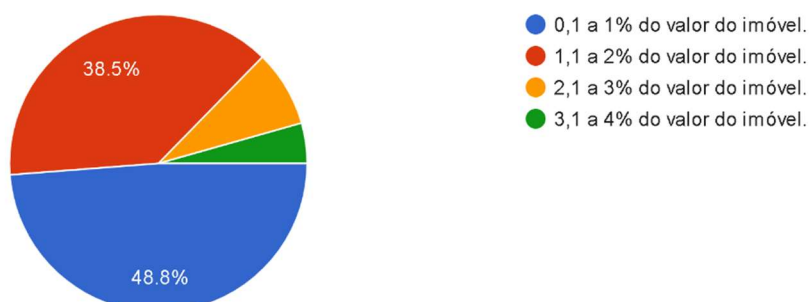
Fonte: Autoria própria.

Sendo assim, para os que possuíam interesse na residência com aproveitamento de águas cinzas, foi analisado a disposição financeira para investir a mais no imóvel, pouco menos da metade (48,8%) pretendia pagar de 0,1 a 1% a mais no imóvel. Entretanto, a maioria relatou que desembolsaria até mais do que isso, alguns (4,4%) chegando a pagar até 4% do imóvel.

Figura 10- Percentual de quanto os entrevistados se dispõem a pagar a mais para a reutilização de água cinza na sua residência.

Diante do valor do imóvel, até quanto você pagaria a mais por uma residência que possuísse esse atributo?

205 responses



Fonte: Autoria própria.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O reuso de águas cinzas é uma resposta à crescente escassez dos recursos hídricos. Embora elas sejam menos contaminadas do que os esgotos sanitários, elas também necessitam de tratamento adequado, tendo em vista que podem compreender inúmeros riscos e microrganismos patogênicos.

O sistema de reutilização de águas cinzas mostrou-se economicamente viável devido ao benefício custo, no final do horizonte do projeto, ter apresentado um valor de 1,06. E esse sistema demonstrou um custo adicional de 2,15% no valor venal da residência.

Com relação à aceitação da população à essa prática, observou-se que mais da metade da população abordada de João Pessoa tem conhecimento da reutilização de águas cinzas em habitações, sendo que apenas 10,1% têm esse prática. Entretanto, 94% demonstraram interesse na alternativa, ao afirmar que pagariam um valor adicional para possuir esse atributo em seu domicílio, caso o sistema se mostre viável.

A partir dos dados supracitados, é preciso enfatizar a necessidade de uma maior divulgação sobre o tema em questão e sobre o tratamento para reutilização das águas cinzas, já que apenas 4,5% das pessoas que reutilizam águas cinzas o fazem.

A aceitação social é um pilar de fundamental importância para implantação de sistemas como esse, e a maior parte da amostra apresentou interesse no reuso das águas cinzas de forma apropriada mesmo com o custo inicial adicional que ele requer.

Desse modo, por um lado fica demonstrada a viabilidade social e técnica do aproveitamento de águas cinzas na residência no qual foi feito o estudo de caso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT, NBR. 13969. **Tanques sépticos-Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos-Projeto, construção e operação**, 1997.

ALCÂNTARA, Taís; SILVA, Emerson; SIQUEIRA, Caio; FERNANDES, Laryssa; MCCREANOR, Philip; BARBOSA, Ivan. **Reuso de águas cinzas: estudo de caso da eficiência de dois tipos de filtros intermitentes de areia no tratamento de água cinza sintética**. Ci. e Na., Santa Maria, [s. l.], v. 41, ed. 33, p. 1-11, 2019.

ANA, FIESP & AMP; SINDUSCON-SP. **Conservação e reuso de água nas edificações**. São Paulo: Junho de 2005. Prol Editora Gráfica. 151 p.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. **Conjuntura dos recursos hídricos do Brasil**. 2009.

ARARUNA, Carmem; FILHO, Rivaildo; RIBEIRO, Libânia. Reuso de água cinza: principais abordagens. In: SOARES, Adriano. **Engenharia de Produção: novas pesquisas e tendências**. Ponta Grossa – Paraná – Brasil: Aya Editora, 2021. Cap. 6, p. 103-112.

ARAÚJO, R. M. **Avaliação econômica do reuso da água da lavanderia na descarga do vaso sanitário em uma residência**. 2011. 59 f. Dissertação (Bacharelado em Engenharia Civil) – Curso de Graduação em Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira.

ARBUÉS F.; GARCÍA-VALIÑAS, M. Á.; MARTÍNEZ-ESPIÑEIRA, R. **Estimation of residential water demand: a state-of-the-art review**. Journal of Socio-Economics. V. 32, n. 1, p. 81-102, 2003.

BARROS, Fernanda; AMIN, Mário. Água: um bem econômico de valor para o Brasil e o BAZZARELLA, B. B. **Caracterização e aproveitamento de água cinza para uso não potável em edificações**. 2005. 165 f. Dissertação (Mestrado em engenharia Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória.

BERNARDI, Cristina Costa. **REUSO DE ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO**. 2003. 52 f. Monografia (Especialização Lato Sensu) – Curso de Gestão Sustentável da Agricultura Irrigada, Isea- fgv, Brasília, 2003.

BIO: Revista Brasileira de Saneamento e Meio Ambiente. **Economia de água**. Rio de Janeiro, RJ, v.11, n. 18, abr./jun. 2001.

BOITRAGO, R. B. **Sistema de reuso de água cinza para uso não potável em residências**. 2018. 70 f. Dissertação (Bacharelado em Engenharia Civil) – Curso de Graduação em Engenharia Civil, Centro Universidade de Brasília, Brasília.

CARVALHO NL, HENTZ P, SILVA JM, BARCELLOS AL. **Reutilização de águas residuárias**. Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas. 2014;14(2): 3164-3171.

CARVALHO, S. C.; PEREIRA, G. S.; OLIVEIRA, V. S.; SARABÁ, M. G.; FLORES, M. E. P. **Aproveitamento de águas pluviais e águas cinzas no ambiente doméstico**. VI Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, Porto alegre – RS, 2015.

DETONI, Terezinha; DONDONI, Paulo. A Escassez da água: um olhar global sobre a sustentabilidade e a consciência acadêmica. **Rev. Ciênc. Admin**, [s. l.], v. 14, ed. 2, p. 191-204, 2008.

DIAS, I. C. S. **Estudo da viabilidade técnica, econômica e social do aproveitamento de água de chuva em residência na cidade de João Pessoa**. 2007. 132 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.

EMATER-MG. **Tratamento de Água clorador de pastilhas**. Belo Horizonte, 2014.

GONÇALVES, R. F. (Coord.). **Conservação de água e energia em sistemas prediais e públicos de abastecimento de água**. Rio de Janeiro: ABES, 2009.

HAFNER, A. V. **Conservação e reuso de água em edificações – experiências nacionais e internacionais**. Rio de Janeiro, 2007. Dissertação (Mestrado) – COPPE – FRJ. 161p.

HUHN, Lukas *et al.* **GREYWATER TREATMENT IN SAND AND GRAVEL FILTERS: Low Tech Solution for Sustainable Wastewater Management**. [S. l.: s. n.], 2015. 27 p.

JERFFERSON, B.; LAINE, A.; PARSONS, S.; STEPHERSON, T.; JUDD, S. Technologies for domestic wastewater recycling. **Urban Water**. V. 1, n. 4, p. 285- 292, 2000.

LIMA, G. B. **Sistema de reuso de águas cinzas: estudo de caso para implantação em um condomínio residencial de baixo padrão em fase de projeto**. 2018. 50 f. Dissertação (Bacharelado em Engenharia Civil) – Curso de Graduação em Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, H. F. **REÚSO DE ÁGUA**. Barueri, SP: Editora Manole, 2003.

MELO, H. Y. A. **Reuso de águas cinzas: uma proposta de sistema hidráulico em residências do município de Angicos/RN**. 2019. 20 f. Dissertação (Bacharelado em Ciência e Tecnologia) – Curso de Graduação em Ciência e Tecnologia, Universidade Federal Rural do Semiárido.

MENEZES, L. K. M. **Disposição financeira da população na aquisição de imóveis residenciais com de sistemas de aproveitamento de água de chuva em João Pessoa**. 2019. 97 f. Dissertação (Bacharelado em Engenharia Civil) – Curso de Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.

MONTEIRO, Otávio. LIMA, Gemaél. **Captação, tratamento e reuso de águas cinzas e pluviais em residência unifamiliar**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 05, Ed. 01, Vol. 01, pp. 98-113. Janeiro de 2020. ISSN: 2448-0959.

MORELLI, E. B. **Reuso de água na lavagem de veículos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

POZZEBON, Pedro. **Viabilidade técnica, econômica e social do aproveitamento das águas de chuva e cinzas para consumo não potável na cidade de Santa Maria/RS**.

Orientador: Maria do Carmo Cauduro Gastaldini. 2013. 193 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de engenharia civil e ambiental, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2013.

RAMPELOTTO, G. et al. **Caracterização e tratamento de águas cinzas visando reuso doméstico**. 2014. 117 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

RAPOPORT, B. **Águas cinzas: caracterização, avaliação financeira e tratamento para reuso domiciliar e condominial**. 2004. 85 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) – Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro.

REIS, Fernanda; COSTA, Thiago; ALVES, Fabiana. Reuso de águas cinzas em habitações populares no Estado de Minas Gerais, Brasil. **Rev. Petras Reuso Águas Cinzas**, [s. l.], v. 4, ed. 1, p. 1-22, 2018.

SELLA, Marcelino Blacene. **Reuso de águas cinzas: avaliação da viabilidade da implantação do sistema em residências**. 2011. 85 f. TCC (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

SEMURA, Keiko Arlete et. al. **ESTUDO PARA IMPLANTAÇÃO DE REÚSO E PROPOSIÇÃO DE PARÂMETROS DE QUALIDADE PARA USOS URBANOS NÃO POTÁVEIS A PARTIR DAS ETES DA RMSP**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 23, 2005, Campo Grande. ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Campo Grande: 2005. P. 1 – 8.

SERGIPE. Governo do Estado de Sergipe. Manual de Orçamento de Obras de Sergipe. Disponível em www.cehop.se.gov.br. Acesso em: 20, novembro, 2022.

6SILVA, P. G. **Dimensionamento de um sistema hidráulico predial para reuso de águas cinzas em uma edificação residencial**. 2017. 64 f. Dissertação (Bacharelado em Engenharia Civil) – Curso de Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia.

TOMAZ, P. **Previsão de consumo de água**. São Paulo: Editora Navegar, 2000.

TUNDISI, J. G. Recursos hídricos no futuro: problemas e soluções. **Revista Estudos Avançados**, São Paulo, v. 22, n. 63, julho, 2008.

WOLNEY CASTILHO ALVES (São Paulo). Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. **Manual para aproveitamento emergencial de águas cinza do banho e da máquina de lavar**. 2016.

ZABROCKI, Luciana; SANTOS, Daniel Costa Dos. **CARACTERIZAÇÃO DA ÁGUA CINZA EM EDIFÍCIOS RESIDENCIAIS**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 23., 2005, Campo Grande. Saneamento ambiental Brasileiro: Utopia ou realidade?. Abes - Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2005. p. 1 –14.

ANEXO- Questionário de verificação do interesse da população de João Pessoa, e sua disposição em pagar a mais, pelo sistema de reuso de águas cinzas.

01/11/2022 18:28

TCC - Verificação do interesse da população, de João Pessoa, e sua disposição em pagar a mais, pelo sistema de reuso de águas cin...

TCC - Verificação do interesse da população, de João Pessoa, e sua disposição em pagar a mais, pelo sistema de reuso de águas cinzas

Formulário com a finalidade de fazer um levantamento para trabalho de conclusão de curso de engenharia civil da Universidade Federal da Paraíba, com o intuito de analisar o conhecimento e aceitação da sociedade para o aproveitamento de água cinza na cidade de João Pessoa

* Required

1. Qual a sua faixa etária?

Mark only one oval.

- ☐ Até 17 anos.
- ☐ De 18 a 24 anos.
- ☐ De 25 a 35 anos.
- ☐ De 35 a 51 anos.
- ☐ A partir de 52 anos.

2. Escolaridade: *

Mark only one oval.

- ☐ Ensino Fundamental
- ☐ Ensino Médio
- ☐ Ensino Superior
- ☐ Pós-Graduação

01/11/2022 18:28

TCC - Verificação do interesse da população, de João Pessoa, e sua disposição em pagar a mais, pelo sistema de reuso de águas cin...

3. Quantas pessoas moram em sua casa? *

Mark only one oval.

- ☐ 1.
- ☐ 2.
- ☐ 3.
- ☐ 4.
- ☐ 5 ou mais.

Considerando que águas cinzas são aquelas provenientes do chuveiro, banheiro, lavatório e máquina de lavar, responda às perguntas abaixo:

4. Você já ouviu falar sobre o aproveitamento de águas cinzas em edificações residenciais? *

Mark only one oval.

- ☐ Sim.
- ☐ Não.

5. Você reutiliza as águas cinzas em sua residência? *

Mark only one oval.

- ☐ Sim. *Skip to question 6*
- ☐ Não. *Skip to question 10*

Sobre a sua reutilização de águas cinzas:

01/11/2022 18:28

TCC - Verificação do interesse da população, de João Pessoa, e sua disposição em pagar a mais, pelo sistema de reuso de águas cin...

6. Você faz o tratamento da água cinza que é reutilizada? *

Mark only one oval.

- ☐ Sim. Skip to question 7
- ☐ Não. Skip to question 9

Skip to question 7

Sobre a reutilização de águas cinzas COM tratamento:

7. Qual é o método de tratamento empregado por você? *

8. Onde você utiliza a água cinza tratada? *

Skip to question 10

Sobre a reutilização de águas cinzas SEM tratamento:

9. Onde você utiliza a água cinza não tratada?

Skip to question 10

Sobre o interesse em reutilizar as águas cinzas:

01/11/2022 18:28

TCC - Verificação do interesse da população, de João Pessoa, e sua disposição em pagar a mais, pelo sistema de reuso de águas cin...

10. Você teria interesse em reutilizar as águas cinzas em sua residência caso a alternativa se mostre economicamente viável? *

Mark only one oval.

- ☐ Sim. Skip to question 11
- ☐ Não. Skip to section 7 (Agradeço a sua participação.)

Acréscimo do valor do imóvel:

Sobre o acréscimo no preço do imóvel:

11. Diante do valor do imóvel, até quanto você pagaria a mais por uma residência que possuísse esse atributo? *

Mark only one oval.

- ☐ 0,1 a 1% do valor do imóvel.
- ☐ 1,1 a 2% do valor do imóvel.
- ☐ 2,1 a 3% do valor do imóvel.
- ☐ 3,1 a 4% do valor do imóvel.

Skip to section 7 (Agradeço a sua participação.)

Agradeço a sua participação.

Por favor, envie o questionário.

This content is neither created nor endorsed by Google.

Google Forms