



FACULDADE DE EXCELÊNCIA DE JEQUIÉ
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

**REUSO DE ÁGUA EM PEQUENOS CANTEIROS DE OBRAS COMO UMA
ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL**

Water reuse on small construction sites as a sustainable alternative

Layla Andrade de Almeida¹
Zaiane Dos Santos Barreto Dias²
Rômulo Araújo Leite³

RESUMO

Este artigo aborda os mecanismos que envolvem o reuso de água em pequenos canteiros de obras como uma alternativa econômica para reduzir o desperdício na construção civil. Por meio de uma revisão bibliográfica, foram identificadas tecnologias e práticas de gestão de recursos hídricos aplicáveis a pequenas obras, incentivando o reaproveitamento de água nesses locais. Os resultados indicam que o reuso de água oferece benefícios ambientais, reduz custos e melhoram o aproveitamento dos recursos hídricos no setor. Nesse contexto, destaca-se a importância de adotar sistemas de tratamento de água combinados com práticas de gestão eficiente, além de monitorar a qualidade dos recursos armazenados para garantir o reuso seguro. Assim, a reutilização de água contribui para uma gestão hídrica mais sustentável e econômica na construção civil, ajustando-se às demandas específicas de cada projeto.

PALAVRAS-CHAVE

Reuso de água. Gestão hídrica. Impacto ambiental. Inovação tecnológica.

ABSTRACT

This article addresses the mechanisms involved in water reuse on small construction sites as an economical alternative to reduce waste in the construction industry. Through a literature review, water resource management technologies and practices applicable to small construction sites were identified, encouraging water reuse in these locations. The results indicate that water reuse offers environmental benefits, reduces costs and improves the use of water resources in the sector. In this context, the importance of adopting water treatment systems combined with efficient management practices is highlighted, in addition to monitoring the quality of stored resources to ensure safe reuse. Thus, water reuse contributes to more sustainable and economical water management in the construction industry, adapting to the specific demands of each project.

KEYWORDS

Water reuse. Water management. Environmental impact. Technological innovation.

¹ Discente do curso de engenharia civil do Centro Universitário Unex de 2024 (Unex/Jequié), e-mail: layla.almeida@aluno.unex.edu.br

² Discente do curso de engenharia civil do Centro Universitário Unex de 2024 (Unex/Jequié), e-mail: zaiane.dias@aluno.unex.edu.br

³ Professor Orientador do Centro Universitário Unex de 2024, (Unex/Jequié) MSc, e-mail: romulo.leite@ftc.edu.br

1 INTRODUÇÃO

A água é fundamental para a manutenção da vida no planeta Terra, seja para o funcionamento adequado do corpo humano, na manutenção dos ecossistemas ou na produção de alimentos para a humanidade. Segundo Paschoal (2012), além de seu valor econômico e social, um fator importante para seu uso é no desenvolvimento de diversas atividades, incluindo a indústria da construção civil, setor com grande demanda por água, que é utilizada em diversas etapas da construção e na fabricação de materiais.

Ações de racionalização de água e eliminação de desperdícios ainda não são difundidas nos pequenos canteiros de obras. Isso gera um consumo elevado, o qual é decorrente devido às duas principais funções da água: a dissolução e o transporte de vários tipos de materiais (FACHIM; SILVA, 2011). Tais funções tornam este precioso líquido um dos componentes mais importantes na produção de concretos e argamassas, além de ser um ingrediente eficiente para a limpeza e cura do concreto.

Nesse contexto, de acordo com Trindade (2019), “Consequentemente, antes de adotar-se qualquer ação, aconselha-se uma avaliação econômica dos procedimentos para a substituição do sistema que tem por objetivo reduzir o consumo de água”. A adoção de medidas que visam reduzir o uso da água ou reutilizá-la tem sido importante objeto de estudo na construção civil.

O canteiro de obras é o principal local onde as atividades da construção civil são realizadas em sua grande maioria e que causam um grande impacto no meio ambiente. Dentre esses impactos, o consumo de água se destaca como um dos mais preocupantes. Conforme aponta Morelli (2005), o aumento do consumo de água torna o reuso planejado uma necessidade básica. Essa prática deve ser vista como parte de uma atividade mais ampla, o uso racional da água, que inclui também o controle de danos, redução do consumo de água e minimização da poluição ambiental.

Dessa maneira, reuso de água em canteiros de pequeno porte representa uma estratégia relevante para promover a economia hídrica, considerando a limitação desse recurso natural em alguns locais e os altos custos associados ao uso de água potável. A prática de reaproveitar água nas atividades de construção, como na cura de concretos e limpeza de equipamentos, permite reduzir o impacto ambiental e diminuir a demanda sobre os recursos hídricos, essenciais para a comunidade. Além disso, ao incorporar essa ação, as construtoras podem diminuir custos operacionais, relacionados à aquisição e transporte, abastecimento, descarte e armazenamento, como também alinhar-se a padrões

de responsabilidade ambiental, promovendo um modelo de construção mais consciente ambientalmente.

Nesse contexto, quais são as práticas mais eficazes para implementar e gerenciar o reuso de água em pequenos canteiros de obras, visando a redução do desperdício e a preservação dos recursos hídricos? Diante disso, a pesquisa objetiva demonstrar o reuso de água como uma alternativa ambientalmente viável em diferentes etapas de execução da obra.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O método utilizado baseou-se em revisão bibliográfica de teses, artigos, monografias e outras referências, que abordam a sustentabilidade na construção civil de acordo com as NBR 16782:2019 e NBR 16783:2019. Para alcançar os objetivos propostos, analisaram-se os métodos do reuso de água como uma alternativa para reduzir o desperdício nos canteiros, com base na identificação das tecnologias e práticas disponíveis.

De acordo com a definição dada por Booth, Sutton e Papaioannou (2016), a revisão bibliográfica é um procedimento que segue um processo sistemático e rigoroso para identificar, avaliar e sintetizar evidências relevantes a fim de responder a uma determinada pergunta de pesquisa. Isso significa que a revisão bibliográfica não é apenas uma leitura aleatória de artigos, mas sim uma atividade cuidadosa que busca obter o máximo de informações possíveis a partir da literatura existente.

Nesse contexto, foram mapeadas as principais fontes de água utilizadas na construção civil e os impactos ambientais decorrentes de seu uso; além disso, realizaram-se análises sobre as tecnologias de reuso de água e suas possíveis aplicações nos canteiros de pequeno porte. Esse método, baseado nas diretrizes das normas mencionadas, proporciona uma análise reflexiva sobre o tema e incentiva a adoção de boas práticas sustentáveis para o uso consciente da água nos canteiros de obra.

Nesse sentido, esta pesquisa objetivou realizar uma revisão bibliográfica sobre o tema "Reuso de água em pequenos canteiros como uma alternativa sustentável". Inicialmente, o estudo abrangeu o período de 2019 a 2024, porém foi ampliado para o período de 1999 a 2024, devido às dificuldades encontradas na busca por artigos recentes sobre o tema.

A metodologia utilizada baseou-se na revisão de documentos relevantes para o tema, desde artigos científicos a teses e dissertações que tratam do reuso da água em

canteiros de obra. Para a pesquisa, foram utilizados bancos de dados como SciELO, Google Acadêmico e repositórios institucionais. As palavras-chave empregadas incluíram: reuso de água, impacto ambiental, tratamento de água e inovação tecnológica.

Os critérios de inclusão consideraram a relevância para o tema, a atualidade, o idioma (português), confiabilidade das fontes, os resultados encontrados nos artigos, além de uma linguagem clara e objetiva, sobre o reuso de água em canteiros de obra, em conformidade com normas como a NBR 16782:2019 (Conservação de água em edificações – Requisitos, procedimentos e diretrizes) e a NBR 16783:2019 (Uso de fontes alternativas de água não potável em edificações), que estabelecem diretrizes e parâmetros fundamentais para garantir a eficácia e a sustentabilidade das práticas de reuso na construção civil e em outros setores.

Além disso, para facilitar a organização e a análise dos dados, este artigo fundamentou-se nos autores analisados e nas conclusões de cada leitura realizada. Essa revisão permitiu uma visualização clara das informações relevantes, facilitando a identificação de tendências, lacunas no conhecimento e discrepâncias nas abordagens dos diferentes artigos.

Por fim, incluiu a análise crítica dos resultados e a síntese dos principais achados, identificando os principais sistemas de reutilização de água na lavagem de equipamentos, avaliando a eficiência da filtragem e do tratamento da água reutilizada.

A revisão bibliográfica sobre o “Reuso de água em pequenos canteiros de obra” apresentou limitações, principalmente pela ausência de estudos específicos contendo dados de pequenas obras e o quantitativo hídrico utilizado nessas construções.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. O USO SUSTENTÁVEL DA ÁGUA NA CONSTRUÇÃO CIVIL

O setor da construção civil é responsável por consumir boa parte da água disponível, ocasionando um grande desperdício. Segundo o Conselho Brasileiro de Construção Sustentável, o consumo de água potável na construção civil é de cerca de 50% da água fornecida para a região, podendo chegar a 84% em algumas regiões. Grande parte dessa água utilizada é descartada logo após o primeiro uso, agravando o consumo descontrolado de recursos naturais (CBCS, 2009).

No que diz respeito à gestão da água nos canteiros de obras, existem pesquisas e orientações sobre estratégias para reduzir e controlar o consumo. Contudo, a adoção

dessas práticas ainda não é amplamente difundida, possivelmente devido à falta de fiscalização das regulamentações em âmbito estadual e nacional.

Por definição, um canteiro de obra é um espaço de construção que pode ser temporário ou permanente. O espaço é utilizado para apoio administrativo e realização de projetos arquitetônicos. Por lei, o local deve conter abrigo, áreas de descanso e local para alimentação dos funcionários e seu tamanho depende do número de funcionários e do tamanho da obra. As obras de pequeno porte abrangem as construções unifamiliares de até dois pavimentos máximo de 250 m² (COSTELLA, JUNGES, & PILZ, 2014) e deve ter 19 funcionários em qualquer fase da obra.

Segundo a Norma Regulamentadora nº 18, que descreve as “Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção” (Brasil, 2015), a utilização de água nos canteiros de obras está relacionada com as demandas essenciais dos funcionários, e devem estar presentes nos itens básicos: refeitórios, instalações hidrossanitárias e bebedouros. De um modo geral, a água também deve estar disponível nas frentes de trabalho para atender às demandas das atividades e serviços.

Nesse contexto, surge a dúvida de como reaproveitar a água exaurida das obras e reduzir gastos desnecessários, uma vez que sua adequação não justifica o uso excessivo e irracional de água. Uma solução viável para reduzir o consumo de água seria reutilização nos canteiros de obras. Segundo Silveira (2008), o reaproveitamento ou reuso de água consiste no processo em que a água, tratada ou não, é utilizada novamente, seja para a mesma função ou para outras finalidades. Essa prática favorece economia hídrica, contribuindo para a redução do impacto ambiental.

Oliveira e Gonçalves (1999) apontam que o desenvolvimento e conscientização sustentável do uso da água no canteiro de obra estão embasados em ações que interferem no uso desse recurso natural, as quais seriam: ações tecnológicas, econômicas e sociais. Ou seja, inovações em tecnologias e sistemas que possam reduzir o consumo, implementação de subsídios e incentivos governamentais isentos de impostos para componentes de conservação de água, campanhas sociais para educar os usuários e programas educacionais para desenvolver sistemas ecologicamente corretos para reduzir a geração de resíduos, entre outras.

Para a Companhia Ambiental do Estado de São Paulo - CETESB - (SÃO PAULO, 2023), o reuso de água faz “parte de uma atividade mais abrangente que é o uso racional ou eficiente da água, o qual compreende também o controle de perdas e desperdícios, e a minimização da produção de efluentes e do consumo de água”. Nesse sentido, destaca-se

a importância dos canteiros de obras no contexto da sustentabilidade, que está pautado três pilares fundamentais: o social, o ambiental e o econômico. Esses pilares são interdependentes e formam a base para assegurar a sobrevivência do planeta, promovendo um desenvolvimento equilibrado que respeite as necessidades das gerações atuais sem comprometer as futuras.

No contexto da construção civil, aliar práticas sustentáveis como o reaproveitamento de água à gestão eficiente, é uma maneira prática de contribuir para esse equilíbrio. Essas iniciativas não apenas reforçam a responsabilidade socioambiental das construtoras, mas também criam soluções que beneficiam as comunidades e o meio ambiente, alinhando-se aos princípios do desenvolvimento sustentável.

3.2. INOVAÇÕES E TECNOLOGIAS

Para reutilizar a água exaurida, é necessário implementar um sistema de captação, armazenamento e tratamento da água. Esse sistema pode ser composto por tanques de armazenamento, filtros para remoção de impurezas e bombas para distribuição da água tratada para os pontos de consumo. É importante ressaltar que o tratamento da água exaurida deve ser realizado de forma adequada para garantir a qualidade e segurança do uso da água reutilizada.

De acordo com Paula (2009), captar água diretamente de um corpo d'água implica, na maioria das vezes, em implementar técnicas de tratamento de acordo com o uso ao qual a água será destinada, devendo ser respeitados e resguardados a legislação vigente, a saúde humana e o meio ambiente. A seguir, estão listadas algumas etapas que podem ser seguidas para realizar o armazenamento de água reusada no canteiro de obras:

- I. Identificação das fontes de água disponíveis: é importante identificar as fontes de água disponíveis no local da obra, como água de chuva, água de lençol freático, água de reuso de outras etapas do processo construtivo, entre outras.
- II. Identificar a quantidade de água necessária: é importante identificar a quantidade de água que será necessária para as diferentes atividades da obra, como preparação de concreto e argamassa, irrigação de áreas verdes, limpeza de equipamentos, entre outras.
- III. Definição do sistema de distribuição de água: é necessário definir como a água será distribuída para as diversas etapas do processo construtivo. Pode-se utilizar bombas ou gravidade, dependendo do volume de água necessário e da altura em relação ao nível do solo

- IV. Escolher o tipo de tanque ou reservatório: é necessário escolher o tipo de tanque ou reservatório adequado para o volume de água necessário e o espaço disponível no canteiro de obras. Podem ser utilizados tanques de polietileno, PVC, fibra de vidro, aço inoxidável, entre outros.
- V. Instalar o tanque ou reservatório: o tanque ou reservatório deve ser instalado em um local adequado, com boa ventilação e de fácil acesso para manutenção. É importante garantir que o local escolhido seja seguro e não ofereça riscos de contaminação para a água armazenada.
- VI. Instalar os sistemas de entrada e saída de água: é necessário fazer a instalação de tubulações, registros, bombas e filtros para garantir a entrada de água reutilizada no reservatório e a saída para as atividades da obra. O sistema deve ser projetado para atender às necessidades específicas de uso.
- VII. Instalar sistemas de tratamento de água: dependendo da qualidade da água reusada, pode ser necessário instalar sistemas de tratamento de água, como filtros, cloradores, ou sistemas de osmose reversa. Esses sistemas ajudam a garantir que a água armazenada seja adequada para as atividades da obra.
- VIII. Monitorar a qualidade da água: é importante monitorar a qualidade da água armazenada regularmente, para garantir que ela não esteja contaminada e seja adequada para as atividades da obra.
- IX. Fazer a manutenção do sistema de armazenamento: o sistema de armazenamento de água reusada deve ser mantido em bom estado de conservação, com as manutenções regulares, como a limpeza do tanque ou reservatório, a troca dos filtros, e a verificação do estado das tubulações e registros.

3.3 TIPOS DE FORNECIMENTOS E REUSO DE ÁGUA

3.3.1 Abastecimento por poço Artesianos

Todo poço destinado à captação de água por meio da perfuração do solo é denominado poço tubular profundo. Trata-se de uma obra de engenharia que deve atender às normas 12212:2017 e 12244:2006 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e ser devidamente regularizada conforme a legislação vigente, (Perfurante, 2020).

Nos pequenos canteiros de obras, recorrer a poços semiartesianos, pode ser uma solução prática e eficiente garantir o fornecimento de água, especialmente em locais onde

a rede pública de abastecimento é limitada. Esses poços, chamados de "semiartesianos" por precisarem de um conjunto de bomba para a captação da água após a perfuração, geralmente possuem entre 20 e 60 metros de profundidade (Perfurante, 2020). A água extraída pode ser utilizada em diversas atividades, como consumo humano, controle ambiental do canteiro, realização de testes de impermeabilização e hidráulicos, além de serviços gerais e limpeza da obra (RILLO, 2006).

Contudo, perfurar um poço semiartesiano exige alguns cuidados e investimentos iniciais. Antes de tudo, é necessário realizar uma análise do solo, por meio de um estudo geológico, para garantir que a água subterrânea seja suficiente e de boa qualidade. Depois desse estudo é possível planejar a perfuração do poço e instalar o sistema de bombeamento necessário para garantir que a água seja retirada de forma eficiente. O processo de perfuração deve ser realizado por profissionais especializados para que o poço seja funcional e seguro.

Além disso, a construção de poços não é algo que pode ser feito de qualquer maneira. A legislação exige que o poço seja devidamente autorizado pelos órgãos competentes, e é fundamental que as construtoras sigam todas as normas e regulamentações ambientais. Isso garante não apenas o uso adequado da água, mas também a preservação dos recursos naturais e o cumprimento das exigências legais. Assim, ao optar por essa solução, a obra pode se beneficiar de uma fonte de água segura e sustentável, desde que siga todos os procedimentos corretos.

3.3.2. Reuso de água cinza

Água cinza é definida como o efluente gerado em residências, com exceção do esgoto sanitário. Ela inclui águas provenientes de chuveiros, pias, máquinas de lavar roupas e outras atividades domésticas. Sua reutilização desempenha um papel significativo na gestão sustentável da água, dependendo das regulamentações e técnicas empregadas.

MAY (2009), explica que a água cinza pode ser dividida em duas categorias principais: as chamadas águas cinzas claras e as águas cinzas escuras. As águas cinzas claras vêm de fontes como chuveiros, pias de banheiro e máquinas de lavar roupas, enquanto as águas cinzas escuras têm origem nas pias de cozinha e nas máquinas de lavar louça. O método para reutilização da água, exige uma estrutura de encanamentos, bombas hidráulicas e caixas d'água. A principal finalidade desse tipo de reuso é dar descarga no

vaso sanitário. A quantidade total de água cinza pode chegar a 80% do total utilizado pelo canteiro de obra (EOS, 2020).

O reaproveitamento dessa água oferece uma série de vantagens, não só para o meio ambiente, mas também para a economia e a sociedade como um todo, ajudando a conservar recursos e reduzir custos.

De acordo com Barbosa (2021), a prática de reaproveitar a água cinza em canteiros de obras pode resultar em uma redução de 30% a 50% no consumo de água, além de diminuir a geração de efluentes, o que é especialmente relevante em regiões onde não há sistemas de tratamento adequados. No contexto da construção civil, onde o consumo de água é elevado, a implementação de sistemas para o reaproveitamento desse recurso representa uma alternativa que contribui para a redução do desperdício no canteiro de obras.

Destarte, para que a água cinza seja reutilizada de forma eficiente, é necessário que o canteiro de obras adote sistemas adequados de tratamento e armazenamento. O tratamento simples, como a filtração e a decantação, pode ser suficiente para tornar a água reutilizável em atividades secundárias. O uso de tecnologias acessíveis, como filtros biológicos e sistemas de reuso descentralizado, pode ser implementado sem grandes custos, tornando o processo viável para obras de diferentes portes. Assim, além de promover a responsabilidade ambiental, o reaproveitamento também se alinha às diretrizes de gestão eficiente dos recursos hídricos, que têm se tornado cada vez mais exigidas pelas políticas ambientais.

3.3.3. Sistema de reutilização de água em métodos construtivos

A construção civil, além do elevado consumo de água potável, também apresenta um grande desperdício de águas que poderiam ser reutilizadas. Alguns testes essenciais em uma obra utilizam grandes quantidades de água, que, após o uso, são descartadas em esgoto comum, mesmo estando em condições adequadas para reuso (MURILLA; MORAES; BERNARDO, 2021). Conforme Gusmão (2015) a lavagem dos caminhões betoneira é uma atividade essencial para a manutenção da qualidade do concreto produzido, entretanto, a água utilizada nesse processo é em grande parte desperdiçada e descartada de forma inadequada no meio ambiente, causando impactos negativos.

Em um estudo realizado por Malaguti (2016), os resultados indicaram que a utilização de água de reuso e resíduos de lavagem de caminhões betoneiras não afetou significativamente a resistência à compressão do concreto usinado. Além disso, a análise

dos resíduos gerados pela lavagem dos caminhões betoneiras mostrou que eles apresentam potencial para serem reutilizados em outras aplicações na construção civil.

Já em um estudo de Corrêa e Silva e de Paula (2019) propôs uma solução para tratar e reutilizar a água residuária gerada em usinas de concreto, utilizando sementes de *Moringa oleífera* como coagulante natural para remover sólidos suspensos, turbidez e matéria orgânica da água. Os resultados indicaram que o tratamento com *Moringa oleífera* foi eficaz na remoção de contaminantes e que a água tratada apresentou características físico-químicas que permitiram o seu reuso na própria usina de concreto. A proposta apresentada pelos autores sugere uma alternativa viável e de baixo custo para o tratamento de águas residuárias e gestão sustentável da água na construção civil.

De acordo com a NBR 15900-1 (2009), a água utilizada no amassamento do concreto deve atender aos requisitos estabelecidos na norma, que incluem limites para os teores de impurezas presentes na água. A norma estabelece que a água deve ser isenta de óleos, graxas, materiais em suspensão, microrganismos patogênicos e outras substâncias que possam afetar a qualidade da mistura.

Além disso, a norma define limites para os teores de sólidos suspensos, pH, cloretos, sulfatos, alcalinidade e compostos orgânicos na água para amassamento de concreto. Esses limites são estabelecidos com base nos efeitos que essas impurezas podem causar na mistura, como alterações na trabalhabilidade, resistência e durabilidade do concreto.

Segundo um estudo realizado por Rosa, Rangel e Ibrahim (2015), um exemplo de tratamento de água consistiu em um sistema composto por decantador, filtro de areia e filtro de carvão ativado, o qual foi instalado em uma obra de construção civil e recebeu as águas residuárias geradas durante a preparação de cimento em betoneiras. Após a remoção dos sólidos em suspensão pelo decantador, as águas foram direcionadas para o filtro de areia, onde houve a eliminação de colóides e partículas finas. Em seguida, a água foi conduzida para o filtro de carvão ativado, responsável pela remoção de compostos orgânicos e inorgânicos, utilizando o carvão ativado como meio filtrante para reter as impurezas presentes na água (ROSA; RANGEL; IBRAHIM, 2015). Tal sistema de tratamento pode ser eficiente na remoção de impurezas das águas residuárias geradas durante a preparação de cimento em betoneiras, contribuindo assim para minimizar o impacto ambiental na construção civil.

De acordo com Santos (2015), a pesquisa realizada na Universidade Federal de Goiás (UFG) utilizou a *moringa oleífera* como coagulante para tratar a água residual do

concreto. O estudo desenvolvido pelo engenheiro civil Heber Martins de Paula permitiu o reuso da água utilizada na produção de concreto por meio da utilização de coagulantes químicos associados à semente da moringa oleífera. O tratamento alcançou a remoção de até 99% da turbidez da água residual, sendo que a presença de resíduos na água aumentou a eficiência do tratamento. O tempo de sedimentação variou de 15 minutos a 30 minutos, dependendo do grau de turbidez. A pesquisa foi premiada pela CBIC (Câmara Brasileira da Indústria da Construção) e envolveu a participação de professores, alunos e funcionários da usina de concreto de Catalão-GO, em parceria com a Unicamp. O estudo também buscou utilizar o resíduo sólido gerado pelo tratamento como agregado na produção de blocos de concreto para fins não estruturais.

É importante ressaltar que a viabilidade econômica do sistema depende do volume de água que precisa ser tratado, da tecnologia utilizada, do custo da energia elétrica e dos produtos químicos utilizados no processo de tratamento. Por isso, é importante realizar um estudo de viabilidade técnica e econômica antes de implementar o sistema em um canteiro de obras.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Comparação entre Tecnologias e Sistemas de Reuso de Água na Construção Civil

Com base na literatura revisada, observa-se que a adoção de sistemas de reuso de água em pequenos canteiros de obras é uma medida promissora para a construção sustentável. A seguir, são apresentados os principais sistemas identificados, juntamente com suas vantagens e desvantagens.

4.1.1 Abastecimento por poço artesiano

Vantagens: Garantem autonomia no fornecimento de água no canteiro de obra. Além disso, o custo de implantação pode ser menor do que a conexão a sistemas públicos, tornando-se uma solução acessível e econômica. A água extraída dos poços pode ser utilizada para diversas necessidades do canteiro de obras (lavagem de ferramentas, produção e cura do concreto) contribuindo para uma gestão mais eficiente e sustentável dos recursos hídricos disponíveis.

Desvantagens: A perfuração pode ter um custo elevado, dependendo da profundidade necessária e das condições geológicas locais, além de exigir manutenção regular para garantir o bom funcionamento da bomba e a qualidade da água.

4.1.2 Reuso de Água Cinza

- **Vantagens:** Potencial para reduzir até 80% do consumo de água potável no canteiro, ideal para uso em descargas hidrossanitária e atividades que não requerem água potável.
- **Desvantagens:** Necessidade de tratamento e filtragem para evitar contaminação e odores além, da demanda por estrutura de encanamento e equipamentos como bombas e reservatórios.

4.1.3 Sistema de Reutilização em métodos construtivos

- **Vantagens:** Redução de até 92,7% do consumo de água para lavagem de betoneiras e caminhões, além disso, ele é viável para o reuso da água em concretagem, uma vez que a água tratada não compromete a resistência do concreto. Essa prática também contribui para a redução dos custos operacionais e auxilia na preservação ambiental.
- **Desvantagens:** Necessidade de sistemas de tratamento e filtragem, como filtros de areia e carvão ativado, o que pode elevar os custos e a complexidade do processo. Ademais, o sistema depende de coagulantes naturais, como a *Moringa oleífera*, que podem ter custo elevado dependendo da disponibilidade.

4.2 Discussão dos estudos e autores relevantes

Cada autor analisado contribuiu para a compreensão e implementação do reuso de água no setor da construção civil. Conforme Morelli (2005), o reuso de água não é apenas uma técnica, mas parte de uma abordagem ampla que envolve o uso racional e minimização de desperdícios. Essa visão é complementada pelo estudo de Trindade (2019), que enfatiza a importância de avaliar a viabilidade econômica antes de adotar novas tecnologias de reuso. Ambos os autores destacam a necessidade de alinhar as práticas de reuso com objetivos de sustentabilidade e redução de custos.

Já Oliveira e Gonçalves (1999) argumentam que o reuso da água no canteiro de obras exige uma integração de ações tecnológicas, sociais e econômicas. A inclusão de programas de incentivo ao uso de tecnologias sustentáveis reforça a necessidade de políticas públicas que incentivem práticas de reuso.

De acordo com Pessarello (2008), a redução do consumo de água potável nas instalações provisórias e em outras áreas do canteiro de obras pode ser alcançada por meio de diversas ações, como: realização de palestras educativas para conscientização, redução da vazão nos pontos de uso, limitação do consumo nos locais de utilização e a adoção de

fontes alternativas de água, como a captação de águas pluviais. Nesse contexto, é essencial garantir o controle da qualidade da água utilizada, assegurando que ela atenda aos padrões exigidos para as atividades em questão, o que não só preserva a integridade das construções, mas também assegura a saúde e segurança dos trabalhadores.

Além disso, o uso de tecnologias e equipamentos que promovam a economia de água é uma estratégia eficiente na implementação de medidas de preservação desse recurso (COSTA; SILVA, 2016). Tais dispositivos podem contribuir significativamente para a redução do consumo, promovendo um uso mais responsável e sustentável da água nas obras.

4.3 Benefícios e Limitações dos Sistemas de Reuso

Os resultados obtidos confirmam que o reuso de água em pequenos canteiros de obra pode ser uma solução viável e sustentável. Embora existam desafios, como a necessidade de tratamento adequado e monitoramento, os benefícios ambientais e a economia gerada justificam a implementação desses sistemas.

Conforme os estudos de Rosa, Rangel e Ibrahim (2015) e Gusmão (2015), a utilização de sistemas de reuso na lavagem de equipamentos apresenta vantagens econômicas e ambientais significativas, reduzindo custos e preservando recursos hídricos. Contudo, o estudo destaca a importância de realizar uma análise técnica e econômica, pois o investimento inicial pode ser elevado.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A reutilização de água em canteiros de obras tornou-se uma prática essencial na construção civil, especialmente em um cenário global cada vez mais focado na preservação ambiental e no uso racional dos recursos naturais. Essa medida não apenas reduz o consumo de água potável. Ela também diminui o impacto ambiental relacionado ao excesso de resíduos e à exploração intensiva dos recursos hídricos, reforçando o compromisso do setor com a responsabilidade ambiental.

Esse estudo demonstra que, com a aplicação de tecnologias adequadas e um planejamento criterioso, é possível reduzir significativamente a demanda por água potável em canteiros de obras. Além de promover a sustentabilidade, essa prática minimiza os impactos ambientais no setor, contribuindo para uma gestão hídrica eficiente e para a construção de um setor mais comprometido com a preservação dos recursos naturais.

REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15900-1: **Água de lavagem de equipamentos de transporte de concreto** - parte 1: requisitos. Rio de Janeiro, 2009.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16782: **Conservação de água em edificações - Requisitos, procedimentos e diretrizes**: Rio de Janeiro, 2019

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 16783: **Uso de fontes alternativas de água não potável em edificações**: Rio de Janeiro, 2019.

BARBOSA, Larissa Duarte Alves. **Sustentabilidade na construção civil: reuso da água**. Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação, v. 7, n. 7, p. 296-301, 2021.

BOOTH, A.; SUTTON, A.; PAPAIOANNOU, D. **Systematic Approaches to a Successful Literature Review**. 2. ed. London: Sage, 2016. 329 p.

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. NR 18 – **Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção**. Brasília: Ministério do Trabalho e Emprego, 2015.

CBCS - CONSELHO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL. **Aproveitamento de fontes alternativas de água em edifícios**. 2009. Disponível em: http://www.cbcs.org.br/_5dotssystem/userfiles/posicionamentos/cbcs_ctagua_posicionamentos_aproveitamento%20de%20fontes%20alternativas%20de%20agua%20em%20edifícios.pdf. Acesso em: 27 abr. 2023.

CORRÊA E SILVA, T. A., & DE PAULA, H. M. (2019). **Gestão da água em usina de concreto: análise do emprego de Moringa oleifera no tratamento de água residuária e proposta de reuso após tratamento**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 23(12), 896-902. <https://doi.org/10.1590/S1517-707620190002.0657>

COSTA, E.; SILVA, R. Avaliação do Consumo de Água em Canteiros de Obra da Região Metropolitana do Recife. **Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada**, v. 2, n. 1, 8 nov. 2016.

COSTELLA, M. F.; JUNGES, F. C.; PILZ, S. E. **Avaliação do cumprimento da NR-18 em função do porte de obra residencial e proposta de lista de verificação da NR-18**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 14, n. 3, p. 87-102, jul./set. 2014.

EOS. **Formas de reúso de água**. EOS Organização e Sistemas, 2020. Disponível em: <https://www.eosconsultores.com.br/formas-de-reuso-de-agua/>. Acesso em: 29 mar. 2023.

FACHIM, Z.; SILVA, D. M. **Acesso à água potável: direito fundamental de sexta dimensão**. Campinas: Millennium, 2011. 97 p.

GUSMÃO, A. C. **Estudo do reaproveitamento de água de lavagem dos caminhões betoneira: pedreira um valemix**. 2011. 30 f. Monografia (Especialização) - Curso de Especialização em Construção Civil, Departamento de Engenharia de Materiais e Construção, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

MALAGUTI, V. S. **Reuso de água e resíduos gerados pela lavagem de caminhões betoneiras: análise do efeito na resistência à compressão de concreto usinado**. 2016. 129 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2016.

MAY, Simone. **As águas cinzas são classificadas em claras e escuras**. 2009. 223. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Engenharia Hidráulica e Sanitária, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3147/tde-17082009-082126/en.php>. Acesso em: 2 out. 2024.

MURILLA, B. A.; MORAES, G. A.; BERNARDO, M. D. **Reuso de água em um canteiro de obras**. 2021. 21 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Escola de Engenharia (EE), Universidade Presbiteriana Mackenzie, Higienópolis, 2021.

OLIVEIRA, L.H.; GONÇALVES, O. M. **Metodologia para a implantação de programa de uso racional da água em edifícios**. São Paulo: EPUSP, 1999. 14 p. (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/247).

PASCHOAL, R. S. **Usos da água e necessidades de tratamento para consumo humano**. 2012. 56 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2012.

PAULA, A. E. A. **Manual Água - Conservação, Uso Racional e Reúso**. Brasília: Mma, 2009. 73 p. Disponível em: <https://www.passeidireto.com/arquivo/4431709/manual-agua-conservacao-uso-razional-e-reuso-texto-final-para-internet>. Acesso em: 2 out. 2024.

PERFURANTE. **Perfuração de solo para Poços: Os tipos de poços**. São Paulo, 2020. Disponível em: <https://www.perfurarte.com.br/perfuracao>. Acesso em: 4 nov. 2024

PESSARELLO, Regiane Grigoli. **Estudo exploratório quanto ao consumo de água na produção de obras de edifícios: avaliação e fatores influenciadores**. 2008. 114 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Civil, Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008. Disponível em: <http://poliintegra.poli.usp.br/library/pdfs/36321ef2ece6a6108dbca2b017009f27.pdf>. Acesso em: 1 set. 2024

RILLO, J. **Viabilidade Econômica do Reúso da Água na Construção Civil**. Trabalho de Conclusão de Curso. São Paulo: Universidade Anhembí Morumbi, 2006.

ROSA, N.A.; RANGEL, Z.F.; IBRAHIM, E.R.B.. Implementação de Técnicas para Minimizar o Impacto das Águas Residuárias Provenientes da Preparação de Cimento em Betoneiras na Construção Civil. **Revista Petra**, [S.L.], v. 1, n. 1, p. 76-87, 30 jul. 2015.

SANTOS, Altair. **Reuso de água residual do concreto: um novo horizonte sustentável.** Cimento Itambé, [S.l.], 15 out. 2015. Disponível em: <https://www.cimentoitambe.com.br/massa-cinzenta/reuso-de-agua-residual-do-concreto/>. Acesso em: 20 de ago. de 2024.

SÃO PAULO. CETESB. **Reuso de água.** 2024. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/informacoes-basicas/tpos-de-agua/reuso-de-agua/>. Acesso em: 16 ago. 2024.

SILVA, A. P., SOUZA, T. R., & Lima, R. M. Práticas Sustentáveis no Canteiro de Obras: Redução de Consumo de Água. **Revista Engenharia Ambiental**, 2016.

SILVEIRA, B. Q. **Reuso da água pluvial em edificações residenciais.** 2008. 44 f. Monografia (Especialização) - Curso de Especialização em Construção Civil, Escola de Engenharia da UFMG, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

TRINDADE, M. **Gerenciamento de água proveniente do efluente de uma lavanderia hospitalar.** 2019. 56 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina, 2019.

ATA DE DEFESA

FACULDADE DE EXCELENCIA - UNIDADE JEQUIÉ

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

Nome do Professor Orientador
Prof. Me. Romulo Araujo Leite

Nomes dos Estudantes Orientandos
Layla Andrade de Almeida
Zaiane dos Santo Barreto Dias

Título do Trabalho de Conclusão de Curso
REUSO DE ÁGUA EM PEQUENOS CANTEIROS DE OBRA COMO UMA ALTERNATIVA SUSTENTÁVEL

Nome dos professores da banca examinadora do Trabalho de Conclusão de Curso
1. Prof. Me. Antonio Luis Neves Sousa
2. Prof. Dr. Davi Vieira Ramos de Oliveira
3. Prof. Me. Romulo Araujo Leite

Após análise do trabalho apresentado, a Banca Examinadora composta pelos professores acima identificados, considerou:

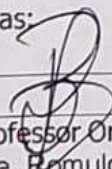
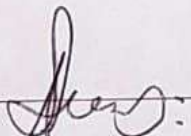
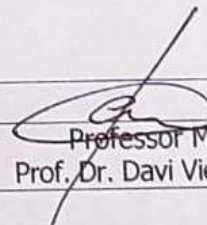
() APROVADO
(X) APROVADO COM RESSALVAS () REPROVADO

Será aprovado o Trabalho de Conclusão de Curso que obtiver a média final igual ou superior a 70 (setenta).

O resultado aprovado com ressalvas conduz o TCC a um processo de correção dos aspectos apontados como falhos pela banca examinadora. Para realizar as adequações sugeridas, os estudantes terão um prazo máximo de 10 (dez) dias corridos, a partir deste dia. Após a versão final, deve ser solicitado o procedimento de depósito, para disponibilidade no Repositório Institucional da Rede UniFTC.

Data: 25/11/24

Assinaturas:

		
Professor Orientador Prof. Me. Romulo Araujo Leite	Professor Membro da Banca Prof. Me. Antonio Luis Neves Sousa	Professor Membro da Banca Prof. Dr. Davi Vieira Ramos de Oliveira