

Irrigação automatizada: Sistema de armazenamento e captação de águas cinzas para reuso.

Lucas Emanuel dos Reis Gonzaga de Oliveira e Vinicius Lauriano de Rezende

Universidade UNA de Catalão – Campus Santo Antônio
Marcelo Victor Mesquita Pires; Professor Orientador, Curso de Engenharia Civil.
lucasdesk.clv@gmail.com / vinicius.desk@hotmail.com

Resumo

A consciência ambiental tem sido cada vez mais absorvida por todos. São cada vez mais os projetos de redução do consumo e reaproveitamento dos recursos naturais. Por exemplo, o reuso das águas cinzas tem sido cada vez mais aplicado e traz consigo muitos benefícios. Afim de preservar os recursos hídricos e diminuir os gastos com água, fizemos um estudo teórico aplicando um sistema que é responsável pela captação, tratamento e armazenamento de águas cinzas, provenientes de múltiplas residências de um loteamento para ser reutilizada em um sistema de irrigação totalmente automatizado. Com os levantamentos realizados, pudemos constatar que apesar do elevado custo de implementação o sistema se torna extremamente viável pois consegue se pagar em pouco tempo. Além dos benefícios que traz consigo ajudando na preservação do nosso bem mais precioso.

Palavra-Chave: recursos hídricos; captação; reuso; irrigação automatizada.

Abstract

Environmental awareness has been increasingly absorbed by everyone. There are more and more projects to reduce consumption and reuse natural resources. For example, the reuse of greywater has been increasingly applied and brings with it many benefits. In order to preserve water resources and reduce water costs, we carried out a theoretical study developing a system that is responsible for the capture, treatment and storage of gray water from multiple homes in a subdivision to be reused in a fully automated irrigation system. With the surveys carried out, we could see that despite the high cost of implementation, the system becomes extremely viable as it manages to pay for itself in a short time. In addition to the benefits it brings, helping to preserve our most precious possession.

Keywords: water resources; capture; reuse; automated irrigation.

1. INTRODUÇÃO

1.1. PROBLEMA ANALISADO

1.1.1. Histórico

A água é o recurso mais importante para a sobrevivência de todos os seres vivos. Todo cidadão deve ter como meta preservar e cuidar desse bem tão preciso, pois onde há água também tem vida.

O uso seguro da água de reuso possibilita o abastecimento de água potável para fins essenciais e o reuso da água para outros fins, como operações agrícolas, irrigação paisagística e limpeza urbana. (PINTO et al., 2014).

A reutilização de água já tem sido praticada em todo o planeta há muitos anos. Entretanto, a crescente demanda por água faz do reuso planejado uma importante questão na atualidade. Esse tema deve ser encarado como a fração de uma operação mais ampla, que envolva a utilização racional ou eficaz da água, que inclui também o

controle das perdas e desperdícios, e a minimização da geração de águas residuais e do consumo de água.

Ao disponibilizar recursos hídricos de melhor qualidade para abastecimento público e outros usos prioritários, a reutilização de águas residuais ajuda a conservação os recursos e agrega espaço econômico ao planejamento dos recursos hídricos. A reutilização diminui a demanda por nascentes.

Dessa forma, grandes massas de água potável podem ser economizadas por meio do reuso, utilizando águas residuais tratadas para atender às finalidades que podem ser dispensadas desse recurso dentro dos padrões de consumo.

O objetivo geral deste estudo é analisar a viabilidade técnica de um sistema que é responsável pela captação e armazenamento de águas cinzas, provenientes de múltiplas residências para ser reutilizada em um sistema de irrigação totalmente automatizado.

Este artigo se justifica, pois, a captação de águas cinzas para reuso é uma conduta ecologicamente responsável, pois reaproveita a água em vez de desperdiçar água potável. Os reservatórios para captação de águas cinzas podem ser instalados em qualquer ambiente: rural ou urbano, casas ou apartamentos.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. REUSO DE ÁGUA

A água reciclada é obtida por meio do tratamento avançado de efluentes gerados em propriedades conectadas à rede de esgoto. Pode ser usada em processos que não requerem água potável, mas seguras, o que economiza custos e garante o uso eficiente da água.

Para Mancuso et al. (2007) o reuso de água é basicamente o uso da água que já foi utilizada anteriormente em algumas atividades humanas para satisfazer alguma necessidade. Podendo ser direta ou indireta e resultado de atos planejadas ou não planejadas.

O reuso da água implica em uma tecnologia mais ou menos desenvolvida dependendo da finalidade a que se destina a água e da forma como foi utilizada anteriormente (MANCUSO et al., 2007).

Reutilizar água significa usar essa substância mais de uma vez. Isso acontece espontaneamente na própria natureza, seja por meio do ciclo da água ou por meio da atividade humana controlada. O reuso planejado de água pode ser usado para fins potáveis ou não. Nesta segunda categoria, o uso mais comum é para atividades recreativas, recarga de águas subterrâneas, geração de energia, irrigação, remediação de água e uso industrial.

Segundo Hespanhol et al. (2007), o reuso de água é dividido em duas grandes áreas: potável e não potável.

2.1.1. REUSO POTÁVEL

Quadro 1: Tipos de reuso potável.

Reuso potável DIRETO	Quando as águas residuais recuperadas, por meio de tratamentos avançados, são reaproveitadas diretamente na rede de água potável.
Reuso potável INDIRETO	O pós-tratamento das águas residuais é utilizado na captação de águas superficiais ou subterrâneas para a sua diluição, purificação natural e posterior recolha, tratamento e finalmente reutilizada como água potável.

Fonte: Hespanhol(2007)

2.1.2. REUSO NÃO POTÁVEL

Quadro 2: Tipos de reuso não potável.

Agrícolas	É realizada a irrigação de culturas alimentares, como árvores frutíferas, plantações, etc., e de culturas não alimentares, como gramíneas e forragens, além da aplicação para o cocho dos animais.
Industriais	Abrange o uso industrial de água fria, processo, para uso em caldeiras, etc.
Recreacionais	Classificação reservada para a irrigação de plantas ornamentais, campos desportivos, parques e também para enchimento de tanques ornamentais e de lazer, etc.
Domésticos	Consideramos aqui os casos de reuso de água para jardins residenciais, para drenos sanitários e a utilização desse tipo de água em grandes edifícios.
Manutenção de vazões	A manutenção da vazão dos cursos d'água favorece o uso planejado dos efluentes tratados, buscando uma adequada diluição das cargas poluentes que os atingem.
Aquicultura	Consiste na produção de peixes e plantas aquáticas para a produção de alimentos e / ou energia a partir dos nutrientes contidos nos efluentes tratados.

Recarga de aquíferos subterrâneos	É a recarga de aquíferos subterrâneos com efluentes tratados, que pode ser realizada diretamente, por injeção sob pressão, ou indiretamente, utilizando águas superficiais que receberam descargas de efluentes tratados a montante.
-----------------------------------	--

Fonte: Hespanhol(2007)

Para Hespanhol et. al (2007) Usos não potáveis são sempre associados a riscos menores e devem ser encarados como opção prioritária para o reaproveitamento em áreas urbanas.

2.2. IMPORTÂNCIA DO REUSO DA ÁGUA

As atividades humanas cada vez mais diversificadas com o crescimento demográfico exigem uma maior consideração das necessidades de uso da água para os mais diversos fins. Uma das alternativas identificadas para enfrentar o problema é o reuso da água, importante ferramenta para a gestão ambiental dos recursos hídricos e possuidora de tecnologias já consagradas para o seu uso adequado (PHILIPPI, 2007).

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS, 1999), o consumo global de água aumentou mais de seis vezes em menos de um século, mais do que o dobro das taxas de crescimento populacional, e continua crescendo.

Segundo Mancuso et al. (2007), a aceitação pública é o elemento mais crucial para determinar o sucesso ou o fracasso de um programa de reuso de água. A experiência internacional tem demonstrado que projetos desse tipo podem ser tecnicamente viáveis, produzir água comprovadamente segura, certificada pelos melhores procedimentos científicos disponíveis, aceita por órgãos oficiais de meio ambiente e saúde pública.

2.3. RISCOS DO REUSO

O contato com águas residuais pode ocorrer de várias formas (BLUM, 2007):

- Contato por ingestão direta de água;
- Contato para ingestão de alimentos crus e vegetais crus irrigados e consumidos;
- Contato por ingestão de alimentos industrializados (no caso de vegetais enlatados lavados com água de reuso);
- Contato com a pele ao tomar banho em lagos com água de reuso;

- Contato por inalação de aerossóis formados, por exemplo, em sistemas de irrigação por aspersão ou na aeração de superfície de lagoas;
- Contato através da visão e do olfato, como no caso de autoclismos.

Para Blum et. al (2007) existem 05 critérios gerais de qualidade durante o desenvolvimento de sistemas de reuso:

- A reutilização não deve gerar riscos para a saúde da população;
- A reutilização não deve causar objeções aos usuários;
- O reaproveitamento não deve agredir o meio ambiente;
- A fonte de água que será tratada para posterior reaproveitamento deve ser quantitativa e qualitativamente segura;
- A qualidade da água deve atender aos requisitos para os usos pretendidos.

Segundo Nardocci et al. (2007), os riscos ao meio ambiente e à saúde pública relacionados ao reuso de água afetam a sociedade principalmente por dois fatores: a contaminação dos recursos hídricos e as limitações das tecnologias de recuperação da água que, apesar de todos avanços obtidos nos últimos anos, não retiram por completo todas as matérias indesejáveis da água. Portanto, é necessário pesar o risco / benefício e o custo / efetividade das técnicas de tratamento, tendo em vista os custos dos investimentos necessários são maiores quanto mais nobre for o uso cogitado.

A gestão de riscos é um conjunto de métodos, regulamentos e leis que visam controlar e minimizar os riscos e inclui todas as atribuições técnicas, jurídicas, decisórias, sociais, políticas e culturais que, direta ou indiretamente, abordam os problemas de risco na sociedade (NARDOCCI et al., 2007).

2.4. A LEGISLAÇÃO BRASILEIRA DOS RECURSOS HÍDRICOS

Além da base técnica, é necessária uma base jurídica sólida. No caso do Brasil, a Constituição Federal, o Código de Águas, legislação, Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, a Secretaria de Recursos Hídricos e a Agência Nacional de Águas são fortes instrumentos e instituições de defesa dos recursos hídricos (SENRA, 2008). Destacando a Lei nº 9.433, que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos e criou o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

Lei nº 9.433 / 1997, conhecida como Lei das Águas, estabelece a Política de Recursos Hídricos, cujos fundamentos são:

- A água é um bem público que as pessoas podem usar. O estado concede o direito de usar a água e não de possuí-la. O subsídio não inclui a venda parcial da água, mas somente o direito de uso;

- Uso prioritário e múltiplo da água. O recurso deve fazer jus à sua função social e à sua situação de escassez. O subsídio pode ser total ou parcialmente suspenso para cobrir o consumo humano e animal. A água deve ser usada para usos múltiplos, considerando projetos como: consumo humano, dessedentação de animais, diluição de esgotos, transporte, lazer, paisagística, potencial hidrelétrico, etc. As prioridades de uso são estabelecidas nos planos de recursos hídricos;
- A água como bem econômico. A água é reconhecida como um recurso natural finito e valioso e a cobrança pelo seu uso é uma ferramenta de gestão eficaz, aplicando o princípio do poluidor-pagador, que promove a conscientização do usuário. A Lei N ° 9.433 / 97 em seu artigo 22 estabelece que “os valores arrecadados com a tarifa de uso de seus recursos hídricos são utilizados principalmente na bacia hidrográfica em que são criados”. Isso pressupõe que os valores arrecadados com a arrecadação proporcionam recursos para empregos, serviços, programas, estudos e projetos na área de influência;
- Gestão descentralizada e participativa. A bacia hidrográfica é a unidade de ação para a implementação dos planos, que se organizam em comitês de bacias hidrográficas. Isso permite que os diferentes atores da sociedade opinem e assessorem os processos de gestão da água, uma vez que o número de representantes dos poderes público, federal, estadual e municipal é limitado a até 50% do total dos comitês.

Sobre águas pluviais, o Decreto nº 24.643 de 10 de julho de 1934, em seu Capítulo V, artigo 103, estabelece que: “As Águas Pluviais pertencem ao dono do prédio onde caírem diretamente, podendo o mesmo dispor delas à vontade, salvo existindo direito em sentido contrário”. Porém, não é permitido desperdiçar essas águas em prejuízo dos outros prédios que delas possam se aproveitar, sob pena de indenização aos proprietários dos mesmos, além de desviar essas águas de seu curso natural para lhes dar outro curso, sem consentimento expresso dos donos dos prédios que irão recebê-las.

Para a reutilização da água é preciso observar a resolução do CONAMA nº 357/2005 onde o uso é repartido em áreas com seus usos específicos permitidos. No estudo em questão os usos permitidos melhor se enquadram na Classe 2, conforme pode ser observado no Quadro 1.

Quadro 3: Classificação das águas doces segundo seus usos preponderantes – Resolução CONAMA no 357 de 17 de março de 2005.

CLASSE	USOS PERMITIDOS
Especial	• Abastecimento para consumo humano, com desinfecção; • Manter o equilíbrio das comunidades hídricas; • Conservação dos ambientes aquáticos em unidades de preservação e proteção integral.
1	• Abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; • Proteção das populações hídricas; • Para atividades recreativas, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000; • Para a irrigação de hortaliças comidas cruas e frutas que crescem rente ao solo e são consumidas cruas sem descascar; • Proteção das populações hídricas em Terras Indígenas.
2	• Abastecimento para consumo humano, depois de tratamento convencional; • Proteção das comunidades aquáticas; • Atividades recreativas de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA no 274, de 2000; • Rega de hortaliças, árvores de fruto e parques, jardins, campos desportivos e recreativos, com os quais o público possa ter contato direto; • Atividades de aquicultura e pesca.
3	• Abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; • Irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; • Pesca amadora; • Recreação de contato secundário; • Dessedentação de animais.
4	• Navegação; • Harmonia paisagística.

Fonte: Adaptado Resolução CONAMA nº357/2005

2.5. TRATAMENTO DAS ÁGUAS CINZAS

Segundo Jefferson et al. (1999), é comum o reuso da água cinza sem tratamento; a água do banho vem sendo usada à séculos, principalmente para regar jardins e gramados; no entanto, o tratamento dela antes da reutilização é recomendado.

Irrigação a longo prazo com águas cinzas não tratadas podem levar à acumulação de sais, surfactantes, alcalinidade, óleo e graxa, afetando as propriedades dos solos e plantas. Eventualmente também pode contaminar as águas subterrâneas (PINTO e MAHESHWARI et al., 2010).

O tratamento das águas cinzas é similar ao recomendado nas estações de tratamento de esgoto, ressaltando que deve ser construída no local, em instalações de

escalas reduzidas. O tratamento das águas tem por objetivos a remoção de sólidos presentes, remover a matéria orgânica contida nos sólidos finamente particulados e nos dissolvidos, remover patogênicos, nutrientes e fósforo (TELLES e COSTA et al., 2010).

Quadro 4: As etapas de tratamento da água.

TRATAMENTO PRÉVIO OU PRELIMINAR	Têm por objetivo a separação do afluentes líquido dos materiais sólidos mais grosseiros, detritos minerais, materiais carreados e óleos e graxas. Alcançam este objetivo as grades, caixas de areia, caixas de gordura ou tanque de equalização de vazões, entre outros;
TRATAMENTO PRIMÁRIO	Usualmente caracterizado por uma unidade de sedimentação, logo após o tratamento prévio, a fim de remover os sólidos sedimentáveis, que chegam ao fundo da unidade por gravidade ou por adição de produtos químicos gerando lodo. Usualmente, a soma dessas duas etapas remove cerca de 60 a 70% dos sólidos suspensos, de 20 a 45% da DBO e de 30 a 40% dos coliformes. Os processos que cumprem com esta etapa são os tanques de sedimentação ou clarificadores;
TRATAMENTO SECUNDÁRIO OU BIOLÓGICO	Tem por função promover a degradação biológica da matéria orgânica presente nos sólidos dissolvidos ou finamente particulados. Auxilia também na remoção de coliformes e nutrientes (nitrogênio e fósforo);
TRATAMENTO TERCIÁRIO	É responsável pela finalização do tratamento, removendo a matéria orgânica complementar, os compostos não-biodegradáveis, os sólidos inorgânicos dissolvidos, os poluentes, os nutrientes e as patogenias.

Fonte: TELLES e COSTA(2010)

Quadro 5 – Sistema de tratamento em função dos usos potenciais e fontes alternativas de água.

USOS POTENCIAIS	FONTES ALTERNATIVAS DE ÁGUA			
	Pluvial	Drenagem	Máquina de lavar roupas	Lavatório + Chuveiro
Lavagem de roupas	A+B+F+G	C ou D+F	(D ou E) +B+F+G	A+B+F+G
Descargas em baciassanitárias				
Limpeza de pisos		C+F+G		
Irrigação, rega de jardins				
Lavagem de veículos		C ou D+F+G		
Uso ornamental				

Fonte: ANA - Agência Nacional de Águas

Os sistemas de tratamento sugeridos devem ser verificados para cada caso específico.

OBS.: Para fins relacionados à construção civil e refrigeração de máquinas os tratamentos devem ser avaliados a cada caso particular.

A. Tratamentos Convencionais:

B. Sistema físico: gradeamento;

C. Sistema físico: sedimentação e filtração simples através de decantador e filtro de areia;

D. Sistema físico: filtração através de um filtro de camada dupla (areia + antracito);

E. Sistema físico-químico: coagulação, floculação, decantação ou lotação;

- F. Sistema aeróbio de tratamento biológico de lodos ativados;
- G. Desinfecção;
- H. Correção de pH.

No tratamento de águas cinzas, é possível escolher o processo para que o reaproveitamento seja feito de forma segura e econômica; são preferíveis tratamentos com mínima adição química e baixo consumo energético.

2.6. ETAC (ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUAS CINZAS)

Estação de Tratamento de Águas Cinzas, é uma solução desenvolvida com tecnologia de ponta à disposição do meio ambiente. Trata-se de um equipamento compacto e eficaz que possibilita o reuso do efluente proveniente de lavatórios, chuveiros e máquinas de lavar roupa para fins não potáveis.

Especificações:

- Tratamento diário: Até 10.000lts.
- Dupla filtragem: Removível quando necessário para limpeza manual (manutenção periódica). Entrada da água 50mm; Saída da água para reuso 50mm.
- Filtro Biológico - Cujas superfícies se desenvolvem um limo ou biota complexa, também chamada de biofilme. Enquanto o efluente percorre na superfície da manta colmeia e na zeólita é absorvido os nutrientes orgânicos eliminando a amônia, purificando a água.
- Dosador dos produtos: Automático através de pressurização, não necessita de energia elétrica para dosagem dos produtos. A dosagem só acontece quando houver passagem da água.
- Economia: 100% da água cinza para reuso dos serviços gerais do condomínio. Produtos químicos: 1 pastilha de cloro a cada 30 dias - Sulfato de alumínio - Elevador do PH.



Fonte: Ecoracional(2021)

Figura 1: ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUAS CINZAS (ETAC)



Fonte: Ecoracional(2021)

Figura 2: Água tratada na ETAC

2.7. IRRIGAÇÃO COM REUSO

A irrigação de jardins é a aplicação mais comum para o uso de água tratada. Os dados mostram que 30% do uso de água de uma família americana é usado ao ar livre, metade do qual é usado para irrigar gramados e jardins. Nos Estados Unidos, a irrigação paisagística é responsável por um terço do uso da água. Substituir o uso de água potável por água reciclada teria um grande impacto na gestão dos recursos hídricos de um país (Rain Bird, 2021).

A presença de nitrogênio e fósforo na água reciclada pode torná-la ideal para aplicações de irrigação, pois eles fazem parte da maioria dos fertilizantes. No entanto, esse uso também apresenta uma série de desafios. A água reciclada possui um maior teor de sal. O alto teor de sal pode causar danos ao solo e à fauna, bem como aos equipamentos utilizados. No entanto, algumas espécies de plantas podem ser mais resistentes à água salobra. A seleção adequada de espécies de plantas e ajustes no sistema de irrigação minimizarão os problemas de alta salinidade.

A quantidade de produtos químicos na água reutilizada também pode danificar os equipamentos do sistema de irrigação e reduzir sua vida útil. Também é necessário que objetos que utilizam água reciclada evitem respingos em áreas lotadas. Ainda assim, os benefícios do uso de água purificada superam os desafios.

Reutilizar água não só economiza água potável, mas também economiza custos e investimentos. E talvez o mais importante é que garante a sustentabilidade dos futuros recursos hídricos das comunidades.

2.8. SOLUÇÕES PARA IRRIGAÇÃO COM SISTEMA DE REUSO

Os produtos devem ser de melhor performance e durabilidade em condições adversas, tais quais são impostas pelo uso de águas cinzas.

- Estação de bombeamento: Garantindo uma pressão correta e fornecendo o fluxo correto, as bombas permitem que os usuários de água reciclada maximizem a eficiência do sistema.
- Central de Controle: Elimina o excesso de irrigação e desperdício, reduzindo o consumo de água reutilizada.
- Válvulas: Construídas de materiais para serviço pesado, nylon de fio de vidro e projetada com componentes resistentes a cloro e agentes químicos, as válvulas também fazem parte do sistema, para a liberação e retenção de água. Estes produtos por serem visíveis, tem marcações em roxo para sinalização de uso de água reaproveitada.
- Emissores: Os emissores são projetados para trabalhar nas condições desafiadoras associadas ao uso de água reciclada. Alguns componentes internos irão filtrar ou descarregar detritos do seu sistema, podem facilmente suportar altos níveis de cloro ou outros compostos químicos. Estes produtos por serem visíveis, tem marcações em roxo para sinalização de uso de água reaproveitada.

2.9. FLUXOGRAMA DO MODELO DE CAPTAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUAS CINZAS

Na figura 3, está representado o fluxograma do sistema proposto para o reaproveitamento de águas cinzas.



Fonte: Própria autoria (2021)

Figura 3: Fluxograma do sistema

2.10. DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE IRRIGAÇÃO

A partir de levantamentos realizados calculou-se que será necessário 3,22 m³/dia para irrigação total do canteiro. Com isso, utilizando a regra da irrigação, os aspersores necessitam ter a sobreposição total, o sistema deverá ser composto por 42 aspersores 3500 “Rain Bird”, da linha com sinalização de água de reuso na cor roxa.

Segundo Noutsopoulos et al. (2018), um ser humano produz por dia em média 98 litros de água residuais, o que representa 70 a 75% da produção geral de águas de reuso domésticas que iriam ser jogadas no esgoto, este, por sua vez, representa aproximadamente 135 litros de água por pessoa diariamente, a partir desses dados e considerando que todas as 22 casas estiverem ocupadas por uma família de 3 pessoas, será gerada em média 6,468m³/dia de águas cinzas. Se por acaso apenas 50% das residências estivessem ocupadas, seria gerado cerca de 3,234m³/dia, que também supriria o sistema de irrigação. Com a utilização da ETAC (Estação de tratamento de águas cinzas), gerando até 10.000l de água para consumo da irrigação por dia,

possibilitará um sistema compacto e moderno, tornando o sistema mais viável e sustentável.

3. METODOLOGIA

Durante a investigação, os princípios e métodos a serem utilizados devem ser explicados detalhadamente. Portanto, este capítulo inclui todas as explicações e argumentos relativos à seleção do método e processo usado neste estudo de viabilidade.

A aplicação desse sistema, será em um condomínio, onde está sendo construído 300 casas, na cidade de Caldas Novas – Goiás. No qual, foram escolhidas 22 casas, mais próximas do canteiro central, pela maior facilidade e diminuição de custos, sendo possível futuramente o restante do condomínio fazer parte desse sistema, com uma ampliação.

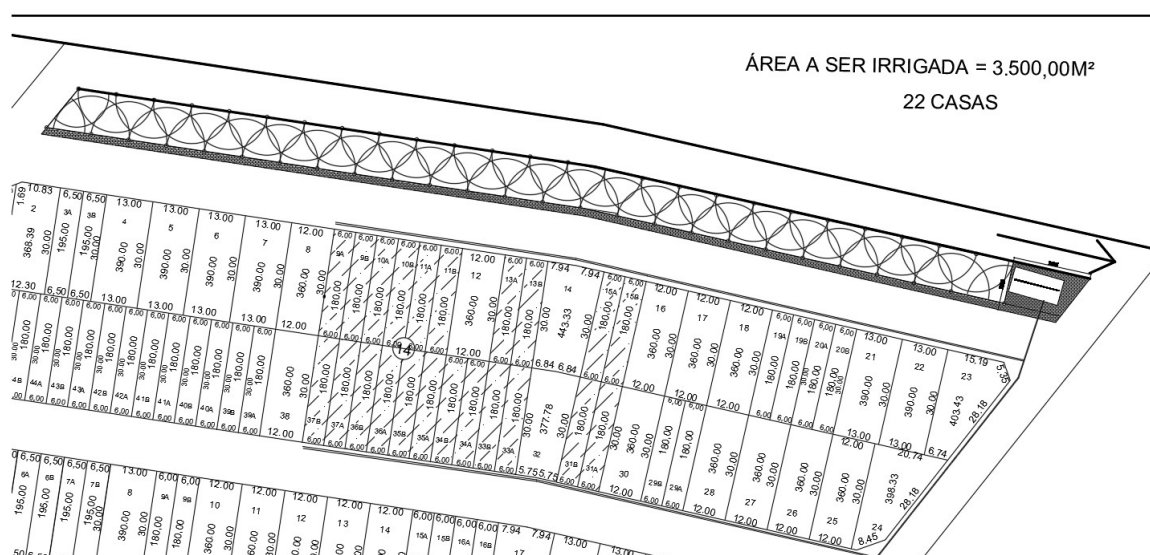


Figura 4: Projeto de captação e irrigação, disposição das 22 casas.

Fonte: Própria autoria (2021)

O projeto de reaproveitamento de águas cinzas é composto por um sistema de captação dos efluentes gerados pelo uso de banheiras, chuveiros, lavatórios, máquinas de lavar roupas e tanques de múltiplas residências em um loteamento.

Posteriormente essas águas capitadas são encaminhadas para o sistema de tratamento que é composto por uma ETAC e logo em seguida após tratada, é armazenada em uma caixa de 10m³ para utilização na irrigação do canteiro central.

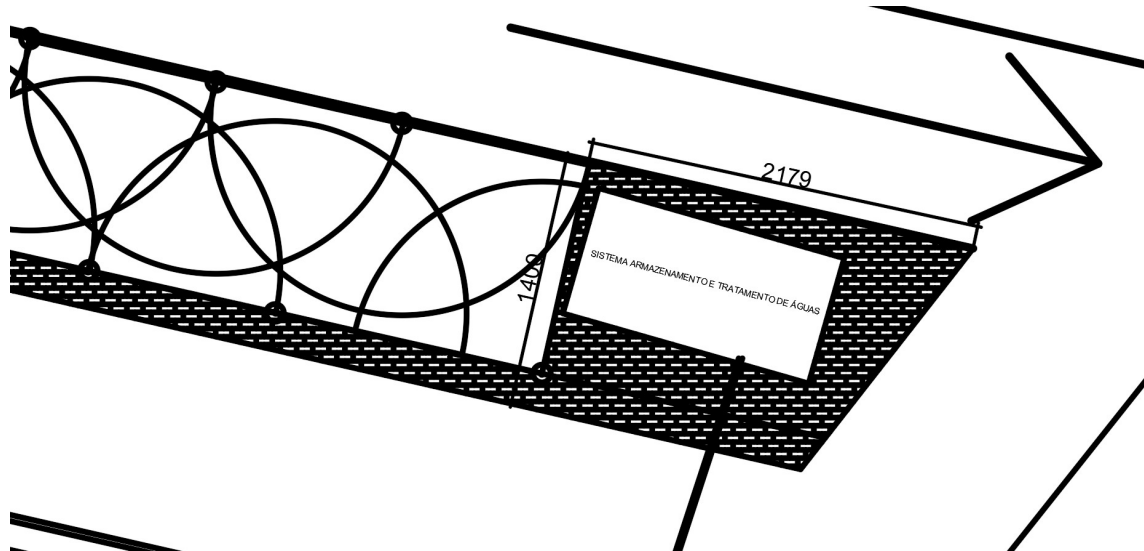


Figura 5: Localização do sistema de tratamento e armazenamento de águas cinzas no canteiro central.

Fonte: Própria autoria (2021)

Será implantado um sistema de irrigação inteligente, que é equipado com sensores externos que podem detectar a porcentagem de água no ar para evitar que o jardim seja irrigado em dias de chuva. O sistema prevê irrigar duas vezes ao dia, cobrindo todo o departamento de jardinagem do distrito, e consumir aproximadamente 3.220 litros de água por dia.

4. RESULTADOS

Com a implementação de sistemas para captação e reaproveitamento de águas cinzas em coberturas é possível dar uma destinação mais adequada a água que iria se tornar esgoto.

Sendo assim, portanto, totalmente viável que o uso de água de boa qualidade seja totalmente destinado a fins mais nobres.

Na implantação do sistema será gasto custos com materiais e mão de obra, conforme listado no Quadro 3 com seus respectivos valores estimados:

Quadro 6: Materiais e mão de obras necessários para a implantação de um sistema de captação e armazenamento de águas cinzas para o sistema de irrigação.

CUSTO INFRAESTRUTURA DO SISTEMA			
ITEMS	QUANTIDADE	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
CAIXA D'ÁGUA 10.000L	2	R\$ 5.099,00	R\$ 10.198,00
SISTEMA ETAC	1	R\$ 4.800,00	R\$ 4.800,00
TUBULAÇÃO PVC 100MM ESGOTO 6M	75	R\$ 85,90	R\$ 6.442,50
MÃO DE OBRA INSTALAÇÃO	VB	R\$ 2.000,00	R\$ 200,00
MANILHA 60CM PARA CAIXA DE PASSAGEM	8	R\$ 110,00	R\$ 880,00
TOTAL=			R\$ 22.520,50
CUSTO ADICIONAL POR RESIDENCIA PARA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA			
ITEMS	QUANTIDADE	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
CAIXA DE PASSAGEM COM MÃO DE OBRA INCLUSA	4	R\$ 150,00	R\$ 600,00
TUBULAÇÃO PVC 100MM ESGOTO 6M	5	R\$ 85,90	R\$ 429,50
TUBULAÇÃO PVC 50MM ESGOTO 6M	2	R\$ 47,09	R\$ 94,18
MÃO DE OBRA INSTALAÇÃO	VB	R\$ 500,00	R\$ 500,00
TOTAL=			R\$ 1.623,68
QUANTIDADE RESIDENCIAS=			22
VALOR TOTAL=			R\$ 35.720,96
CUSTO DO SISTEMA DE IRRIGAÇÃO			
ITEMS	QUANTIDADE	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
ASPERSOR IRRIGAÇÃO NUMERO DE SERIE 3500	42	R\$ 87,90	R\$ 3.691,80
Kit Automação Irrigação - 1 Controlador + 4 Válvulas De 1"	1	R\$ 1.360,89	R\$ 1.360,89
Conexão Flexível Rain Bird 30cm 1/2 Ou 3/4 P/asperso	42	R\$ 22,60	R\$ 949,20
MÃO DE OBRA INSTALAÇÃO	VB	R\$ 15.000,00	R\$ 15.000,00
Bomba D'água Irrigação Schneider Me-al 1530 3cv Tr 220/380v	1	R\$ 3.671,62	R\$ 3.671,62
Tê Derivador Emar 32 Mm X 3/4" Para Irrigação	42	R\$ 15,78	R\$ 662,76
Cano Pvc Azul Irrigação Pn40 6 Metros 75mm 3 Pol	549,15	R\$ 14,05	R\$ 7.715,56
CABO PP 2,5MM PARA VALVULAS	549,15	R\$ 5,90	R\$ 3.239,99
TOTAL=			R\$ 36.291,81
VALOR TOTAL=			R\$ 94.533,27

Fonte: Irrifort (10/11/2021)

Para o cálculo do gasto com água e esgoto o resultado vai variar conforme o consumo de m³ de água, uma vez que esse valor não é constante. No Quadro 7 estão os valores referentes a economia por ano de água e esgoto em relação ao valor cobrado por m³ para cada faixa de consumo.

Quadro 7: Economia de água e esgoto por ano em relação à faixa de consumo.

FAIXA DE REDUÇÃO DO CONSUMO (M ³ /MÊS)	ÁGUA (R\$/M ³)	ESGOTO(R\$/M ³)	ECONOMIA/ANO (M ³)
1 A 5	R\$ 3,88	R\$ 3,10	R\$ 83,71
6 A 10	R\$ 3,88	R\$ 3,10	R\$ 83,71
11 A 15	R\$ 4,39	R\$ 3,51	R\$ 94,84
16 A 20	R\$ 4,99	R\$ 3,99	R\$ 107,77
21 A 25	R\$ 5,59	R\$ 4,47	R\$ 120,71
26 A 30	R\$ 6,29	R\$ 5,03	R\$ 135,85
31 A 40	R\$ 7,12	R\$ 5,69	R\$ 153,70
41 A 50	R\$ 8,05	R\$ 6,44	R\$ 173,88

Fonte: Própria autoria (2021)

Conforme visualizado no quadro 7, o sistema de irrigação necessitará acima de 50m³/mês, então utilizará o valor da taxa mais alta, com relação a faixa de consumo.

O sistema necessitará de 3,220m³ diários, considerando que o mês tem 28 dias, o sistema de irrigação precisará de 90,16m³/mês, no quadro 5, está representado a economia por mês, referente ao solicitado pela irrigação.

Quadro 8: Total economizado por mês em relação a economia na taxa de água e esgoto, para taxa de consumo acima de 50m³/mês.

REDUÇÃO DE CONSUMO DE ÁGUA (M ³ /MÊS)	TARIFA ÁGUA (R\$/M ³)	TARIFA ESGOTO (R\$/M ³)	Economia/mês
90,16	R\$ 8,05	R\$ 6,44	R\$ 1.306,42

Fonte: Própria autoria (2021)

No Quadro 9, observa em quantos anos será possível obter retorno do investimento, levando em consideração todos os quadros citados acima.

Quadro 9: Cálculo do retorno do investimento

FAIXA DE REDUÇÃO DO CONSUMO (M ³ /MÊS)	TOTAL ECONOMIZADO/ANO	VALOR DO INVESTIMENTO	RETORNO DO INVESTIMENTO EM ANOS	RETORNO DO INVESTIMENTO EM MESES
ACIMA DE 50	R\$ 15.677,40	R\$ 94.533,27	6,03	72,36

Fonte: Própria autoria (2021)

A economia total por ano é uma economia considerável, que permite recuperar em pouco tempo o que foi investido na construção do sistema de coleta e reuso de águas cinzas e torná-lo rentável com a continuidade do sistema.

Essa água captada pode ter uma grande variedade de usos, e o objetivo deste trabalho é sugerir uso mais restrito para fins não potáveis, como a irrigação de áreas de

jardim. O uso planejado contribui para a reposição do lençol freático e, portanto, minimizam o consumo de água potável para fins qualitativamente menos exigentes. Isso segue uma tendência mundial em relação à água, um recurso natural cada vez mais escasso e de boa qualidade no planeta.

5. CONCLUSÃO

O presente trabalho possibilitou observar a situação atual da disponibilidade de água, da necessidade urgente de fazer o reuso da água.

O Brasil, apesar de ser um dos países com maior disponibilidade de água, também enfrenta problemas em algumas regiões com baixo índice pluviométrico e/ou água de má qualidade. Sendo assim, portanto, totalmente viável que o uso de água de boa qualidade seja totalmente destinado a fins mais nobres.

O modelo apresentado nesse trabalho, requer um custo inicial de instalação alto, porém em longo prazo deve-se ter economia no volume de água usado, ao se tratar e reutilizar a água que antes voltava para a natureza haverá a preservação da qualidade desse bem que, além de finito, é primordial para o bem-estar e para a qualidade de vida humana.

6. REFERÊNCIAS

BLUM, J. R. C. Critérios e padrões de qualidade da água. NARDOCCI, A. C; FINK, D. R; GRULL, D; SANTOS, G. J; PADULA, H.F; BLUM, J. R. C; EIGER, S; PAGANINI, W.S; HESPAHOL, I; PHILIPPI, A. J; BREGA, D. F; MANCUSO. P. C. S. **Reuso de Água**. São Paulo. Ed. Manole: 2007. P. 125-173.

Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - SABESP. Disponível em: <www.sabesp.com.br> Acesso 19/08/2021.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357 de 17 de março de 2005. Disponível em: <www.conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=450> Acesso em 22/08/2021.

HESPAHOL, I. Potencial de reuso de água no Brasil: agricultura, indústria, município e recarga de aquíferos. NARDOCCI, A. C; FINK, D. R; GRULL, D; SANTOS, G. J; PADULA, H.F; BLUM, J. R. C; EIGER, S; PAGANINI, W.S; HESPAHOL, I; PHILIPPI, A. J; BREGA, D. F; MANCUSO. P. C. S. **Reuso de Água**. São Paulo. Ed. Manole: 2007. P. 37-95.

MANCUSO. P. C. S. Tecnologia de reuso de água. NARDOCCI, A. C; FINK, D. R; GRULL, D; SANTOS, G. J; PADULA, H.F; BLUM, J. R. C; EIGER, S; PAGANINI, W.S; NARDOCCI, A. C. Avaliação de riscos em reuso de água. FINK, D. R; GRULL, D; SANTOS, G. J; PADULA, H.F; BLUM, J. R. C; EIGER, S; PAGANINI, W.S; HESPAHOL, I; PHILIPPI, A. J; BREGA, D. F; MANCUSO. P. C. S. **Reuso de Água**. São Paulo. Ed. Manole: 2007. P.403-430.

SINDUSCON-SP: **Manual de Conservação e reuso de água em edificações, FIESP/CIESP/SINDUSCON**. São Paulo, SP, 2005.

BORGES, L. Z. **Caracterização da água cinza para promoção da sustentabilidade dos recursos hídricos**. 2003. 103 f. Dissertação - Mestrado em Engenharia Ambiental, Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental, Universidade Federal do Paraná.

BRASIL. **Ministério da Saúde. Portaria nº 2914, de 12 de dezembro de 2011.** Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

CORDEIRO, Roberto Batista. **Custos e benefícios com o reuso da água em condomínios residenciais: um desenvolvimento sustentável**. São Paulo, 2011. Disponível em: <www5.pucsp.br/eitt/downloads/ix_ciclo/IX_Ciclo_2011_Artigo_Roberto_Baptista.pdf>. Acesso em: 27/08/2021

CUNHA, Ananda Helena Nunes. **O reuso de água no brasil: a importância da reutilização de água no país**. Enciclopédia biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia, Disponível em:<<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2011b/ciencias%20ambientais/o%20reuso.pdf>>. Acesso em: 03/09/2021.

MORUZZI, Rodrigo Braga. **Reuso de Água no Contexto da Gestão de Recursos Hídricos: Impacto, Tecnologias e Desafios**. OLAM – Ciência & Tecnologia – Rio Claro, Disponível em: <https://igce.rc.unesp.br/Home/Departamentos47/planejamentoterritorialegeoprocessamento640/md_rodrigo_artigos_reuso.pdf>. Acesso em 05/09/2021.

ECORACIONAL – Disponível em: <<https://www.ecoracional.com.br/etac-1000-estacao-de-tratamento-de-aguas-cinzas-1-000-l-h>> Acesso em: 20/10/2021

RAINBIRD – Disponível em: < <https://www.rainbird.com.br/> > Acesso em: 20/10/2021

RAINBIRD - "Irrigação com Água Reutilizada O que você precisa saber?" – Disponível em: < <https://www.rainbird.com.br/> > Acesso em: 15/11/2021

IRRIFORT – Disponível em: < <https://irrifort.com.br/> > Acesso em: 03/11/2021