
CARACTERIZAÇÃO DA ÁGUA CINZA PROVENIENTE DA COZINHA ESCOLAR, UMA PERSPECTIVA MICROBIOLÓGICA (*E. coli* e *Salmonella* spp.) PARA POTENCIAL UTILIZAÇÃO NA IRRIGAÇÃO DA HORTA NA ESCOLA ESTADUAL FREI EGÍDIO PARISI

Estudante(s): Maria Luiza Choquetta de Matos (maluchoquetta@gmail.com); Larissa Angélica Sousa Santos(larissa.angelicaq@gmail.com)

Orientadores: Meirielly Maria Cardoso Santos (meirielly.santos@educacao.mg.gov.br).
Escola Estadual Frei Egídio Parisi

Resumo

A água é um elemento essencial para o funcionamento dos ecossistemas. Uma vez aderida aos seres humanos, a água é vítima de uma nova perspectiva, vista como um artifício para as necessidades sociais. Conforme o consumo e necessidade da água aumenta, uma quantidade altíssima e ecologicamente anormal de água é gasta. No ambiente escolar, a necessidade de fornecimento de alimentos é elevada e como consequência o uso de água para higienização de alimentos e objetos de alimentação. Este tipo de água é chamado de água cinza e corresponde a grande parcela do volume destinado as estações de tratamento de água, demandando metodologias que utilizando produtos químicos fortes e processos que requerem água potável. Todavia, este tipo de água não apresenta grandes contaminantes que justificasse a utilização de metodologias intensas, trazendo consigo a necessidade de caracterizar este resíduo e avaliar seu potencial em reutilização. Para tanto, são necessárias avaliações em relação a sua parte microbiológica especialmente para as bactérias conhecidas como *E. coli* e *Salmonella*, comumente presentes neste tipo de água. Sob este olhar objetiva-se com este trabalho avaliar a viabilidade da utilização das águas cinzas oriundas da pia da cozinha escolar para a irrigação de espaço agroecológico no ambiente escolar com uma visão microbiológica dos potenciais patógenos ali presentes (*Salmonella* e *Escherichia coli*). Nesta tentativa, serão utilizados testes rápidos, com os métodos *Compact Dry SL*, para detectar a *Salmonella* e o *Collilert*, para identificar a *Escherichia coli*. Assim, objetivando o tratamento dessa água e seu uso no ambiente escolar.

Palavras-chave : Reuso de águas. Agroecologia. Sustentabilidade. Patógenos bacterianos.

Introdução e justificativa

Água é um elemento natural de importância inestimável para os ecossistemas e principalmente para os seres vivos. Através dos recursos hídricos é imprescindível a manutenção necessária da vida, uma vez que desempenha papéis fundamentais no organismo: eliminações de resíduos, absorção de nutrientes, efetuação de funções orgânicas (respiração, digestão, circulação sanguínea, transpiração etc.) e até mesmo para reprodução; toda criatura viva se constitui principalmente de água, e sem ela é impossível sobreviver (Bruni, 1993). , ea ainda mais Autores como Strassburg (2017) apontam que estas situações podem ser causadas pela devastação de grande parte de sua área, considerando que o bioma em questão abriga grande parte da biodiversidade vegetal do mundo.

Da mesma forma que são vitais para os indivíduos vivos, os recursos hídricos são de valor inestimável para o meio ambiente ao todo, responsáveis por conservar temperaturas elevadas a noite, reduzir as incidências dos raios solares durante o dia e, além de um solvente universal, também distribui minerais na superfície do planeta (Fracalanza, 2005).

Uma vez aderida aos seres humanos, a água é vítima de uma nova perspectiva, atribuída a atividades antropológicas, passou a ser sinônimo de um recurso comercializado, na medida que deixou de ser vista e usada apenas como repositório de vida e visto como um artifício para as necessidades e caprichos sociais, em especial, citando Castro (2021), nos âmbitos econômicos e alimentares, com importância também estratégica, militar, religiosa, simbólica, cultural e social nas civilizações antigas e atuais.

A quantidade e demanda de recursos hídricos manipulados para finalidade dessas atribuições passou a ser intensificada conforme a história da humanidade progredia, seja pelos avanços científicos ou pelo aumento populacional. Entre esses diversos tipos de atuais atribuições o consumo doméstico corresponde a apenas 6% do total. Quanto ao consumo pelo restante dos agentes (indústria e produção agrícola), estatisticamente, a irrigação corresponde a 73% do consumo de água, e 21% vão para a indústria (Barros, 2005).

No Brasil, o gasto de água em litros durante atividades de higiene, limpeza e manutenção de uma casa vão de 10 a 20 litros por pessoa dependendo da localização (urbana ou rural) diariamente; apesar da quantidade requerida para as atividades domésticas, o maior consumidor de água é a indústria, em especial as indústrias de produção alimentícia, cuja irrigação na produção de sementes e alimentação do gado (relacionado a quantidade de ração,

ou até mesmo grãos, usados para alimentar os animais e garantir seu peso para o abate), colocando o setor agrícola no pódio de maior consumidor de recursos hídricos, representando 70% de seu uso total (Oliveira et al., 2016).

Conforme o consumo e necessidade da água aumenta, a falsa concepção que se trata de um recurso ilimitado é destruída, ainda sim, uma quantidade altíssima e ecologicamente anormal de água é gasta. Apesar de sua importância para o desenvolvimento da sociedade e dos seres que a compõe, características relacionadas ao seu uso ainda não estão bem estabelecidas, principalmente em relação à água potável, visto que este bem natural caminha a cada dia para a escassez.

Dentro desta problemática, a escassez hídrica está relacionada a diferentes fatores, todos por responsabilidade da própria natureza humana, como o crescimento populacional, o desperdício e poluição de fontes hídricas, o mau gerenciamento da distribuição de água pelo planeta gera uma desigualdade que abala, particularmente, os países considerados subdesenvolvidos (Araújo et al., 2007; Victorino, 2007).

Ademais, é importante lembrar que um fator que pode impactar a poluição de recursos hídricos, o saneamento básico. Definido pela Lei Federal nº 11.445/2007 como um conjunto de serviços, modelos de infraestrutura e instalações necessárias para promoção da saúde pública do país (abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana, manejo de resíduos sólidos, drenagem e manejo de águas pluviais). O saneamento básico possui importância, principalmente em perímetros urbanos, uma vez que de acordo com Bovolato (2015), sem esses sistemas é observado aumento significativo na poluição dos recursos hídricos, devido à presença de dejetos urbanos e residenciais mal descartados.

A intensa poluição dos recursos hídricos; a deficiência no sistema de drenagem, que contribui para a ocorrência de enchentes; as precárias condições para a destinação do lixo; a diminuição de áreas verdes; a poluição do ar (Bovolato 2015), todas essas situações existem não apenas pela falta de planejamento e políticas públicas, mas também pela ausência saneamento básico.

Diante do cenário exposto, um meio identificado de se reutilizar e preservar a água do planeta, é o reaproveitamento de águas cinzas, isto é, a água empregada no dia a dia das pessoas, como ao lavar as louças, banhos, lavar as roupas e até mesmo em privadas e pias do banheiro (Moura, 2021).

Estas águas, chamadas de águas cinzas ou mesmo água residual domésticas, ainda que não para fins potáveis, pode ser reutilizada em outros ambientes, como irrigação de jardins e hortas, descarga de privadas, limpezas de piso e locais públicos. Contudo, apesar de sua aplicabilidade, a água cinza deve ser analisada para avaliação de potencial utilização, bem como, análises microbiológicas, físico-químicas e os meios que serão utilizados para tratar a água. Segundo a Associação mundial da saúde (OMS) (2022), em termos gerais, os agentes microbianos como bactérias, vírus e fungos, são os principais riscos em águas contaminadas.

Os patógenos associados a esta água podem resultar danos à saúde a depender de seu uso, os principais microrganismos associados a este tipo de água, segundo Marques e seus colaboradores (2018) são *E. coli*, *Salmonella*, *Campylobacter*, *Cryptosporidium*, *Giardia*, *Legionella pneumophila* (serotipo 1 e 2-14) e *Shigella*. Estas entidades biológicas, em seres humanos, podem causar males a depender do patógeno.

A salmonela, apresenta sintomas que incluem diarreia, náusea, dor abdominal, febre, calafrios, vômito, dor de cabeça e fraqueza (Aguiar et al., 2025); a grande maioria dos sorotipos de salmonelas são patogênicas para o homem, entretanto a carne de animais como aves, suínos e bovinos pode tornar-se veículo de transmissão de inúmeros microrganismos patogênicos; dentre eles, destaca-se a *Salmonella* spp., microrganismo este que aparece devido à operacionalização insatisfatória das diversas etapas do processamento dessas carnes.

Por outro lado, pesquisas recentes realizadas nos estados de São Paulo e Minas Gerais indicam que os principais influentes para a produção leiteira estão relacionados ao agente etiológico *E. coli*., associado à mastite, o que resulta em impactos negativos na economia do gado leiteiro, decorrentes da redução na produção; perda da qualidade do leite; altos custos dos serviços veterinários e medicamentos; queda do rendimento industrial e descarte precoce ou morte dos animais, que decorrem em aproximadamente US\$ 317,93 de vacas por ano e os prejuízos de US\$20.611,32 em propriedades no ano de 2024 (Camargo; Suffredini, 2015).

Objetivos

Objetiva-se com este trabalho avaliar a viabilidade da utilização das águas cinzas oriundas da pia da cozinha escolar para a irrigação de espaço agroecológico no ambiente, por meio do projeto extracurricular Guardiães das águas que disponibiliza ferramentas e orientação,

com uma visão microbiológica dos potenciais patógenos ali presentes, bem como apresentar estratégias para o controle deste tipo de microrganismos (*Salmonella* e *Escherichia coli*).

Metodologia

Caracterização do espaço

O experimento será conduzido na Escola Estadual Frei Egídio Parisi, localizada na Avenida Dr. Laerte Vieira Gonçalves, número 2926 no bairro Santa Mônica Uberlândia-MG CEP 38408-176. A escola atende a comunidade ao entorno, com, até o presente momento, 1.905 estudantes durante os três períodos (matutino, vespertino, noturno). Com a disposição de quatro refeições diárias, totalizando aproximadamente 117 kg de alimentos por dia sendo divididos entres os períodos de aulas, visto que nos períodos matutino e vespertino são feitos por volta de 47 quilos de comida e no noturno e feito aproximadamente 23,5 quilos sendo a quantidade menor que os dois primeiros períodos possuem, quantidade de alunos é significativamente menor.

Na escola utiliza-se nos três turnos a pia, que possui uma estrutura que direciona os resíduos da lavagem de utensílios e superfícies para a caixa de gordura, esta atua como unidade de retenção dos resíduos. Os horários prováveis, no qual, a pia é mais utilizada nos três turnos são: no período matutino entre 6:00 e 12:00, no período vespertino entre 13:00 e 17:00 e noturno entre 18:30 e 22:20. Para a lavagem dos utensílios é utilizado além de detergente neutro, que pode ser menos prejudicial a produção de compostos químicos na água, o sabão de soda, que é feito a partir da reutilização de gorduras dos alimentos (Viggiano, 2005).

Amostragem e incubação

A análise microbiológica é realizada seguindo etapas, como o preparo dos meios de cultivo, a coleta de amostras e a incubação por determinado tempo. Para isto, são utilizados os seguintes materiais:

- Placas de Petri;
- Tubos de ensaios;
- Pipetadores;
- Estufa bacteriológica;

- Método de fluorescência Collilert;
- Teste rápido microbiológico Compact Dry *Salmonella* SL;
- Lâmpada ultravioleta;
- Contador de colônias bacterianas;
- Autoclave;
- Frasco coletor de amostras.

A coleta será realizada na caixa de resíduos da instituição, durante a lavagem dos itens (pratos, alimentos e outros) com a retirada de uma amostra única com volume de 500mL de água. O fluido então será direcionado para formação de duas subamostras, uma para a *E. coli* e outra para *Salmonella*. Serão mantidas em geladeira com temperatura de 7°C até o momento de análise, então, o ambiente, laboratório de ciências será limpo, e ficará fechado por 1 hora com a luz ultravioleta em fluxo laminar.

Em seguida, será desligada a iluminação ultravioleta e acessa a lâmpada de LED. Com as mãos limpas, serão colocados os equipamentos de proteção individual (jaleco, luvas, óculos de proteção, touca e máscara). O ambiente então é preparado para recepção das amostras. Neste ponto, será homogeneizada e coletada uma alíquota de uma mL com um pipetador volumétrico e inserida dentro de placas de Petri com meio de culturas preparados para identificação de bactérias, conhecido como teste rápido, o método *Compact Dry Salmonella* sl, utilizado para a identificação de amostras.

A pesquisa de *Salmonella* spp. seguirá a metodologia do kit de detecção *Compact Dry*®. Para a *E. coli* será utilizado método colorimétrico de fluorescência conhecido como Collilert, para tanto, um sachê do método será dividido em três partes iguais (Friss et al., 2020).

A sub amostra inicial, será dividida em três tubos de ensaio (autoclavados) com tampa e nestes será inserida a porção equivalente a 1/3 do sachê, formando assim três amostras para a análises. Os testes, tanto para *E. coli* como para *Salmonella* serão realizados em três replicatas e colocadas em incubação por 24h e 48h, sucessivamente. Durante o período de incubação ambas devem estar na temperatura entre 35°C e 37°C e a umidade entre 50-75% UR.

Avaliação dos resultados

Após o período de incubação, as amostras passarão por avaliação de resultados onde serão colocadas no contador de unidades formadoras de colônias para a *Salmonella* e em uma caixa com luz ultravioleta, os tubos de ensaio. Se positivas, as amostras coletadas inicialmente na caixa de gordura passarão por um teste inicial de filtração utilizando filtros a base de areia, carvão, seixo e outros, para possível redução dos patógenos. Filtrados passarão por uma nova análise de resultados, estes serão submetidos a testes de médias através do software RStudio, para identificação dos resultados a uma significância de 5% e avaliada a eficiência do método.

Ademais a utilização do filtro, para casos positivos, será realizado testes para potencial redução de colônias bacterianas com a utilização de extratos de plantas medicinais como cravo, orégano, eucalipto, menta, alho em meio aquoso, com a utilização de antibiogramas e avaliações por meio da formação de halos de inibição.

Resultados esperados

A água cinza proveniente da pia escolar possui características e aspectos tanto físico-químicos quanto bacteriológicos. Os aspectos bacteriológicos das águas cinzas são definidos pelos patógenos presentes nessas águas, tais quais *Escherichia coli* (*E.coli*) e *Salmonella*. Segundo a organização mundial da saúde, *Escherichia coli* (*E. coli*) é uma bactéria comumente encontrada no intestino de humanos e animais de sangue quente, e *Salmonella* é um gênero de bastonetes gram-negativos pertencente à família Enterobacteriaceae e é uma bactéria ubíqua e resistente que pode sobreviver várias semanas em ambiente seco e vários meses na água.

Ambos os patógenos, assim como muitos outros, possuem o atributo de conservar-se em meios aquáticos, a qual os auxilia a permanecer em águas cinzas. Nessa lógica, patógenos primordiais para ocorrência de doenças são as bactérias, vírus e fungos. Sua presença em águas residuais, particularmente na lavagem de alimentos e louças pode ser extremamente prejudicial, caso fossem utilizadas águas cinzas no solo escolar sem que sejam feitas suas devidas avaliações microbiológicas, sobretudo pela presença de estudantes e animais.

Assim, com objetivo de eliminar os riscos de infecções por patógenos, serão articulados mecanismos de filtração, que se referem a diferentes tipos de filtros, constituído de materiais como brita e areia, que serão avaliados como potenciais redutores concentrações bacterianas presentes nas águas cinzas e torná-la acessível para irrigação do espaço agroecológico do colégio. Ademais, cabe também citar a possibilidade do uso de extratos de

plantas medicinais como tratamento adicional a filtragem, com o mesmo fim. Desta forma, além de caracterizar biologicamente a água, serão avaliados potenciais mecanismos para redução das entidades biológicas.

Conclusões

As águas cinzas provenientes da cozinha compreende grande parcela da água descartada no ambiente escolar, e possui potencial para avaliações novas aplicações. A caracterização desta água é importante para compreender os potenciais usos e redução do volume direcionado aos tratamentos convencionais de esgotos. Estudar esta possibilidade permite aos estudantes imergirem na comunidade científica bem como buscar alternativas para problemas sociais e ambientais.

O potencial desta utilização, além de uma maneira para reduzir impactos ambientais, apresentam também mecanismos para o tratamento de baixo custo e outros para redução de patógenos associados à água cinza e potencial utilização para irrigação de hortas escolares, principalmente na unidade educacional que busca alternativas para a execução da agroecologia. Ademais, sugere-se que novos estudos acerca de outros patógenos, como *Legionella*, *Giardia*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus*, *Campylobacter* e *Shigella*, que possam afetar a dinâmica do espaço sejam avaliados para a caracterização desta água e uso seguro na irrigação.

Referências

- AGUIAR, Daniella Menezes et al.** Conscientização da importância da salmonelose para consumidor de ovos. Revista Pubvet, São Paulo, v. 19, n. 4, p. 1-6, 24 mar. 2025. Mensal.
- ARAÚJO, Dhébora Thaís Soares et al.** ÀGUA: UM BEM DE VALOR ECONÔMICO. Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional, [s. l], v. 4, n. 1, p. 75-108, 2007. Quadrimestral.
- BARROS, W. P.** A água na visão do Direito. Porto Alegre: Tribunal de Justiça do Rio Grande do Sul, 2005.
- BOVOLATO, Luís Eduardo.** SANEAMENTO BÁSICO E SAÚDE. Revista Escritas, [s. l], v. 2, p. 2-15, 2015. Semestral.
- BRUNI, José Carlos.** A água e a vida. Tempo Social, São Paulo, p. 53-65, dez. 1993. Quadrimestral.
- CAMARGO, Livia Roberta Piedade et al.** Impacto causado por *Escherichia coli* na produção de animais de corte no Brasil: revisão de literatura. Journal Of The Health Sciences

Instituto: Revista do Instituto de Ciências da Saúde, São Paulo, p. 193-197, jun. 2015. Bimestral.

DIREITO–MESTRADO, E. M.; CASTRO, R. C. Paradigmas em disputa no acesso humano à água: entre a lógica.

FRACALANZA, Ana Paula. Água: de elemento natural a mercadoria. Sociedade & Natureza, São Paulo, v. 17, n. 33, p. 21-36, 2005.

LEI FEDERAL nº 11.445/2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico no Brasil. Define os serviços de saneamento básico como abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas.

MARQUES, Felipe Ramos et al. Patógenos em águas cinza: revisão. Revista Aidis, Campo Grande, v. 11, n. 2, p. 167-181, 6 jul. 2018. Quadrimestral.

MOURA, Thayane Pires Alves de. Análise crítica dos principais dispositivos legais e institucionais disponíveis no Brasil para reuso de águas cinza com fins não potáveis. Mestrado Profissional em Engenharia Ambiental (Peamb), Rio de Janeiro, p. 1-108, 5 maio 2021. Anual.

FRIIS, Line Møller. Assessment of disinfecting contaminated water bottles for reuse within potable water requirements in Tanzania. Aalborg University: Department of Built Environment, Dinamarca, p. 1-103, 31 Dez. 2020. Semestral

OLIVEIRA, Tamara Esteves de et al. O agronegócio da água. Revista em Agronegócio e Meio Ambiente, Maringá (Pr), Curitiba, v. 9, n. 4, p. 785-802, 2016. Trimestral.

SHINOHARA, Neide Kazue Sakugawa et al. *Salmonella* spp., importante agente patogênico veiculado em alimentos. Ciência & Saúde Coletiva, [S.L.], v. 13, n. 5, p. 1675-1683, out. 2008. FapUNIFESP (SciELO).

VICTORINO, Célia Jurema Aito. Planeta água morrendo de sede: uma visão analítica na metodologia do uso e abuso dos recursos hídricos. Edipucrs, Porto Alegre, p. 1-101, 2007. Anual.

VIGGIANO, Mário Hermes Stanziona. Sistema de reuso de águas cinzas. Técnica, São Paulo, p. 76-79, 13 maio 2005. Anual.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Guidelines for drinking-water quality: incorporating the first and second addenda. World Health Organization, 2022.