



**A IMPORTÂNCIA DO REÚSO DAS ÁGUAS CINZAS E O
APROVEITAMENTO DAS ÁGUAS PLUVIAIS EM
EDIFICAÇÕES DA CONSTRUÇÃO CIVIL**

SÃO LUIS
2022

A IMPORTÂNCIA DO REÚSO DAS ÁGUAS CINZAS E O APROVEITAMENTO DAS ÁGUAS PLUVIAIS EM EDIFICAÇÕES DA CONSTRUÇÃO CIVIL

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à disciplina de TCC II, do curso
de Engenharia Civil da Faculdade EDUFOR.

Orientador (a): Prof.º MSc. Franklin Roosevelt
Rodrigues de Ó

S586i Silva, Kelvin Kendrey Morais Bandeira da

A importância do reúso das águas cinzas e o aproveitamento das águas pluviais em edificações da construção civil / Kelvin Kendrey Morais Bandeira da Silva — São Luís: Faculdade Edufor, 2022.

32 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (ENGENHARIA CIVIL) — Faculdade Edufor - São Luís, 2022.

Orientador(a) : Franklin Roosevelt Rodrigues do Ó

1. Reuso. 2. Água. 3. Recursos naturais. 4. Chuva. I. Título.

FACULDADE EDUFOR SÃO LUÍS

CDU 628.179.2

KELVIN KENDREY MORAIS BANDEIRA DA SILVA

**A IMPORTÂNCIA DO REÚSO DAS ÁGUAS CINZAS E O
APROVEITAMENTO DAS ÁGUAS PLUVIAIS EM
EDIFICAÇÕES DA CONSTRUÇÃO CIVIL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
disciplina de TCC II, do curso de Engenharia Civil
da Faculdade EDUFOR.

Aprovado em: 19 /12 /2022

BANCA EXAMINADORA

Prof. MSc. Franklin Roosevelt Rodrigues do Ó (Orientador)

Prof. MSc. José Átila Matos Aroucha Junior

Prof. Michel Angelo Fonseca Coelho

Agradecimentos

Ao Deus que sirvo, pelo fôlego da vida, por me permitir continuar a caminhada sempre com um sorriso nos lábios e com a certeza que nunca estarei sozinha, pois a sua presença é real na minha vida.

À minha família, pelo apoio e incentivo nos momentos mais tensos na elaboração desse trabalho. Ao meu pai (in memoriam), por ter sido meu maior incentivador na minha vida acadêmica e profissional. Sem ele, com certeza, não estaria aqui. À minha mãe, minha grande amiga, quantas lágrimas e quantos risos compartilhamos juntas.

Aos meus amigos, que estiveram presentes e me proporcionaram muitos momentos de descontração e alegria. Ao meu orientador Prof. Me. Daniel de Lima Nascimento Sírío, pela disponibilidade, apoio e paciência de reservar um tempo para me orientar e repassar seu conhecimento com intuito de concluirmos esse trabalho.

Ao Prof. Me Ronaldo Sérgio de Araújo Coelho, pelas palavras de apoio e pela ajuda na elaboração dessa pesquisa.

Aos professores, que me orientaram e me ensinaram em suas disciplinas durante o curso de especialização.

A todos vocês, muito obrigado.

RESUMO

Este trabalho apresentou uma pesquisa sobre as técnicas de reúso de águas cinzas e aproveitamento das águas pluviais, visando sempre buscar soluções, para que se possa diminuir a demanda do consumo de água desordenado e sem precedentes, que já está causando graves problemas hídricos em todo o nosso planeta. As informações apresentadas nesta pesquisa tiveram como base dois tipos de sistemas diferentes, mas com propostas semelhantes, pois visam economizar a grande demanda de água potável desperdiçada a cada dia no mundo. Como a água é um dos bens mais discutidos e necessários à manutenção da vida no planeta, é sempre bom adotar métodos de aplicações mais sustentáveis dos recursos hídricos, por meio do desenvolvimento de tecnologias capazes de reutilizar a águas nas mais diversas finalidades. Tanto o reúso de águas cinzas como o aproveitamento de águas pluviais são aplicações, que comprovam ser muito eficientes, por consumirem menos água do ambiente, desde que sejam bem implementados, possibilitando assim, maior economia dos recursos hídricos. Este trabalho tem como objetivo mostrar a importância do reúso das águas cinzas e do aproveitamento das águas pluviais, como sendo duas atividades complementares, no tocante ao custo-benefício sócioeconômico do uso da água e suas finalidades.

Palavras-chave: Reuso. Água. Recursos naturais. Chuva.

ABSTRACT

This work presented a research on gray water reuse techniques and rainwater use, always aiming to find solutions, so that the unprecedented and disorderly consumption of water can be reduced, which is already causing serious water problems throughout the world. our planet. The information presented in this research was based on two different types of systems, but with similar proposals, as they aim to save the great demand for drinking water wasted every day in the world. As water is one of the most discussed and necessary goods for the maintenance of life on the planet, it is always good to adopt methods of more sustainable application of water resources, through the development of technologies capable of reusing water for the most diverse purposes. Both the reuse of gray water and the use of rainwater are applications that prove to be very efficient, as they consume less water from the environment, as long as they are well implemented, thus enabling greater savings in water resources. This work aims to show the importance of gray water reuse and the use of rainwater, as two complementary activities, regarding the socioeconomic cost-benefit of water use and its purposes.

Keywords: Reuse. Water. Natural resources. Rain.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Consumo de água por atividade humana.....	14
Figura 2 - Processo de reúso de água cinza.....	18
Figura 3 – Aproveitamento de água pluvial residencial.....	21
Figura 4 – Consumo de água por atividade humana.....	23
Figura 5 – Reúso de fins residenciais.....	23
Figura 6 – Processo de reúso de água cinza.....	24
Figura 7- Sistema de irrigação.....	25
Figura 8 – Lavagem de carros com águas pluviais.....	26
Figura 9 – Evolução do consumo per capita.....	28
Figura 10- Estimativa do gasto de água per capita.....	28
Quadro 1. Qualidade da água de acordo com o local de coleta.....	27

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	09
2	A IMPORTÂNCIA DA ÁGUA : HISTÓRICO, CONCEITOS DE USO E REÚSO.....	11
3.	REÚSO DA ÁGUA.....	14
3.1.	Histórico e conceituações.....	14
3.2.	Reuso da Água cinza	16
3.3.	Aproveitamento das Águas Pluviais	19
4	APLICAÇÕES DOS SISTEMAS DE REÚSO E APROVEITAMENTO	22
4.1	Reúso de águas cinzas e suas aplicações	22
4.1.1	Reúso para fins urbanos.....	23
4.1.2	Reúso para fins industriais.....	24
4.1.3	Reúso para fins agrícolas	25
4.2	REAPROVEITAMENTO DAS ÁGUAS PLUVIAIS E SUAS APLICAÇÕES	26
4.2.1	Estudo de caso da viabilidade de implementação do reúso da água no município deAangicos, no Rio Grande do Norte	27
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	29
	REFERÊNCIAS.....	30

1. INTRODUÇÃO

O uso da água influencia diretamente no desenvolvimento da humanidade, sendo essencial tanto para a conservação da vida humana quanto para a efetivação de atividades como; produção de gêneros alimentícios, geração de energia elétrica e realização de atividades industriais.

O crescente aumento populacional tem ocasionado grande problema de deterioração das reservas hídricas, através do lançamento de águas residuárias, nesses mananciais, sem o devido tratamento. É relevante se mencionar que esse acréscimo influi substancialmente no aumento do consumo de água para diversos fins, ocasionando limitações ao acesso de água potável.

O reúso da água possui fundamental relevância, pois aproveita águas que já foram previamente utilizadas, promovendo a redução da necessidade de aquisição desse bem nos mananciais naturais. O aproveitamento da água de chuva favorece a atenuação do escoamento superficial oriundo das precipitações pluviométricas, onde tal fato é percebido com maior intensidade em localidades onde há alta taxa de urbanização. Diversas tecnologias ou metodologias podem ser utilizadas, desde que atendam aos padrões exigidos pelas normas técnicas. Entretanto, para que essa nova fonte alternativa de acesso à água seja efetivamente implantada, é necessário que seja realizado um estudo de viabilidade técnica avaliando os seus custos operacionais ou até mesmo a necessidade de implementação de um tratamento prévio.

A construção do presente trabalho justifica-se em estudar e avaliar as técnicas de reúso das águas cinzas e do aproveitamento de águas pluviais, de forma tal que se possa diminuir a demanda do consumo crescente de água potável, que vem causando uma grave crise hídrica no planeta. Outras alternativas do uso da água merecem atenção, devido à necessidade de manutenção da água doce no mundo, que é de grande relevância em função da possibilidade de não perdermos esse bem tão precioso, que é a água, a mantenedora da vida no nosso planeta.

Em virtude dos aspectos supramencionados, elaborou-se a questão problema que norteia e orienta este trabalho : De que forma o reúso da água e do aproveitamento poderão contribuir na manutenção e preservação da água potável no mundo?

Diante desse contexto, percebe-se a importância da busca por fontes alternativas para o uso da água. O aproveitamento da água pluvial e reuso das águas cinzas se apresentam como possibilidades que visam a conservação de água disponível para o uso humano. Assim, esta pesquisa tem como objetivo geral abordar a importância do reúso das águas cinzas e aproveitamento das águas pluviais, por

meio do seu uso racional. Por conseguinte, os objetivos específicos deste trabalho são: Apresentar as formas de reutilização e aproveitamento da água ; Descrever a importância da água, sua disponibilidade, bem como seu consumo controlado e citar de , forma explicativa, as aplicações do reúso das águas cinzas e do aproveitamento das águas pluviais, nos setores domésticos, industriais e agrícolas.

Este estudo tem por método a pesquisa bibliográfica, que irá contribuir como um aporte de conhecimento mais qualificado e científico aos alunos, pois é, segundo Fogliatto (2007), aquela pesquisa que agrega idéias adquiridas de diversas fontes, visando construir uma nova teoria ou nova forma de se apresentar a um assunto já conhecido.

Os artigos científicos, periódicos e teses serão as fontes de pesquisa deste estudo e que serão trabalhados a questão da importância do reúso das águas cinzas, o aproveitamento das águas pluviais, bem como seus efeitos positivos na preservação e manutenção da disponibilidade da água potável no planeta.

2 A IMPORTÂNCIA DA ÁGUA : HISTÓRICO, CONCEITOS DE USO E REÚSO

No âmbito de promover a gestão sustentável da água e uma melhor eficiência de sua serventia, a identificação dos usos finais figura como uma medida muito importante. O conhecimento detalhado do consumo em um ponto de água e sua relação com o consumo total na localidade, somado ao conhecimento das características dos aparelhos hidrossanitários, permite avaliar e projetar com maior precisão redes hidráulicas, diminuindo perdas de água e implantando formas de reuso mais eficazes (MATOS ET al. 2017).

No Brasil, a caracterização dos usos finais do consumo doméstico de água ainda está na sua infância e dados generalizáveis até esse momento não foram produzidos. Um estudo analisou um apartamento de baixa renda em São Paulo (ROCHA, et, al, 1998), outro estimou os usos-finais do consumo de água para duas casas (GHISI e FERREIRA, 2007) e três prédios residenciais no sul do países e (BARRETO, 2008), realizou medições em sete residências em São Paulo como faixa de consumo mensal entre 15-20 m³ / mês.

Ao considerar a possibilidade de adaptar o estoque de edificações residenciais existentes em Brasília para o aproveitamento de águas pluviais ou o reúso de águas cinzas como fonte alternativa de abastecimento de água não potável, torna-se imprescindível uma avaliação técnica, econômica e ambiental para avaliar a sua viabilidade. Diferentes estudos em países desenvolvidos avaliaram os custos e benefícios para diferentes sistemas prediais de água não potável (MUSTOW et, al, 1997; BREWER et, al, 2001; ROEBUCK et, al, 2010).

A utilização de águas resultantes de sistemas de condensação não se encontra discriminada na grande maioria das legislações dos países que fazem uso de sistemas alternativos de abastecimento nem se encontra regulamentada no Brasil. Portanto a revisão será centrada no levantamento de leis e normas acerca do aproveitamento de águas pluviais e outras modalidades comuns de reuso. Importante notar que as principais diferenças encontradas se devem ao fato de cada país procurar adaptar os parâmetros para a realidade física de seu território e para os usos pretendidos por sua população (SENA, Ricardo de Almeida, 2018).

Atualmente, cerca de 20% da população mundial não tem acesso regular à água potável e aproximadamente 40% não dispõem de uma estrutura adequada de saneamento básico (ANA, 2005). A crise hídrica é uma crise diferente de tantas outras já enfrentadas na esfera energética, econômica ou política. Assim, mesmo um país como o Brasil que detém aproximadamente 18% de toda a água doce do planeta, sendo 11% oriunda de

precipitações em seu próprio território e 7% água que entra em território brasileiro através de rios originados em países vizinhos (ANA, 2005) enfrenta, graças às sazonalidades e heterogeneidades da natureza, historicamente problemas de estresse hídrico em algumas regiões, como a região do semiárido que se estende do norte de Minas Gerais até a zona da mata nordestina.

A concentração dos recursos hídricos, no Brasil, se faz sentir fortemente com a região norte do país concentrando aproximadamente 68% de seu volume enquanto a região nordeste, com uma área de aproximadamente 40% da região norte, possui apenas 3% do total (ANA, 2014).

O resultado de tantos problemas se faz sentir sobre toda a população com a diminuição da água disponível para o abastecimento, gerando desconforto e alterando a rotina das famílias, levando à deterioração da qualidade ambiental e se refletindo sobre a qualidade de vida de todos os cidadãos e causando maiores dificuldades na captação e tratamento da água levando à elevação dos custos pagos por toda a sociedade. Os impactos se fazem sentir ainda mais fortemente sobre a população mais pobre, comumente mais exposta às péssimas condições sanitárias e às doenças associadas. É também sobre esta camada da população que os inevitáveis aumentos da tarifa de água, resultantes de seu tratamento mais caro, produzem maiores danos e levam muitas vezes a busca por alternativas inadequadas de abastecimento expondo as pessoas aos perigos inerentes a fontes sem qualquer controle da qualidade ou da segurança sanitária (SENA, 2018).

Segundo MIERZWA e HESPANHOL (2005), o reuso da água corresponde ao uso de efluentes, tratados ou não, para fins benéficos, tais como irrigação, uso industrial e fins urbanos não potáveis. Pressupõem dois sobretudo o direcionamento de reservas de água de menor qualidade, seja por suas características químicas, físicas ou biológicas, para os usos menos restritivos. Portanto, o reuso não potável de água pode ser feito objetivando suprir a demanda em locais que, rotineiramente, utilizam água potável, com diferentes necessidades e associações. Entre elas estão a reserva de proteção contra incêndio, irrigação de jardins ao redor de edifícios, residências e indústrias, gramados, árvores e arbustos; lavagem de pisos e calçadas, entre outros (COSTA & JÚNIOR, 2005).

O reuso constitui-se assim, em uma alternativa plausível para a satisfação de tais demandas e segundo WENDEL e KNUDSEN (2005), libera a água de melhor qualidade para usos mais nobres e evita-se o desperdício de água. Assim o reuso de água para fins não potáveis, a captação e aproveitamento não potável de águas pluviais, os tratamentos de efluentes para reutilização em processos industriais tornam-se cada vez mais importantes e mais presentes. A reutilização de água residuária vai tomando corpo e se

tornando uma fonte viável de recursos hídricos e de economia de recursos financeiros (SENA, 2018).

Com relação ao Brasil, na região nordeste, uma iniciativa de parceria entre organização não governamental e o governo criou o Programa Um Milhão de Cisternas – P1MC. O projeto objetiva, através da construção de tanques de blocos de concreto pré-fabricado ou arame e cimento, formar uma infraestrutura descentralizada de abastecimento para a população de baixa renda do semiárido. Favorecendo assim inúmeras pessoas da zona rural que não possuem acesso ao sistema público de abastecimento, fornecendo a elas uma fonte de água potável para o uso doméstico. Desde que surgiu, em 2003, até os dias de hoje, o P1MC construiu 499.387 cisternas, beneficiando mais de 2 milhões de pessoas (ASA, 2014). Com relação ao Brasil, na região nordeste, uma iniciativa de parceria entre organização não governamental e o governo criou o Programa Um Milhão de Cisternas – P1MC. O projeto objetiva, através da construção de tanques de blocos de concreto pré-fabricado ou arame e cimento, formar uma infraestrutura descentralizada de abastecimento para a população de baixa renda do semiárido. Favorecendo assim inúmeras pessoas da zona rural que não possuem acesso ao sistema público de abastecimento, fornecendo a elas uma fonte de água potável para o uso doméstico. Desde que surgiu, em 2003, até os dias de hoje, o P1MC construiu 499.387 cisternas, beneficiando mais de 2 milhões de pessoas (ASA, 2014).

Dentro deste contexto, faz-se necessário aprimorar estudos referentes à conservação de água potável. Existem várias maneiras de se conservar água, duas delas são: aproveitar águas pluviais e reutilizar águas cinza para consumos não potáveis. Segundo HESPANHOL (1997), o conceito de substituição de fontes se mostra como uma alternativa para atender demandas menos restritivas, deixando as águas de melhor qualidade para usos mais nobres como abastecimento doméstico.

PHILIPPI (2003) afirma que uma das alternativas que tem demonstrado bastante eficácia na conservação de água potável é o reuso de águas servidas que é um importante instrumento de gestão ambiental do recurso água e detector de tecnologias já consagradas para a sua aplicação. Segundo ANA et. al (2005), incentivos de conservação de água potável como o reuso de águas cinza para a limpeza de vasos sanitários resultaria numa economia de 1/3 do volume necessário para atender o consumo doméstico. Reusar água é aproveitar a água residuária recuperada, através da remoção ou não de parte dos resíduos por ela carregada em uso anterior, e usá-la novamente em aplicações menos exigentes que o primeiro uso, encurtando assim o ciclo da natureza em favor do balanço energético (METCALFF & EDDY, 2003).

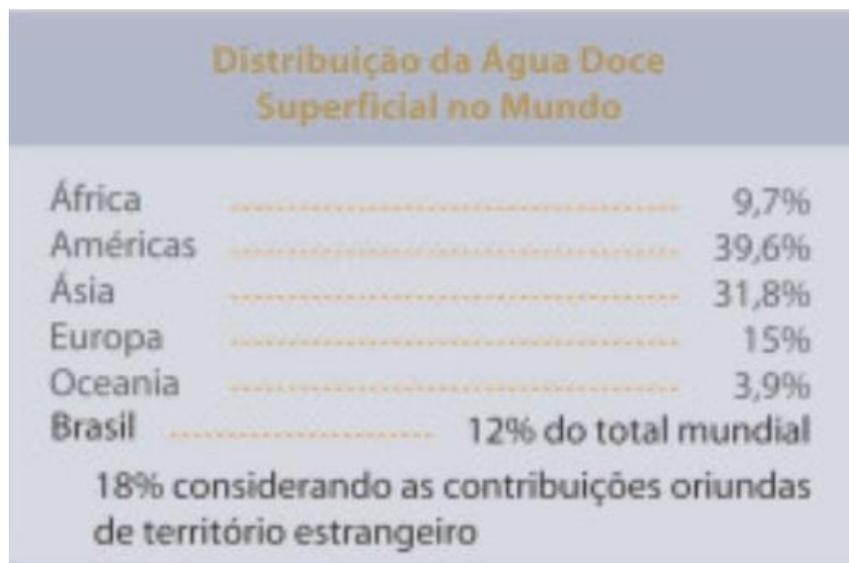
3. REÚSO DA ÁGUA : SUA IMPORTÂNCIA, HISTÓRICO E CLASSIFICAÇÃO

3.1. Histórico e conceituações

A água é a nossa maior fonte de vida no planeta, mas não é inesgotável e por isso a sua manutenção é essencial para sustentabilidade de todas as pessoas. De toda a sua superfície, 3/4 da sua superfície é ocupada por água, sendo que apenas 3% é de água doce. O direito humano à água está bem descrito nos artigos 3º e 25º da Declaração Universal do Direitos Humanos da ONU, que foram instituídos em 1948. Mas a sua explicitação só foi implementada em 2010, por meio de diversas negociações na comunidade internacional, em que foi instituída a Resolução 64/292, afirmando que “O direito à água potável é um direito humano essencial para o pleno gozo da vida e da humanidade” (UNITED NATIONS, 2010a, p. 3, tradução própria).

O decréscimo gradativo da disponibilidade de água por habitante está se tornando um problema global, visto que essa distribuição desigual em diferentes regiões do planeta, possibilitou a escassez desse recurso hídrico em muitos países, números estes que podem ser observados na figura 1 abaixo, que mostra o percentual de distribuição de água doce do Brasil em relação ao mundo :

Figura 1 Distribuição de água doce no mundo



Fonte : ANA (2009)

Como se pode observar bem na figura acima que o Brasil, em particular, é até os dias de hoje, é o país que mais tem água doce em abundância, mas o desperdício, a poluição dos rios e dos lençóis freáticos, poderão comprometer essa reserva. Baseando-se nessa escassez, Ghisi (2006), pôde fazer um estudo estimado na

disponibilidade de recursos hídricos até 2100 em várias regiões do Brasil, em que apontaria que as regiões Nordeste e Sudeste terão uma disponibilidade hídrica bem inferior à 2000m³ per capita, assim que chegar em 2050. Mas seu estudo vai além, afirmando que poderá atingir a metade até o ano de 2094.

De forma conceitual, Fernandes et al. (2006) apresentam o reúso da água como sendo o aproveitamento da água que é destinada a diferentes propósitos, quando ela passa por um tratamento adequado, com a finalidade de se preservar os recursos hídricos existentes em nosso planeta, garantindo assim a sustentabilidade. Já Hespanhol (2003) apresenta como sendo uma boa alternativa de se usar uma água que não seja boa qualidade. Lorenzo (200), por sua vez, trata o reúso da água cinza como sendo o processo em que água, sendo tratada ou não é reutilizada para a mesma ou outra finalidade.

Moruzzi e Oliveira (2010) asseveram que o reúso da água é classificada em diversas categorias, dependendo de suas aplicações e finalidades, sempre obedecendo as normas reguladoras da Organização Mundial de Saúde (OMS), sendo apresentadas da seguinte forma :

- Reúso indireto : É quando a água é despejada num corpo d'água, logo após uma ou mais utilizações, quer seja de uso industrial ou doméstico, podendo ser superficial ou subterrâneo ;
- Reúso direto : É quando se aplica esgotos tratados em indústrias e na agricultura. Nesse caso, o efluente deve seguir os padrões de qualidade do solicitante ;
- Reciclagem interna : Neste caso, a água é aplicada apenas com a função de reduzir os custos de sua própria extração, controlando assim a poluição ;
- Reúso potável direto : É quando se submete os esgotos brutos a tratamentos extremamente avançados até se atingir a qualidade exigida pelo solicitante. Esse sistema é inviável no Brasil, por ter muitos recursos hídricos e por esse sistema ser extremamente caro.
- Reúso potável indireto : Sistema em que os esgotos são lançados em corpos d'águas superficiais ou subterrâneas, de modo que se possa diluir todos os seus poluentes e suas cargas orgânicas, sendo assim coletados a jusantes em estações de tratamento e depois serem oferecidos à população como água potável.

Mesmo em meio aos desafios e dificuldades na implementação do sistema de reúso Souza (2015) apresenta algumas vantagens tanto econômicas como ambientais,

da seguinte forma :

- Redução significativa da forte demanda sobre os corpos hídricos, possibilitando assim uma aplicação mais sustentável dos mesmos ;
- Diminuição na demanda da água a ser tratada pelas estações de tratamento de água, bem como também na demanda de esgoto tratado pelas Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) ;
- Diminuição nas despesas dos processos ligados ao tratamento de esgoto para as concessionárias, por meio da redução do consumo de água potável e
- Despertamento da consciência ambiental dos usuários, no tocante ao uso da água de forma bem mais sustentável.

3.2. Reuso da Água cinza

As águas cinzas são classificadas por Henze & Ledin em duas categorias distintas, a saber : águas cinzas claras e águas cinzas escuras. É considerada água cinza clara, toda água residuária proveniente dos chuveiros, de lavatórios, tanques e máquinas de lavar. Já a água cinza escura é toda aquela que provém da mistura da pia da cozinha e da máquina de lavar pratos. Já Otterpohl (2001) classifica as águas residuárias da seguinte forma, como descrito abaixo :

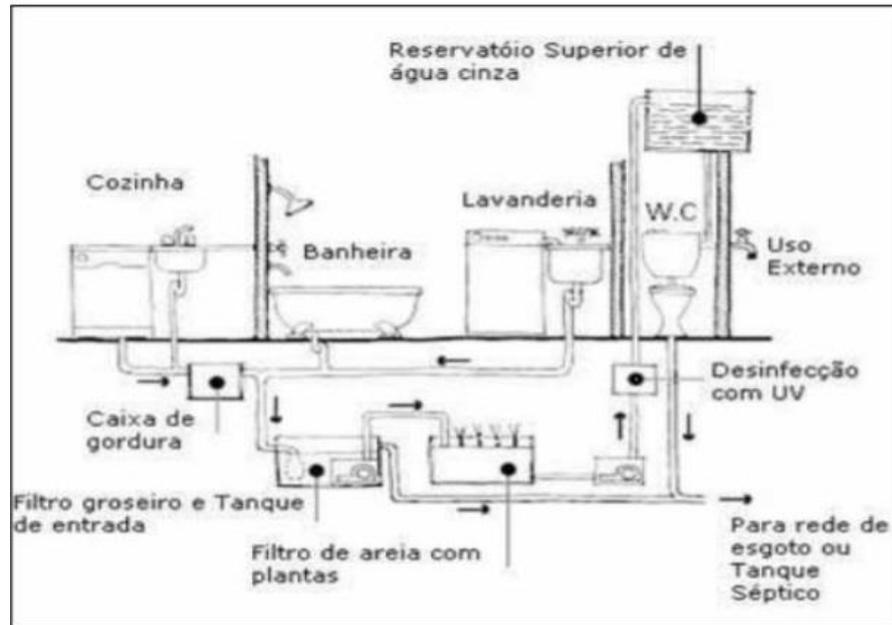
- Águas negras (blackwater) : águas provenientes de resíduos de vasos sanitários, de urinas, papel higiênico, dentre outros utensílios sanitários ;
- Águas cinzas (greywater) : são águas excludentes do efluente que são misvenientes dos vasos sanitários ;
- Águas amarelas : águas que são efluentes exclusivamente das urinas e
- Águas marrons : águas que são efluentes exclusivamente das das fezes.

Bazzarella (2005) alerta sobre a possibilidade de contaminação por parte do reúso das águas cinzas, ressaltando a necessidade de se fazer a separação das tubulações hidráulicas, que são oriundas do sistema de tratamento do abastecimento de água potável da concessionária, no sistema de separação de cores. Quanto a esses cuidados Brasil (2005) apresenta uma série de procedimentos que deverão ser tomados, de forma tal que se possa dirimir todos os problemas no tocante a uma possível contaminação, que são :

- O sistema deve ser identificado por meio das cores ou outras formas de identificação
- O Sistema precisa ser independente do sistema de abastecimento de águas potáveis;
- Os lugares que dão acesso precisam estar restritos com suas adequadas identificações;
- Há a necessidade de se capacitar as pessoas que são as responsáveis pelo sistema de reutilização e
- Os reservatórios responsáveis pelo armazenamento precisam estar bem especificados.

A pronta responsabilidade, respeito e obediência aos procedimentos supracitados poderão evitar que águas tratadas deixem de ter problemas com odor, podendo causar danos à saúde pública da população. Todo esse cuidado com a manutenção da qualidade das águas cinzas se dá por meio da NBR8.160 (1999), que trata das exigências e recomendações referentes às formas como serão conduzidos os projetos, tanto na execução como na manutenção dos sistemas de esgoto, bem como todo o andamento do projeto, levando-se também em consideração os aspectos físicos, a temperatura, a turbidez e a concentração de sólidos, para cada tipo de reúso. Cada um destes tem sua parcela de contribuição no reúso das águas. A temperatura contribui no sentido de se permitir o desenvolvimento dos microrganismos ; a turbidez e a concentração de sólidos causam diversos transtornos em relação aos entupimentos das tubulações que carregam os efluentes. A figura 2 abaixo ilustra, de forma bem prática, do funcionamento do processo de reúso de águas cinzas :

Figura 2 Processo de reúso de água cinza.



Fonte : Peters (2006).

O que se observa na foto acima apresentou um conjunto de procedimentos que perpassa desde a cozinha e por todas as etapas de caminho da água, de modo que não venha a contaminar a água a ser reutilizada. Alves et al. (2009) ressalta muito bem a positiva contribuição das águas cinzas na redução do consumo residencial de água potável, reduzindo também, de forma bem significativa, o volume de contaminantes do solo e dos corpos d'água. Os autores ainda afirmam que a redução é muito mais significativa em edificações de grande porte, visto que o reúso das águas se apresenta como uma alternativa bem mais atrativa, economicamente falando, do que o uso de águas fluviais.

Dentre os muitos cuidados que se deve ter no processo de reúso de águas cinzas, o Portal de Tratamento de Água (2017) elenca os seguintes cuidados : não ingerir a água cinza, não dar banhos em animais domésticos, não regar plantas, caso tenha cloro ou alvejantes na água, não utilizar para tomar banho e evitar contato direto com a pele. Caso a água estiver bem esterilizada, sendo aplicadas em bacias sanitárias, o processo de reúso de águas cinzas torna-se bastante eficaz, que se enquadra, segundo May e Hespanhol (2006), como um reúso não-potável, podendo ser aplicado em irrigações de jardins, lavagem de calçadas, de carros e de quaisquer locais dentro ou fora das residências.

3.3. Aproveitamento das Águas Pluviais

É extremamente observar que, tanto as águas cinzas como as águas das chuvas têm grandes potenciais de reuso com fins não potáveis, desde que passem por devidos e regulares tratamentos. Baseando-se nisso, Otterpohl (2001) afirma que as águas pluviais poderão ser muito bem aproveitadas em edificações residenciais, condomínios, instalações industriais e comerciais, desde que sejam atividades que não causem riscos diretos com o corpo humano, tais como lavagens de pisos, de carros e calçadas, irrigação de canteiros de plantas, entre outras atividades.

Conforme a UNESCO (2015) os países que ficam em regiões próximas à linha do Equador são bem mais propícios para o aproveitamento deste tipo de água, devido à frequência pluviométrica ser muito mais intensa do que em outras regiões do planeta. Já Orsi e Sarubo (2015) afirmam que, diferentemente das águas cinzas, que são geradas de forma constante, as águas pluviais dependem do regime pluviométrico da região, assim como também dos fatores climáticos, meteorológicos, topográficos, época do ano e localização geográfica.

O sistema de coleta e aproveitamento das águas pluviais em edificações, segundo May (2009), é composto da seguinte forma :

- Área da coleta : É um dos fatores que irá determinar a quantidade de águas pluviais que poderão ser armazenadas, incluindo a precipitação atmosférica do local, o coeficiente do escoamento superficial e o fator de captação ;
- Condutores : É um sistema composto com calhas (condutores horizontais) e condutores verticais, que fazem o transporte das águas pluviais até o sistema de armazenamento ;
- Sistema de descarte da água de limpeza do telhado : Usado para se fazer a coleta das águas, por meio de áreas impermeáveis, assim como os telhados ;
- Armazenamento : Sistema composto por um ou mais reservatórios, que são usados para armazenar as águas pluviais. É possível determinar o volume mínimo do reservatório de acumulação de águas pluviais, caso sejam conhecidos a área da coleta, a precipitação média da região e a demanda mensal e
- Tratamento : O sistema de tratamento depende diretamente da qualidade da água a ser coleta e do seu uso específico. Dependendo da tecnologia que será adotada, há a possibilidade de o custo de implantação ser baixo, melhorando muito a eficácia do aproveitamento das águas pluviais.

De acordo com Souza (2015), as principais vantagens da implantação do sistema de aproveitamento de águas pluviais estão elencadas da seguinte forma :

- Redução da vazão de contribuição dos sistemas de drenagem urbana, o que diminui de forma significativa a possibilidade de enchentes ;
- Menor carga de poluentes do que nas águas cinzas, o que torna uma alternativa bem mais atrativa ;
- Diminuição da poluição difusa, reduzindo assim o volume das águas a serem lançado nas ruas, bem como uma diminuição no carreamento de poluentes provenientes das cargas das águas das chuvas e dos contaminantes presentes nos solos ;
- É capaz de proporcionar uma economia da ordem de mais 40% em atividades domésticas e de 65% em atividades agrícolas

Mesmo tendo um grande potencial econômico, o aproveitamento das águas pluviais apresentam uma série de fatores, apresentados por Mendonça (2004), que precisam ser considerados na captação de águas pluviais, que são a seguir :

- Deve-se considerar os riscos que envolvem a operação do sistema de aproveitamento ;
- Deve-se fazer o diagnóstico da qualidade da água da chuva na região ;
- Deve-se fazer uma análise dos custos da operação ;
- Determinação do tipo e nível do tratamento a ser aplicado ;
- Determinação do potencial pluviométrico da região, bem como das vazões de consumo e
- Busca por uma legislação e normas técnicas, que possam estabelecer parâmetros com sistemas eficientes de aproveitamento das águas pluviais.

O que se pode verificar na questão do aproveitamento das águas pluviais são os desafios apresentados, pois mesmo que seja um sistema capaz de promover um ótimo custo benefício socioeconômico, Blum (2003) alerta sobre os riscos que precisam ser observados em sistemas de reuso de água, pois mesmo que seja de uma fonte de água diferente das águas cinzas, as águas pluviais, seguem na mesma linha. A respeito desses requisitos mínimos, o Manual de Conservação e Reúso da água de ANA et. al (2005), apresenta na tabela abaixo, os requisitos básicos, para algumas finalidades do reuso de águas.

Mediante a todos esses pré-requisitos, May e Prado (2004) afirmam que a qualidade do tratamento da água pluvial irá depender da destinação final a qual será dada a ela, visto

que em tratamentos simples, são usados sedimentações naturais, floração, filtração simples, procedimentos sem muitas complexidades, mas se for para consumo humano, os processos serão bem mais complexos, em que envolverão até a desinfecção por ultravioleta ou osmose reversa. Na figura 3, observa-se os procedimentos do aproveitamento das águas pluviais em um ambiente residencial :

Figura 3 Aproveitamento de água pluvial residencial



Fonte: <http://www.clareando.com.br/interno.asp?conteudo=solucoes>

No sistema acima, para que se possa compor o sistema, é necessário inserir alguns dispositivos, para que se possa fazer um tratamento eficiente da água, por meio da filtração e da desinfecção da água. A sua qualidade irá depender da forma como ela será tratada e da finalidade do seu reuso. Em relação a isso, Tucci (2007) recomenda o uso das águas pluviais com ótima opção para um reuso não-potável, mas alerta sobre a sua pouca contribuição no controle dos alagamentos.

4. APLICAÇÕES DOS SISTEMAS DE REÚSO DE ÁGUAS CINZAS E DO APROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS

Tanto o reúso da água como o seu aproveitamento traz muitos benefícios na redução da demanda das águas subterrâneas disponíveis, aprimorando na eficácia de proteção do meio ambiente, na economia energética e na redução de investimentos em infra-estrutura. Esse uso eficiente da água é bem apresentado por Hespanhol (2002), ao falar do combate incessante às perdas e desperdícios hídricos e energéticos nos sistemas de abastecimentos. O autor afirma ainda que o abastecimento de água potável não pode estar focado unicamente em seu objetivo principal, que é de usar a água para irrigação, descargas em banheiros e demais usos. Deve-se ter, também, um olhar para o reúso ou por águas recicladas.

Essa atividade de se usar a água para fins não-potáveis não é tão atual, pois segundo Leite (2003), desde tempos remotos, isso já se vem feito, como o exemplo do Japão, que na década de 1950, uma fábrica de celulose passou a usar um efluente secundário em uma instalação de tratamento de águas. Na ocasião, o país estava buscando uma melhor qualidade da água, já que achavam a água de captação disponível, numa qualidade que achavam bem baixa. Leite (2003) apresenta ainda outro exemplo, no caso do Brasil, em que eram usados efluentes de algumas destilarias de álcool, com a finalidade de fertilizá-las.

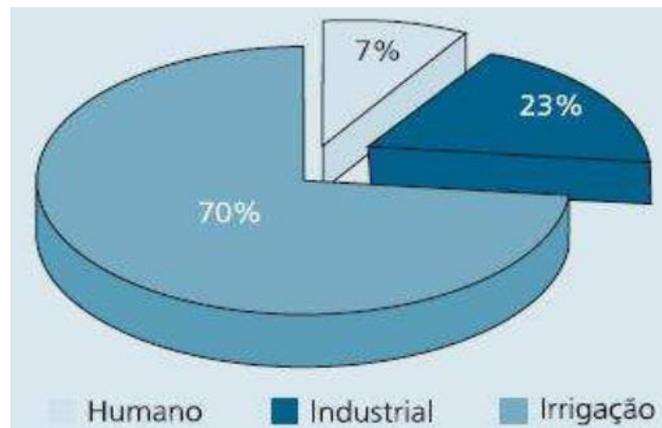
4.1 Reúso de águas cinzas e suas aplicações

É importante saber da importância do consumo da águas nas mais diversas finalidades, dada a sua extrema importância na manutenção da vida no planeta, tais como abastecimento público, navegação, pesca, uso industrial, uso agrícola e geração de energias, pois há uma certa preocupação com o uso intensivo e desenfreado da água. Isso se observa no estudo da ANA (2011), em que já existe cerca de mais de um bilhão de pessoas não têm acesso à água e 4 mil crianças morrem diariamente por doenças ligadas direta ou indiretamente com a deficiência de água.

Em relação ao reúso de águas cinzas para diversas aplicações, Chiavegatti (2013), elenca uma série de aplicações muito comuns do reúso de águas, nas 3 modalidades mais indispensáveis, que são : fins urbanos ou domésticos, industriais e agrícolas, como está bem descrito na figura 4 , em que mostra a taxa de consumo de cada um desses 3 setores:

:

Figura 4 Consumo de água por atividade humana



Fonte: Brito, Porto, Silva (2007)

4.1.1 Reuso de água para fins urbanos

A água de reúso pode ser usada tanto para fins potáveis, como para fins não-potáveis, mas no primeiro caso torna-se bastante inviável, por causa da grande demanda de aparatos tecnológicos e aumento dos custos. Já no tocante dos fins não-potáveis residenciais, Hespanhol (2002), afirma que o reúso das águas cinzas podem tornar o empreendimento bem mais valorizado, devido ao baixo consumo da água em seus usos nobres. O que se pretende trabalhar, segundo o autor, é na eliminação dos organismos patogênicos e sua carga orgânica, que é um sistema bem menos caro, como está apresentado na figura 5 abaixo :

Figura 5 Reúso de fins residenciais



Fonte : Ramos (2002)

Dentre os mais diversos tipos de aplicações de fins domésticas, que se podem aplicar o reúso das águas, são apresentadas por Hespanhol (2002), da seguinte forma :

- Irrigação de parques e jardins, campos de futebol, quadras poliesportivas, centros de recreação e demais ambientes de usos coletivos ;

- Lavagens de veículos, tais como trens, carros, ônibus, bem como outros veículos de uso público.
- Descargas de sanitárias em banheiros públicos, edifícios residenciais e comerciais ;
- Objetos com finalidades decorativas e que usam a água de forma atrativa, tais como chafarizes, fontes d'águas artificiais.

4.1.2 Reuso de água para fins industriais

O consumo industrial é tão intenso que só perde para o setor da agricultura, que se deve ao fato do seu forte crescimento da demanda de produtos e serviços do setor. De acordo com Hespanhol (2002), na busca de reduzir os custos de seus produtos, a indústria recorre à compra de efluentes que possam gerar mais economia e um ótimo custo-benefício, por meio de decantadores e lavagens de certos equipamentos, que desoneram, de forma significativa, o custo do produto final, como se observa na figura 6, que é uma máquina formada por tanques de filtragem, decantação e floculação.

Figura 6 Processo de reúso de água cinza.



Fonte : ETAC (2020)

Nesta máquina acima, o tratamento da água é feito por um filtro biológico, em que sua superfície há uma camada de limo e os efluentes percorrem em todo seu entorno, sendo absorvido pelos nutrientes orgânicos, eliminando assim a amônia, purificando a água. Dentre as diversas aplicações industriais da água de reúso, Hespanhol (2002), cita as seguintes : torres de resfriamento, lavagem de pisos, equipamentos e veículos e produção de vapor em caldeiras.

4.1.3 Reuso de água para fins agrícolas

Bertoncini (2008) afirma que o território brasileiro apresenta uma área irrigada com cerca de 3 milhões de hectares, em que as três maiores regiões são as seguintes : Região Sul, com 35%; Região Sudeste, com 30% e Região Nordeste, com 24%. De toda essa área irrigada, apenas 40% são aproveitadas e 60% são perdidas, devido às muitas técnicas rudimentares que são aplicadas até os dias de hoje. Daí, parte-se do princípio a necessidade de se fazer o reúso da água, por meio da irrigação, conforme figura 7 abaixo:

Figura 7 Sistema de irrigação



Fonte : Proagi (2008)

Mesmo com o desperdício bem evidente Bertoncini (2008), aponta, de forma positiva, que a prática da irrigação é capaz de produzir altas produtividades nas lavouras, caso seja considerado necessário, relevante e indispensável o reúso da água para fins não-potáveis de irrigação, visto que irá evitar o desperdício de grandes quantidades de volumes de água potáveis, como, por exemplo, o uso da vinhaça como um efluente, pois ela tem 98% de água e só 2% sólido, bem como possui propriedades químicas coerentes com aquelas exigidas pelas plantações de cana-de-açúcar.

4.2 APROVEITAMENTO DAS ÁGUAS PLUVIAIS E SUAS APLICAÇÕES

No tocante ao aproveitamento das águas pluviais, Philip et al. (2006) afirmam que os fatores influenciadores que mais se destacam na qualidade da água da chuva são a localização geográfica, a presença da vegetação, a influência da carga poluidora e a composição dos materiais que formam o sistema de armazenamento e captação. Já em áreas urbanas, Tomaz (2003) comenta que a presença de alguns componentes tais como dióxido de enxofre (SO_2) e de óxidos de nitrogênios (NO) poderão alterar as concentrações naturais da água de chuva, que é vista sendo aplicada seu uso, na figura 8 abaixo, numa lavagem de carros, bem como a Tabela 1, em que se verifica a qualidade da água de acordo com o local da coleta :

Figura 8 Lavagem de carros com águas pluviais



Fonte : Favretto (2016)

Como se pode observar na figura acima, é extremamente importante o reúso de águas não-potáveis em usos não considerados nobres, pois estaremos preservando nossos mananciais de águas doces. De acordo com a SINDUSCON (2005), o uso da água da chuva para lavagem de casas precisa ter as seguintes características : não apresentar mau cheiro, não ser abrasiva, não conter sais ou demais substâncias sobressalentes após secagem e nem causar contaminação por vírus ou bactérias prejudiciais à saúde humana.

Quadro 1. Qualidade da água de acordo com o local de coleta.

Grau de qualidade	Local de coleta da chuva	Observações
A	Telhados (locais não ocupados por pessoas ou animais).	Lavar banheiros, regar plantas, pode ser destinada para o consumo humano se purificada.
B	Telhados (Locais frequentados por pessoas e animais).	Somente para usos não potáveis (lavar banheiros, regar plantas), após pequeno tratamento, não pode ser destinada para beber.
C	Terraços e áreas impermeabilizadas; Áreas de estacionamento.	É necessário tratamento mesmo para usos não potáveis.
D	Estradas; Vias férreas elevadas.	Mesmo para usos não potáveis, necessita de tratamento.

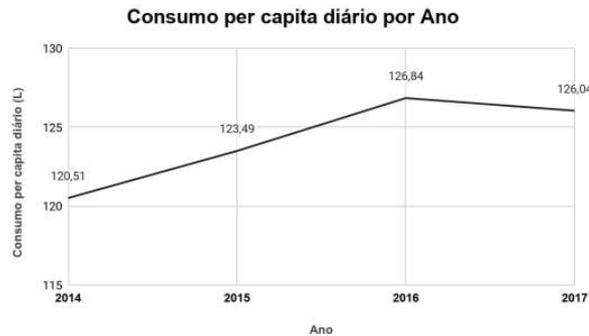
Fonte: SILVA, 2007

Como se pode observar na figura acima a qualidade da água da chuva é de extrema importância, pois segundo Kinker (2009), as finalidades de cada uso requer certos parâmetros de qualidades bem distintos, principalmente quando se trata do contato com as pessoas.

4.2.1 Estudo de caso da viabilidade de implementação do reúso da água no município de angicos, no Rio Grande do Norte

Para que se possa avaliar a viabilidade da implementação do reúso da água no município de Angicos no Rio Grande do Norte, fez-se um levantamento de dados do consumo de água, tendo como base o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística de 2010, a estimativa do número médio de habitantes em cada residência. O que se pode observar na figura 9 abaixo é que cerca de 124,1 L são consumidos diariamente por cada pessoa, levando-se em consideração a média de 3 pessoas em cada casa.

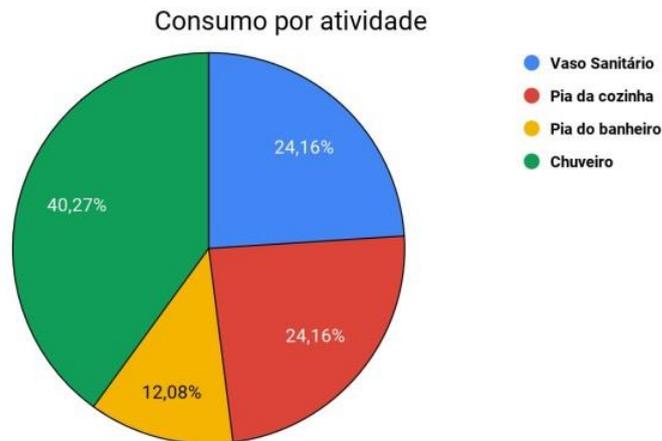
Figura 9 Evolução do consumo per capita do município de Angicos/RN por ano.



Fonte : SNIS- Série Histórica (2015)

Baseando-se nos dados acima, pode-se perceber que o consumo diário por residência é de 374, 42 L, perfazendo o total de 11.173,5 L mensais. Com base nisso, foi realizada uma análise do consumo estimado de água para os diversos usos dos cotidianos de cada uma das casas, que é apresentada de forma clara e concisa, em que se mostra a quantidade de águas cinzas que são produzidas, de modo que se venha a saber quanto deverá ser economizado em água potável, como está descrito na figura 10 abaixo :

Figura 10 Estimativa do gasto de água per capita em determinadas atividades.



Fonte : CAERN (2019)

Ao se descartar as águas da pia e do vaso sanitário, que juntos perfazem o total de 48,21%, ainda sobram 52%, que equivale a 64,15 L de todo o efluente vertido. Caso seja reaproveitado esses 52% das águas cinzas, serão economizados cerca de 192,45 L de água por residência, sendo que apenas 75 L serão reutilizadas em forma de descargas, que representa em 117,45 L de água tratada, que poderá ser usada como rega de plantas.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa pretendeu mostrar a importância do reúso das águas cinzas e do aproveitamento das águas pluviais, de modo que se possa diminuir a dependência do sistema de abastecimento, passando a usar os dois sistemas de forma consciente, regular e dentro dos padrões já pré-estabelecidos, para que assim ocasiona na redução da demanda da rede de abastecimentos.

É bem salutar observar que são necessárias ser consideradas tanto o reúso das águas cinzas como o aproveitamento das águas pluviais, por serem duas técnicas que podem criar um reforço nessa crise hídrica que o mundo está passando, já que as vantagens de seus processos poderão contribuir com a economia em diversos setores da cadeia produtiva, em especial na agricultura, em que água perdida poder incorrer em milhares e até milhões de toneladas perdidas, e também na indústria que, um pouco de economia, pode diminuir de forma significativa o preço final de seu produto.

Como foi bem apresentado nesta pesquisa, a produção de águas cinzas precisa ser aplicada de forma mais pontual, regular e constante, visto porque o uso intenso das águas potáveis estão se tornando escassas a cada ano que passa. As águas pluviais também precisam ser aproveitadas, mas sempre obedecendo os pré-requisitos às demandas de suas aplicações. Ambos os sistemas tanto de reúso como de aplicação possuem parâmetros de qualidade, capazes de suprir as necessidades das demandas de suas finalidades.

Por fim, observou-se que, a cada que se passa, torna-se mais evidente a necessidade de responsabilidade na gestão dos recursos hídricos, tanto no reúso das águas cinzas como no aproveitamento das águas pluviais, pois o importante não é pontual qual sistema é melhor do que o outro e sim analisar a melhor proposta para cada situação que se encontra o local, já que um dos fatores essenciais para o sucesso do aproveitamento é a localização geográfica e sua frequência pluviométrica. Devido a tudo isso, há a necessidade de se trabalhar em investimentos de pesquisas voltadas ao melhor uso da água, preservando sempre nossos aquíferos, lençóis freáticos e demais fontes de água doce, sempre focando um maior desempenho tecnológico, incluindo até normatizações brasileiras, que possam de fato contribuir com a preservação do nosso maior bem que temos nesse planeta, que é a água.

REFERÊNCIAS

- ALVES, W. C.; KIPERSTOK, A.; ZANELLA, L.; PHILIPPI, L. S.; SANTOS, M. F. L.; VALENTINA, R. S. D.; OLIVEIRA, L. V.; GONÇALVES, R. F. **Tecnologias de conservação em sistemas prediais**. In: GONÇALVES, R. F. (Coord.). Conservação de água e energia em sistemas prediais e públicos de abastecimento de água. Rio de Janeiro: ABES, 2009. p. 219-294. Programa de Pesquisa em Saneamento Básico. Disponível em: <www.finep.gov.br/prosab/livros/prosab5_tema%205.pdf>. acessado em 23/11/2022.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **NBR 8.160**: sistemas prediais de esgoto sanitário - projeto e execução. Rio de Janeiro, 1999.
- BARRETO, D. **Perfil do consumo residencial e usos finais da água**. Ambiente Construído n, 8 n.2, p.23-40, 2008.
- 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. Disponível em:<http://www.ct.ufes.br/ppgea/files/Bazzarella_BB_2005.pdf>. acessado em 22/11/2022.
- BERTONCINI, Edna Ivani. **Tratamento de efluentes e reuso de água no meio agrícola**. Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária. Junho de 2008. Departamento de gestão estratégica. São Paulo: 2008. Disponível em <http://www.dge.apta.sp.gov.br/publicacoes/t%26ia/T&IAv1n1/Revista_Apta_Artigo_118.d> f>. acessado em 21/11/2022.
- BLUM, José R. C. **Crítérios e Padrões de água residual depurada**. *apud* MANCUSO, P.C.S; SANTOS, H.F dos (Editores). Reuso de água. 1ed. Barueri, SP: Manole, 2003.
- BRASIL, – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS; FIESP – FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO; SindusCon-SP – SINDICATO DA CONSTRUÇÃO DE SÃO PAULO. **Manual de Conservação e reúso de Águas em Edificações**, São Paulo, 2005.
- _____, AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, **HIDROWEB**, www.ana.gov.br, 2009. Acessado em 25/11/2022.
- _____, AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS – ANA. **Cuidando das águas**. Soluções para melhorar a qualidade dos recursos hídricos. Brasília, DF: ANA; PNUMA; Rio de Janeiro: CEBDS, 2011. Disponível em <http://www.ana.gov.br/AcoesAdministrativas/CDOC/CatalogoPublicacoes_2011.asp>. >. acessado em 23/11/2022.
- _____- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **A Água no Brasil e no Mundo**, 2014.
- BREWER, D.; BROWN, R.; STANFIELD, G. **Rainwater and greywater in buildings: project report and case studies**. Technical Note TN 7/2001. Berkshire: BSRIA, 2001.
- BRITO, Luíza Teixeira de Lima Brito; SILVA, Aderaldo de Souza; PORTO, Everaldo Rocha. **Disponibilidade de água e a gestão dos recursos hídricos**. EMBRAPA, 2007.

CHIAVEGATTI, Caio César. **Reúso da água, benefícios para o meio ambiente e para o empreendedor**. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental), Universidade São Francisco, Campinas-SP, 2013.

CLAREANDO, Site. Disponível em: www.clareando.com.br/interno.asp?conteudo=solucoes acessado em 29/11/2022.

COMPANHIA DE ÁGUAS E ESGOTOS DO RIO GRANDE DO NORTE (Rio Grande do Norte). **ACERVO**. Disponível em: <http://www.caern.rn.gov.br/Conteudo.asp?TRAN=PASTAC&TARG=2341&AT=&PAGE=0&PARM=&LBL=reajuste>, RN, 2019. Acesso em: 26/12/2022.

COSTA, Djeson Mateus Alves da & JÚNIOR, Antônio Carlos de Barros. **Avaliação da necessidade do uso das águas residuais**. Rio Grande do Norte: CEFET, 2005.

ETAC - SOLUÇÕES SUSTENTÁVEIS. **Água cinza** - estação de tratamento de água cinza. Disponível em: <http://aguacinza.com.br/etac>, 2020. acessado em 25/11/2022.

FAVRETTO, Carliana Rouse. **Captação da água da chuva para utilização na lavagem de veículos** : estudo de caso para o município de Pelotas, RS. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária), Universidade Federal de Pelotas, Rio Grande do Sul, 2016.

FERNANDES, V. M. C.; FIORI, S.; PIZZO, H. **Avaliação qualitativa e quantitativa do reúso de águas cinzas em edificações**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 6, n. 1, p. 19-30, 2006. Disponível em: <http://www.seer.ufrgs.br/index.php/ambienteconstruido/article/viewFile/3676/2042>. acessado em 24/11/2022.

FOGLIATTO, Flavio. **Organização de Textos Científicos**, 2007.

GHISI, E. **A Influência da Precipitação Pluviométrica, Área de Captação, Número de Moradores e Demandas de Água Potável e Pluvial no Dimensionamento de Reservatórios para Fins de Aproveitamento de Água Pluvial em Residências Unifamiliares**. Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina como parte dos requisitos para participação no Concurso Público do Edital N° 026/DDPP/2006. Florianópolis, 2006.

GHISI & EDDY. **Wastewater Engineering: Treatment and Reuse**. New York: Mc Graw Hill, 2003. 1219p. MUSTOW, S.; GREY, R.; SMERDON, T. **Water conservation: Implications of using recycled greywater and stored rainwater in the UK**. Berkshire: BSRIA. 1997.

GHISI, E.; FERREIRA, D. F. **Potential for potable water savings by using rainwater and greywater in a multi-storey residential building in southern Brazil**. Building and Environment, v. 42, n. 7, p. 2512-2522, 2007

HESPANHOL, I.. **Reúso integrado à gestão de recursos hídricos bases para planejamento**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS. Vitória, 1997.

_____, I. **Potencial de reúso de água no Brasil Agricultura, Indústria, Municípios, Recarga de Aquíferos**. RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Vol 7. N°4. Universidade de São Paulo. São Paulo. 2002. Disponível em: http://www.usp.br/cirra/arquivos/prof_potencial.pdf. Acesso em: 25/11/2022.

_____, I. **Potencial de reúso de água no Brasil:** agricultura, indústria, município e recarga de aquíferos. Bahia Analise & Dados, Salvador, v. 13, n. especial, p. 411-437, 2003.

KINKER, R. S. **Proposta de implementação do aproveitamento de água de chuva em conjuntos habitacionais de interesse social:** estudo de caso. Dissertação (Mestrado em Habitação: Planejamento e Tecnologia) - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. São Paulo, 2009.

LEITE, Ana Maria Ferreira. **Reuso de água na gestão integrada de recursos hídricos.** 2003. 120 f. Dissertação (Mestrado em planejamento e Gestão Ambiental) – Programa de pós-graduação Strictu Sensu em planejamento e gestão ambiental, Universidade Católica de Brasília. Brasília. 2003. Disponível em: <http://www.btdt.ucb.br/tede/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=74>. Acesso em: 23/11/2022.

LORENO, Ângela. **“Água com Consciência”.** Disponível em: www.ecopress.org.br/eco/, 2008. Acesso em: 21/01/2022.

MATOS, A. T.; MATOS, M. P. **Disposição de águas residuárias no solo e em sistemas alagados construídos.** Ed. UFV, 371 p., 2017.

MAY, S ; HESPANHOL, I. **Caracterização e Tratamento de Águas Cinzas para Consumo não Potável em Edificações.** In: CONGRESO INTERAMERICANO DE INGENIERIA SANITÁRIA Y AMBIENTAL, 30., 2006, Punta Del Leste. Anais... Punta Del Leste : Asociación Interamericana de Ingeniería Ambiental, 2006. p. 7.

MAY, Simone. **Caracterização, tratamento e reúso de águas cinzas e aproveitamento de águas pluviais em edificações.** 2009. Tese de Doutorado em Engenharia Hidráulica - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde-17082009-082126/>, acessado em 25/11/2022.

MAY S.; PRADO R. T. A. **Estudo da Qualidade da Água de Chuva para Consumo Não Potável em Edificações.** CLACS' 04 – I Conferência Latino - Americana de Construção Sustentável e ENTAC 04, - 10º Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, São Paulo – SP. Anais....CD Rom, 2004.

MIERZWA, J.C.; HESPANHOL, I. **Água na indústria: uso racional e reúso.** São Paulo: Oficina de Textos, 2005.

MORUZZI, Rodrigo Braga; OLIVEIRA, Samuel Conceição de. Aplicação de programa computacional no dimensionamento de volume de reservatório para o sistema de aproveitamento de água pluvial da cidade de Ponta Grossa, PR. Revista de Engenharia e Tecnologia. V. 2, Nº 1, Abril/2010.

ORSI, M. C. V. L., SARUBO, R. S. **Captação e Tratamento de águas pluviais para uso não potável.** Revista SAPERE, Revista científica da Faculdade de Tecnologia de Tatuí, 2015. Disponível em: http://www.revistasapere.inf.br/download/segunda/ORSI_SARUBO.pdf, acessado em 22/11/2022.

OTTERPOHL, R. **Black, brown, yellow, grey – the new color of sanitation.** Water 21, p. 31-41, outubro 2001.

PETERS, Madelon Rebelo. **Potencialidade de uso de fontes alternativas de água para fins não potáveis em uma unidade residencial.** 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

PHILIPPI, J. A., 2003. **Introdução ao reúso de águas.** In: MANCUSO, P. C. S.; SANTOS, H. F. Reúso de águas. São Paulo: Manole, p. 6.

PROAGI, **Projetos Agroindustriais Ltda.** Disponível em: <http://www.infonet.com.br/proagi/empresa.htm>, 2008. Acesso em: 21/01/2022.

RAMOS, Manoel Henrique. **Desenvolvimento de Alternativas para a Reutilização da Água no Serviço Público Municipal,**2002.Disponível em: <http://www.semasa.sp.gov.br/Documentos/ASSEMAE/Trab_55.pdf> Acesso em 21/01/2022

ROCHA, A. L.; BARRETO, D.; IOSHIMOTO, E. **Caracterização e monitoramento do consumo predial de água.** Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água. Brasília: Secretaria de Política Urbana. 1998.

ROEBUCK, R. M.; OLTEAN-DUMBRAVA, C.; TAIT, S. **Whole life cost performance of domestic rainwater harvesting systems in the United Kingdom.** Water and Environment Journal, v.25, n.3, p.355-365. 2010.

SANT'ANA, Daniel Richard; MEDEIROS, Lídia Batista Pereira. **Aproveitamento de águas pluviais e reúso de águas cinzas em edificações** - Padrões de qualidade, critérios de instalação e manutenção. Relatório Final. Brasília, 2017. Disponível em: http://www.adasa.df.gov.br/images/storage/area_de_atuacao/abastecimento_agua_esgoto_sanitario/regulacao/reuso_aguas_cinza_aproveitamento_aguas_pluviais/reusod_2_padroes_qualidade.pdf. Acesso em: jul. 2020.

SENA, Ricardo de Almeida. **Proposta de aproveitamento e uso de águas cinzas, pluviais e de condensação das instalações do laboratório de apoio ao desenvolvimento tecnológico (IADETEC).** UFRJ, Rio de Janeiro, 2018.

SILVA, Eduardo Rosa da. **Aproveitamento de água pluvial para consumo não potável em postos de combustíveis.** Canoas. 75 p. Trabalho de Conclusão de Curso, Engenharia Civil, ULBRA, 2007.

SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos. Disponível em <http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2015>. Acesso em: 26/12/2022

SOUZA, Alyson Santos de. **Avaliação do potencial para reúso de águas cinzas e aproveitamento de águas pluviais em uma edificação comercial de grande porte.** Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária), Universidade Federal de Sergipe, Rio Grande do Sul, 2015.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de Água de Chuva** – Para Áreas Urbanas e Fins não Potáveis. Navegar Editora, São Paulo, 2003.

TUCCI, C. E. M., **Inundações Urbanas.** Coleção ABRH V, 11, Porto Alegre/ RS – Brasil, 2007.

UNITED NATIONS. General Assembly. Resolution A/RES/64/292 adopted by the General Assembly on 28 July 2010a. Disponível em: https://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/64/292. Acessado em 21/11/2022.

UNITED NATIONS EDUCATIONAL SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION (UNESCO) World Water Assessment Programme, **The UN World Water Development Report**, 2015. Disponível em: <http://www.unesco.org/new/en/loginarea/naturalsciences/environment/water/wwap/wdr/2015-water-for-a-sustainable-world/>, acessado em 21/11/2022.

WENZEL, H.; KNUDSEN, H.H. **Water savings and reuse in the textile industry**. In: OMELCHENKO, A.; PIVOVAROV, A. A.; SWINDALL, W. J. (Ed.). Modern tools and methods of water treatment for improving living standards. Amsterdam: Springer Netherlands, 2005, p. 169-189.