



**XVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL**

Popular e Solidária: a engenharia necessária para reconstruir o Brasil

**21 a 25 de novembro de 2022**

**Rio de Janeiro - RJ, Brasil**

## **Estudo de caso da instalação de cloradores de pastilha modelo EMATER, no bairro rural Pessegueiro, Itajubá-MG**

Giovanna Sales Santana, UNIFEI, giovannasantana1911@gmail.com

Ana Lucia Fonseca, UNIFEI, afonseca@unifei.edu.br

### **RESUMO**

Pelo fato de muitas vezes não serem atendidas pelas companhias de saneamento, as comunidades rurais são muito afetadas pela qualidade e a oferta de águas de abastecimento, tendo que utilizar fontes alternativas como poços/cisternas, muitas vezes contaminados. Este trabalho objetivou demonstrar a eficácia de 11 cloradores de pastilha modelo EMATER/2013, instalados em uma comunidade rural do município de Itajubá-MG. O clorador conta com a ação do cloro, em pastilhas, para a destruição das bactérias do grupo coliformes, em especial a *Escherichia coli*. A eficácia foi comprovada através de análises bacteriológicas, seguindo o método do substrato cromogênico e, a concentração de cloro livre quantificada pelo método colorimétrico, obtendo-se valores dentro dos limites expressos pela Portaria nº 888 de 2021. Assim, foi perceptível que os cloradores alcançaram resultados satisfatórios no que tange a destruição dos coliformes termotolerantes, proporcionando uma água de qualidade aos moradores.

**PALAVRAS-CHAVE:** Água de abastecimento. Clorador de pastilha. Coliformes termotolerantes.



**XVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL**  
Popular e Solidária: a engenharia necessária para reconstruir o Brasil  
**21 a 25 de novembro de 2022**  
**Rio de Janeiro - RJ, Brasil**

## **INTRODUÇÃO**

A Política Nacional de Recursos Hídricos, através da Lei Nº 9.433 de 1997 - artigo 2º, tem por objetivo assegurar às gerações atual e futura a disponibilidade hídrica necessária para seus usos em seus devidos parâmetros de qualidade. Além disso, de acordo com o objetivo 6, dos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas, tem-se como meta para até 2030, alcançar o acesso universal e equitativo à água potável e segura para todos. Mesmo com tais leis e metas, a realidade ainda é outra na maioria das cidades brasileiras, principalmente em bairros rurais e locais distantes dos centros urbanos.

Segundo dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS - de 2020, cerca de 35 milhões de brasileiros ainda não têm acesso à água tratada. Em virtude disso, em áreas rurais e pequenos municípios, a água potável geralmente é proveniente de poços, rios ou lagos, sem o tratamento adequado. Portanto, a qualidade da fonte de água desempenha um papel crítico na determinação da condição da água de abastecimento (SCHEILI et al. 2015; LI; WU, 2019).

Amaral et al. (2003) afirmam que o risco de ocorrência de surtos de doenças de veiculação hídrica na zona rural é grande, em virtude da contaminação da água captada muitas vezes em poços rasos velhos, mal vedados e próximos a fontes de contaminação como fossas e pastagens de animais. A água de escoamento superficial, principalmente no período de chuvas, é o fator que mais contribui para a contaminação da água de cisterna. Mundialmente, cerca de 2 bilhões de pessoas têm sua fonte de água potável contaminada com fezes (WHO, 2019). Assim, faz-se necessário a utilização de um sistema que melhore a qualidade da água captada, evitando problemas de saúde aos moradores.



**XVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL**  
Popular e Solidária: a engenharia necessária para reconstruir o Brasil  
**21 a 25 de novembro de 2022**  
**Rio de Janeiro - RJ, Brasil**

## Clorador

Para a água ser considerada própria para consumo, ou seja, potável, ela deve conter alguns fatores: ser límpida, inodora, leve, isenta de compostos químicos nocivos e de agentes biológicos veiculadores de doenças infecciosas e parasitárias. Por isso é necessário realizar o tratamento da água, a fim de que tenha qualidade, livre de contaminação (RODRIGUES, 2013).

Uma das técnicas desenvolvidas para a desinfecção das águas de abastecimento em propriedades rurais e, que foi usada neste estudo de caso, foi o clorador de pastilhas, modelo EMATER/2013. Tal dispositivo é feito de tubos de PVC e, tem como agente desinfetante o cloro, em formato de pastilhas. O clorador tem por objetivo forçar a passagem de água pelo depósito de pastilhas de cloro e, deve ser instalado entre a saída do poço/cisterna e antes da caixa de armazenamento de água. Assim, ao passar pelo clorador, a água entra em contato com o agente desinfetante e, posteriormente vai para a caixa d'água, pronta para ser consumida, sem a presença de agentes bacteriológicos, como a *Escherichia coli*. O clorador conta com dois registros em sua estrutura, um que controla a passagem de água que irá atravessar o equipamento e, outro que precisa ser rigorosamente ajustado, uma vez que ele é responsável pelo contato da água com o cloro. A Figura 1 demonstra o modelo do clorador.

Figura 1 – Clorador de pastilhas modelo EMATER



Fonte: Rodrigues, 2013.



**XVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL**  
Popular e Solidária: a engenharia necessária para reconstruir o Brasil  
**21 a 25 de novembro de 2022**  
**Rio de Janeiro - RJ, Brasil**

Como forma de amenizar o possível gosto de cloro da água, os moradores receberam um filtro de barro. Por questões culturais, ainda se tem uma certa resistência a utilização de cloro nas áreas rurais, porém, tal problemática foi eliminada com a doação dos filtros e, foi bem aceita entre eles.

De forma geral, o clorador apresenta inúmeros benefícios, dentre eles, pode-se citar a capacidade em eliminar diversos agentes patogênicos presentes na água, melhora a qualidade da água, trazendo segurança e bem-estar para os usuários, além de ser de baixo custo de montagem e manutenção, simplicidade funcional, podendo ser utilizado em soluções alternativas individuais ou em reservatórios (SVS, 2006).

As ações no bairro surgiram de uma parceria entre a Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI) e a Arquidiocese de Pouso Alegre, em um projeto intitulado “Águas do Pessegueiro”. A maioria dos moradores do local é abastecida com água proveniente da Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA) e, aqueles que não contam com o abastecimento proveniente da COPASA, consomem água oriunda de nascentes e poços artesianos, sem o tratamento adequado.

Logo, o presente trabalho buscou ações de melhoria, em relação ao tratamento de água dos moradores de uma comunidade rural, por meio da instalação e monitoramento dos cloradores de pastilha. Além disso, pretende-se demonstrar a eficácia dos dispositivos, através dos resultados obtidos por meio dos testes bacteriológicos, assim como a medição da dosagem de cloro livre, pelo método colorimétrico.

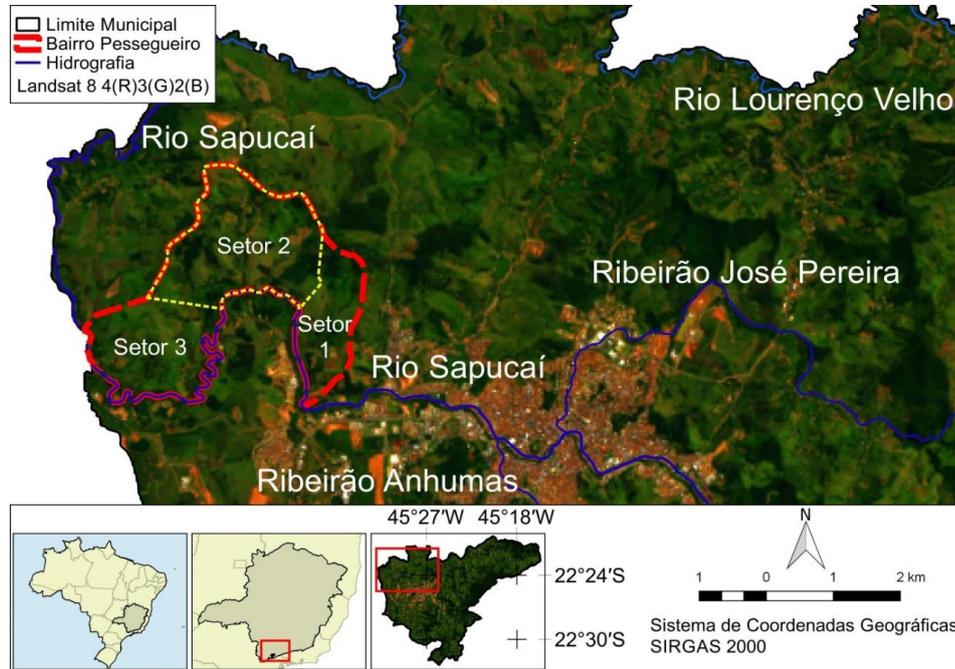
## **METODOLOGIA**

O local de estudo, bairro rural Pessegueiro, se encontra nas seguintes coordenadas: 22° 24 '29.53 ``S e 45° 30' 31.31 ``W. Ao todo, o bairro conta com cerca de 300 famílias, que se dividem em três setores: centro do Pessegueiro, Recanto dos Fernandes e Recanto dos Guimarães, conforme representado na Figura 2.



**XVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL**  
Popular e Solidária: a engenharia necessária para reconstruir o Brasil  
**21 a 25 de novembro de 2022**  
**Rio de Janeiro - RJ, Brasil**

Figura 2 - Mapa da região noroeste do município de Itajubá e setorização do bairro Pessegueiro



Fonte: Machado *et al.*, 2018.

O setor com a maior densidade populacional é o centro do bairro e, foi justamente neste local que se concentrou a maior parte das instalações dos cloradores.

Toda a população residente sofre com a ausência de um sistema de tratamento de esgoto, e essa carência compromete diretamente a qualidade da água das nascentes e poços que muitos moradores ainda utilizam. Por essa razão, como forma de buscar uma alternativa de melhoria da água dos moradores, instalou-se ao todo 11 cloradores. A Tabela 1 lista as coordenadas geográficas das propriedades que receberam os cloradores.

Tabela 1 – Coordenadas geográficas dos locais de instalação dos cloradores

Código do clorador	Coordenadas geográficas	
	Latitude	Longitude
CL1	22°23.6840' S	45°30.0950' W
CL2	22°23.7690' S	45°30.0770' W



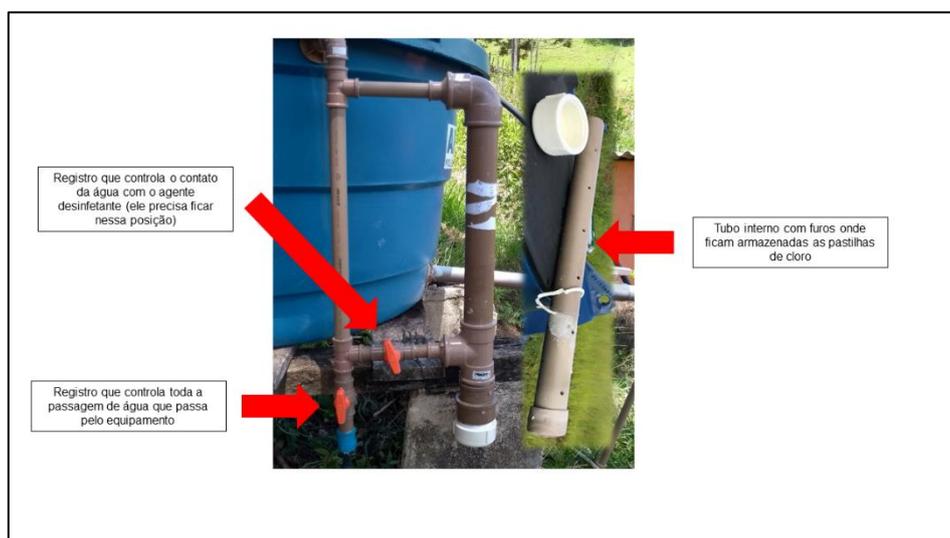
**XVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL**  
Popular e Solidária: a engenharia necessária para reconstruir o Brasil  
**21 a 25 de novembro de 2022**  
**Rio de Janeiro - RJ, Brasil**

CL3	22°23.6420' S	45°30.0030' W
CL4	22°23.6620' S	45°30.0040' W
CL5	22°25.0810' S	45°30.6340' W
CL6	22°24.2730' S	45°30.6350' W
CL7	22°24.2300' S	45°30.6590' W
CL8	22°24.2870' S	45°30.5870' W
CL9	22°24.3510' S	45°30.5950' W
CL10	22°23.6720' S	45°30.0750' W
CL11	22°23.5870' S	45°30.0850' W

Fonte: os autores, 2020.

O modelo de clorador escolhido foi desenvolvido exclusivamente para ser instalado em áreas rurais, confeccionado em tubos de PVC com pastilhas de cloro de modo que o próprio agricultor possa confeccionar, instalar e monitorar na sua propriedade (RODRIGUES, 2013; MENDES, 2020). A Figura 3 indica todos os componentes pertencentes ao equipamento.

Figura 3 – Componentes do clorador





**XVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL**  
Popular e Solidária: a engenharia necessária para reconstruir o Brasil  
**21 a 25 de novembro de 2022**  
**Rio de Janeiro - RJ, Brasil**

Fonte: os autores, 2020.

Após a instalação dos cloradores, foram inseridas as pastilhas de cloro em cada um deles e, teve-se o tempo de contato de uma semana, para que toda a água que passasse pelo equipamento entrasse em contato com as pastilhas. Posteriormente, foram realizados os ajustes de vazão, por meio da abertura do registro que controla o contato da água com o agente desinfetante e, em seguida a dosagem de cloro livre. Por fim, ocorreram as análises bacteriológicas de antes e depois da passagem de água pelo clorador, a fim de comprovar sua eficácia.

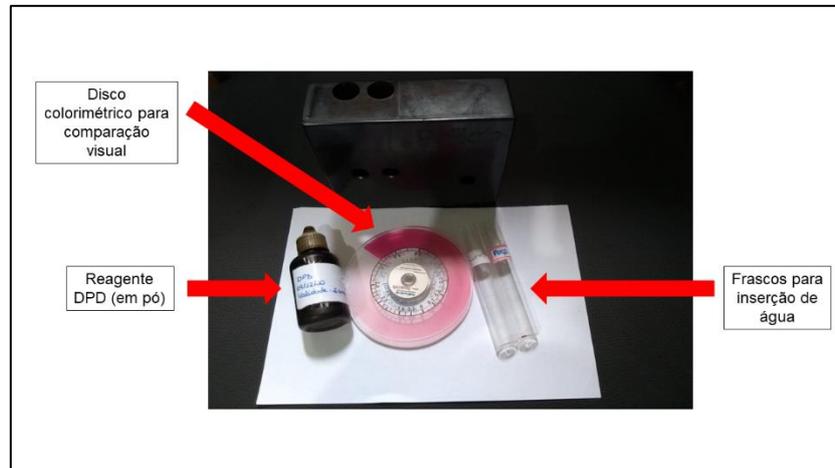
Todos os materiais usados para a confecção e posterior montagem do equipamento estão descritos no manual técnico do clorador modelo EMATER/2013. Os materiais usados para a confecção de cada equipamento custaram em torno de R\$140,00 e, os bombeiros hidráulicos responsáveis pela instalação, também cobraram uma taxa pelo serviço. Já as pastilhas de cloro custaram em torno de R\$1,00 cada e, foram compradas em casas de piscina da cidade. Conforme mencionado, o local certo de instalação dos cloradores foi entre a saída do poço e a caixa de armazenamento de água.

A dosagem de cloro, ou seja, a verificação da concentração de cloro livre na água, foi feita em campo através do método denominado colorímetro, que conta com um reagente, que funciona como indicador, o N-dietil-p-fenilenodiamina - DPD. O método DPD colorimétrico é operacionalmente mais simples para a determinação de cloro residual livre. A cor rosada característica desenvolve-se em águas que não contém iodeto e indica a presença de cloro residual livre. O DPD é oxidado por cloro livre, resultando numa solução com uma intensidade de cor proporcional à concentração de cloro livre. A medida da concentração pode ser realizada utilizando o disco colorimétrico, que emprega a comparação visual (SOARES et al., 2016). A Figura 4 ilustra o equipamento usado para tal verificação.



**XVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL**  
Popular e Solidária: a engenharia necessária para reconstruir o Brasil  
**21 a 25 de novembro de 2022**  
**Rio de Janeiro - RJ, Brasil**

Figura 4 – Método colorimétrico para dosagem de cloro livre



Fonte: os autores, 2020.

Foi definido por meio de atividades anteriormente realizadas no bairro pelos alunos de pós-graduação em meio ambiente e recursos hídricos (MEMARH), que, para se obter a concentração de cloro livre entre 0,2 a 0,5 mg. L<sup>-1</sup>, o ideal era o uso de 2 pastilhas de cloro por clorador, sendo que a duração das mesmas era entre 40 a 60 dias, bem como, a abertura de 1/10 do registro, que libera o contato da água a ser tratada pelo reagente.

Para a quantificação de bactérias do grupo coliformes, é comum utilizar-se da Técnica do Substrato Cromogênico que permite identificar simultaneamente bactérias do grupo fecal, *Escherichia coli* e total (APHA, 1995). A técnica consiste em hidrolisar o substrato orto-nitrofenil- $\beta$ -D-galactopiranosídeo (ONPG), em orto-nitrofenol através da ação da enzima  $\beta$ -galactosidase produzida pelos coliformes totais, mudando o meio de incolor para amarelo e a presença de *E. coli* é identificada quando a enzima  $\beta$ -glucuronidase degrada o MUG, 4-metilumbeliferil- $\beta$ -D-glucoronídeo em 4-metilumbeliferona, onde apresenta uma cor azulada fluorescente sob a luz ultravioleta com onda de 360 nm (COVERT et al., 1989 ; SILVA et al., 2000).

Com a adição do reagente Colilert, é possível identificar a presença dos microrganismos por meio da alteração da cor nas amostras de água, em frascos com volume de 100 ml. O princípio do teste é fornecer nutrientes apenas para os coliformes



**XVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL**  
Popular e Solidária: a engenharia necessária para reconstruir o Brasil  
**21 a 25 de novembro de 2022**  
**Rio de Janeiro - RJ, Brasil**

termotolerantes e totais, impossibilitando que outras bactérias se desenvolvam durante as 24 horas de incubação a 37 °C. Após este período os fragmentos incolores indicam ausência das bactérias alvo. Os coliformes totais são identificados pela alteração para a cor amarela do líquido, conforme demonstrado na Figura 5.

Figura 5 – Método Colilert para análise bacteriológica



Fonte: os autores, 2020.

Caso se identifique a fluorescência na submissão à luz ultravioleta, detecta-se a presença de *E. coli* (Figura 6). Cada fração do sistema detectado como positivo é contado, e a quantificação é dada através da tabela número mais provável (NMP), que indica a densidade bacteriana da amostra (MARQUEZI, 2010).



**XVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL**  
Popular e Solidária: a engenharia necessária para reconstruir o Brasil  
**21 a 25 de novembro de 2022**  
**Rio de Janeiro - RJ, Brasil**

Figura 6 – Método colorimétrico para dosagem de cloro



Fonte: os autores, 2020.

Paralelamente ao bom desempenho do cloro em inativar microrganismos, ocorrem também reações entre o desinfetante e a matéria orgânica presente na água, levando a formação de subprodutos da desinfecção, que no caso do cloro, são os chamados trihalometanos (THM). Os THM's como são conhecidos, podem levar a formação de compostos que prejudicam a saúde humana. Dentre esses componentes, os que tem concentração mais significativa na água potável são: triclorometano, bromodiclorometano, dibromoclorometano, tribromometano, ácidos haloacéticos, acetonitrila etc.

### **DESENVOLVIMENTO (RESULTADOS E DISCUSSÕES)**

De acordo com o artigo 32, da Portaria de Consolidação nº 888 de 2021, citado anteriormente, é obrigatória a manutenção de, no mínimo, 0,2 mg. L<sup>-1</sup> de cloro residual livre ou 2 mg. L<sup>-1</sup> de cloro residual combinado ou de 0,2 mg. L<sup>-1</sup> de dióxido de cloro em toda a extensão do sistema de distribuição (reservatório e rede). Dessa forma, através de estudos anteriores no bairro em questão, definiu-se que a concentração de cloro residual livre ideal, obedecendo ao mínimo estabelecido pela portaria, seria na faixa de 0,2 a 0,5 mg Cl<sub>2</sub>. L<sup>-1</sup>. A fim de se obter essa faixa de concentração, cada clorador



**XVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL**  
Popular e Solidária: a engenharia necessária para reconstruir o Brasil  
**21 a 25 de novembro de 2022**  
**Rio de Janeiro - RJ, Brasil**

recebeu a quantidade de 2 pastilhas de cloro, e, conforme descrito anteriormente, a abertura do registro deveria estar na posição 1/10, para garantir a combinação exata do contato da água com o agente desinfetante. Os resultados obtidos estão demonstrados na Tabela 2.

Tabela 2 – Resultado da concentração de cloro livre

Código do clorador		Concentração de cloro livre [mg Cl <sub>2</sub> /L]	
		Água da COPASA	Água clorada
1ª VISITA	CL1	0,1-0,2	0,2-0,3
	CL2	0,2-0,3	0,1-0,2
	CL3	NÃO TEM	0,2-0,3
	CL4	NÃO TEM	0,2-0,3
2ª VISITA	CL5	NÃO TEM	0,1-0,2
	CL6	NÃO TEM	0,1-0,2
	CL7	NÃO TEM	0,1-0,2
	CL8	NÃO TEM	0,1-0,2
	CL9	NÃO TEM	0,1-0,2
	CL10	NÃO TEM	0,1-0,2
	CL11	NÃO TEM	0,1-0,2

Fonte: os autores, 2020.

Pela análise da tabela acima, pode-se constatar que, com os ajustes realizados, foi possível obter uma concentração de cloro livre ideal, inclusive com valores próximos aos da COPASA, de modo que não interferiu no gosto e no cheiro sentido pelos moradores. Outra observação feita, foi que mais de 80% das casas visitadas e que foram beneficiadas com a instalação dos cloradores, não contavam com o sistema de abastecimento de



**XVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL**  
Popular e Solidária: a engenharia necessária para reconstruir o Brasil  
**21 a 25 de novembro de 2022**  
**Rio de Janeiro - RJ, Brasil**

água da companhia, o que obrigava os moradores a consumirem água, proveniente de poços e cisternas sem a devida qualidade e tratamento.

Como comparação visual dos resultados da tabela, as Figuras 7 e 8 demonstram um dos resultados obtidos em campo.

Figura 7 – Comparação visual da concentração de cloro livre, entre a água da COPASA e a água clorada



Fonte: os autores, 2020.

Figura 8 – Comparação visual da concentração de cloro livre, entre a água da COPASA e a água clorada



Fonte: os autores, 2020.



**XVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL**  
Popular e Solidária: a engenharia necessária para reconstruir o Brasil  
**21 a 25 de novembro de 2022**  
**Rio de Janeiro - RJ, Brasil**

Para a análise bacteriológica quantitativa, as amostras de água de antes do clorador foram obtidas do poço/cisterna, ou, para alguns casos, as amostras foram colhidas diretamente das torneiras, minutos antes da instalação do equipamento. No caso da coleta da água de depois do clorador, estas foram obtidas diretamente das torneiras que recebiam a água clorada. Os resultados foram descritos na Tabela 3.

Tabela 3 – Resultado das análises bacteriológicas.

Código do clorador		Resultado da análise			
		Coleta de água ANTES (NMP/100 ml amostra)		Coleta de água DEPOIS (NMP/100 ml amostra)	
		E. Coli	Total	E. Coli	Total
1ª VISITA	CL1	2,0	2419,2	0	0
	CL2	1299,65	2419,2	0	0
	CL3	>2419,2	>2419,2	0	0
	CL4	35,6	>2419,2	0	0
2ª VISITA	CL5	3,0	648,8	0	0
	CL6	5,2	129,6	0	0
	CL7	488,4	>2419,2	0	1,0
	CL8	3,0	248,1	0	0
	CL9	0	1,0	0	0
	CL10	21,6	920,8	0	1,0
	CL11	18,3	648,8	0	152,9

Fonte: os autores, 2020.

Segundo a Portaria nº888 de 2021, artigo 27, a água potável deve estar em conformidade com padrão microbiológico, conforme dispostos nos Anexos 1 e 8, que afirma a ausência de E. coli em 100 ml para a água de consumo humano e, para o caso da água na saída do tratamento, ausência de coliformes totais em 100 ml.

Constatou-se da Tabela 3 que, antes da desinfecção da água, todas as residências apresentavam contaminação, com exceção para a residência representada pelo CL9 (em



## **XVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL**

Popular e Solidária: a engenharia necessária para reconstruir o Brasil

**21 a 25 de novembro de 2022**

**Rio de Janeiro - RJ, Brasil**

destaque em azul na tabela) que, apresentou zero para E. coli e, uma quantidade baixíssima para coliformes totais, apenas 1,0. Ressalta-se que os casos mais graves foram para as residências de código, CL2 e CL3, (em destaque em amarelo na tabela), que demonstraram os maiores valores para E. coli, o indicador de contaminação fecal.

As razões para a ocorrência de contaminação em todas as amostras, mesmo em menores concentrações, foi devido ao lançamento de esgoto doméstico in natura num pequeno córrego, de baixíssima vazão e, muito próximo dos poços e cisternas utilizados para captação, além do fato de que, muitos poços de captação de água se encontravam em locais de pastagem, com acesso de animais, sem contar a falta de infraestrutura deles, que, na maioria dos casos eram antigos e mal vedados. Outra observação que valida esta fonte de contaminação é que a área ocupada pela população que recebeu os cloradores na primeira visita realizada (Centro do Pessegueiro) é um vale, que se encontra próximo deste córrego e onde o lençol freático aflora. Daí a facilidade e abundância de água em todas as residências da área central (MENDES, 2020).

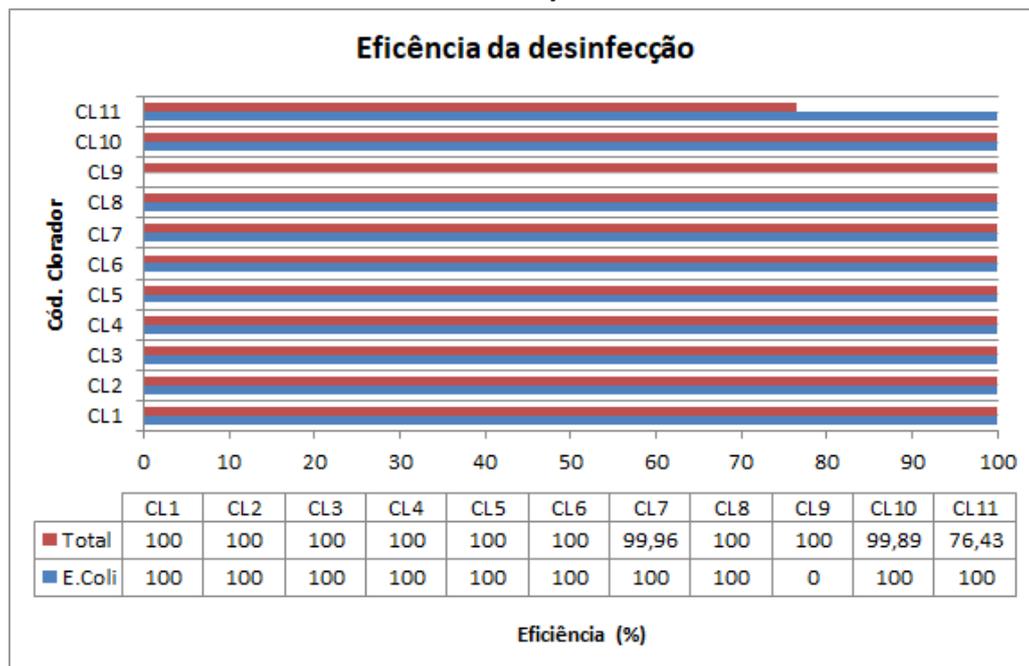
Analisando-se a coluna da Tabela 3 no que diz respeito a coleta de água de após a passagem pelo clorador, pode-se observar que todas as casas zeraram para o indicador de contaminação fecal, ou seja, o grupo de bactérias representadas pela E. coli, demonstrando a eficiência do clorador, por meio da ação do cloro, em destruir/inativar tais microrganismos. Destaca-se ainda que, o equipamento de código CL11, mesmo após a instalação e o desempenho do agente desinfetante, permaneceu com uma certa quantidade de coliformes totais, porém zerou para E. coli. Uma das razões, que podem justificar essa presença de coliformes totais, mesmo depois do funcionamento do clorador, foi que os moradores contam com abastecimento de água proveniente da companhia que atua na cidade e, por não dependerem tanto da água do poço, não utilizam com frequência a água clorada proveniente do clorador, fazendo com que as pastilhas de cloro não atinjam o máximo desempenho.



**XVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL**  
 Popular e Solidária: a engenharia necessária para reconstruir o Brasil  
**21 a 25 de novembro de 2022**  
**Rio de Janeiro - RJ, Brasil**

Com base nos dados quantitativos expostos na Tabela 3 foi possível construir o Gráfico 1, que demonstra em porcentagem, a eficiência do clorador na desinfecção.

Gráfico 1 – Análise da eficácia dos cloradores na desinfecção



\* o número 0 do CL9 não se aplica: número indivisível

Fonte: os autores, 2020.

Através da observação do Gráfico 1 pode-se constatar que o equipamento foi totalmente eficaz na destruição das bactérias E. coli e, demonstrou um ótimo desempenho na anulação dos coliformes totais (63,63%). Assim, o clorador de pastilhas se mostra uma solução simplificada para a desinfecção de água em nível de propriedade rural, sendo, portanto, capaz de combater a contaminação por fezes humanas e animais, conforme demonstrado (RODRIGUES, 2013).

Evidentemente, o tratamento de água para abastecimento é uma questão emergencial para as residências que não possuem tratamento pela COPASA. Para se adequar à Portaria nº 888, assim como aumentar o compromisso com a universalização do saneamento básico, o clorador modelo EMATER/2013 cumpre com o papel de desinfetar as águas de abastecimento, de maneira acessível para as comunidades rurais.



**XVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL**  
Popular e Solidária: a engenharia necessária para reconstruir o Brasil  
**21 a 25 de novembro de 2022**  
**Rio de Janeiro - RJ, Brasil**

Assim, garante eficiência e qualidade individual para que as famílias possam ter acesso a água segura, mesmo havendo dificuldades na questão do tratamento de esgoto e de efluentes que contaminam, com coliformes termotolerantes, as nascentes, lençol freático, solo e poços/cisternas (LIBÂNIO, 2010; MENDES, 2020).

Segundo Silva et al. (2016), que observaram a percepção de uma comunidade rural quanto ao custo-benefício do equipamento, reforçam a possibilidade de que os cloradores podem ser uma solução para o tratamento em locais com características semelhantes às encontradas no local de estudo do presente trabalho. Ainda conforme Rodrigues (2013), os cloradores foram capazes de combater a contaminação por fezes humanas e animais, como também se comprovou nos resultados deste trabalho.

Como ponto negativo a respeito do clorador, notou-se uma grande dificuldade ao abrir o compartimento onde ficava o tubo com as pastilhas de cloro, pois o agente desinfetante, ao longo de seu tempo de ação liberava uma espécie de pó que se acumulava na rosca do cano, exigindo muita força para a abertura.

A durabilidade das pastilhas inseridas em cada clorador era de aproximadamente 45 dias, sendo que, ao final das ações de instalação e monitoramento do cloradores, os moradores receberam um pacote contendo 10 pastilhas de cloro, para que eles pudessem dar continuidade ao projeto e, assim, realizar a troca de acordo com as datas previstas nos calendários, que também foram entregues a eles, conforme ilustra a Figura 9.



**XVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL**  
Popular e Solidária: a engenharia necessária para reconstruir o Brasil  
**21 a 25 de novembro de 2022**  
**Rio de Janeiro - RJ, Brasil**

Figura 9 – Calendário entregue aos moradores, para a troca das pastilhas



Fonte: os autores, 2020.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As águas de abastecimento provenientes de fontes alternativas, como poços e cisternas, muitas vezes são a única solução encontrada por famílias que vivem em comunidades rurais afastadas dos grandes centros urbanos e, não são atendidas pelas companhias de saneamento, nem pelas políticas públicas e infraestrutura. Por essa razão, são encontrados inúmeros casos de doenças de veiculação hídrica em populações desfavorecidas, justamente pela falta de qualidade das águas de abastecimento. O uso de tecnologias alternativas vem como uma ótima opção, mas ainda é preciso muitos esforços para levar a melhoria em todos os lugares afetados. Optou-se, como tecnologia alternativa, o modelo do clorador de pastilhas divulgado pela EMATER/2013, por sua facilidade de instalação e manutenção, sem contar o fato de que, o próprio morador pode montar e realizar os devidos ajustes.

A quantidade de pastilhas de cloro inseridas (2 pastilhas por clorador), bem como a abertura do registro em aproximadamente 1/10 foram satisfatórios quanto a destruição das bactérias do grupo coliformes. Além disso, a concentração de cloro livre ficou dentro da margem estipulada pela norma, sendo que em algumas residências, se



## **XVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL**

Popular e Solidária: a engenharia necessária para reconstruir o Brasil

**21 a 25 de novembro de 2022**

**Rio de Janeiro - RJ, Brasil**

equiparou a concentração da água da COPASA. Portanto, o objetivo proposto foi devidamente cumprido.

O dispositivo se mostrou eficaz a curto prazo e médio prazo, como comprovado, e cumpriu seu papel ao tratar a água de abastecimento dos moradores do local, por meio da desinfecção, evitando a presença de organismos patogênicos. Em ações anteriores no bairro, relacionadas ao projeto Águas do Pessegueiro, alguns moradores, um total de 4 famílias, já haviam sido beneficiadas com a instalação de cloradores, e inclusive de filtros de barro, como alternativa ao tratamento físico final, porém, o projeto ganhou grande aceitação por outros residentes e, realizou-se a instalação de mais 11 equipamentos, como descrito ao longo deste trabalho.

Como sugestão para próximas pesquisas sobre o uso do clorador em águas de abastecimento de comunidades rurais, sugere-se que as análises bacteriológicas sejam repetidas, após 1 ano da data de instalação, a fim de comprovar efetivamente a eficácia do dispositivo a longo prazo. Aconselha-se também, como medida de precaução, análises quanto a possível formação de Trihalometanos (THM).



## **XVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL**

Popular e Solidária: a engenharia necessária para reconstruir o Brasil

**21 a 25 de novembro de 2022**

**Rio de Janeiro - RJ, Brasil**

### **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer imensamente a professora Ana Lúcia Fonseca por lutado para que esse projeto fosse a diante e, sobretudo, por ter me envolvido nele. Agradeço ao Padre Tiago por toda ajuda e dedicação depositados no projeto e, a colaboração da igreja neste trabalho. Aos demais membros e professores envolvidos nesse projeto, meu muito obrigada. Estou certa de que conseguimos mudar um pouquinho do mundo a nossa volta. Não posso deixar de agradecer aos técnicos dos Laboratórios da UNIFEI que se dispuseram a nos ajudar e doaram conhecimento e dedicação. Por fim, mas não menos importante um agradecimento especial a todos que diretamente ou não, fizeram parte desse trabalho, como a COPASA, que nos cedeu o reagente (DPD) para a realização do método colorimétrico e, claro, aos moradores do Bairro Pessegueiro por terem nos recebido de braços abertos e sorrisos nos rostos.

### **REFERÊNCIAS**

AMARAL, L. A. do; FILHO, A. N.; JUNIOR, O. D. R.; FERREIRA, F. L. A.; BARROS, L. S. S. Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais. In: Revista de Saúde Pública, São Paulo, Vol. 37, nº4, p.510-514, Ago. 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rsp/a/Gf5rNkVxPCSQYSXxHGykMFB/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 26/10/2021.

APHA (1995). Standard Methods for the examination of water and wastewater. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environmental Federation, 20th ed. Washington.

Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano/ Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. – Brasília (DF): Ministério da Saúde, 2006.

BRASIL. Lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Brasília (DF), 1997.

BRASIL. Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os



## **XVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL**

Popular e Solidária: a engenharia necessária para reconstruir o Brasil

**21 a 25 de novembro de 2022**

**Rio de Janeiro - RJ, Brasil**

procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília (DF): Ministério da Saúde, 2021.

COVERT, T.C.; SHADIX, L.C.; RICE, E.W.; HAINES, J.R.; FREYBERG, R.W. Evaluation of the auto-analysis Colilert test for detection and enumeration of total coliforms. Appl. Environ. Microb., Vol. 54, p.215-229, 1989.

LI, P.; WU, J. Drinking Water Quality and Public Health. In: Exposure and Health, Vol.11, p.73– 79, Fev. 2019.

LIBÂNIO, M. Fundamentos de qualidade e tratamento de água. 3. ed. Campinas: Átomo, 2010.

MARQUEZI, M. C. Comparação de metodologias para a estimativa do número mais provável (NMP) de coliformes em amostras de água (dissertação de mestrado em Ciências Agrárias). Piracicaba (SP): Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2010.

MENDES, C. de S. Avaliação da eficiência de Cloradores modelo Emater em água de abastecimento na Zona Rural: Estudo de caso. Bairro Pessegueiro, Itajubá/MG (trabalho de conclusão de curso). Itajubá (MG): Universidade Federal de Itajubá, 2020.

ONU - Organização das Nações Unidas: 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil. Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 6 – Água potável e saneamento. 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/6>. Acesso em: 21/11/2020.

RODRIGUES, M. E. S. S. Tratamento de água: clorador de pastilha. Belo Horizonte: EMATER–MG, 2013. ...p. I. Saneamento. II. Tratamento de água. III. Clorador.

SCHEILI, A.; RODRIGUEZ, M. J.; SADIQB, R. Seasonal and spatial variations of source and drinking water quality in small municipal systems of two Canadian regions. Sci Total Environ n.508, p.514–524, 2015.

SILVA, N.; SILVEIRA, N. F. A.; JUNQUEIRA, V. C. A.; CATANÚSIO NETO, R. Manual de métodos de análise microbiológica da água. Campinas: ITAL/ Núcleo de Microbiologia, 2000. 99p. (Manual Técnico).



## **XVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA E DESENVOLVIMENTO SOCIAL**

Popular e Solidária: a engenharia necessária para reconstruir o Brasil

**21 a 25 de novembro de 2022**

**Rio de Janeiro - RJ, Brasil**

Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Diagnóstico Temático Serviços de Água e Esgoto – 2021. Brasília: Sistema Nacional de Saneamento/Ministério do Desenvolvimento Regional, Dez. 2021. Disponível em: <[http://www.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/ae/2020/DIAGNOSTICO\\_TEMATICO\\_VISAO\\_GERAL\\_AE\\_SNIS\\_2021.PDF](http://www.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/ae/2020/DIAGNOSTICO_TEMATICO_VISAO_GERAL_AE_SNIS_2021.PDF)>. Acesso em: 17/11/2021.

SOARES, S. S.; ARRUDA, P. N.; LÓBON G. S.; SCALIZE P. S. Avaliação de métodos para determinação de cloro residual livre em águas de abastecimento público. In: Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas. Londrina: Vol. 37, nº 1, p. 119-130, 2016. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semexatas/article/view/21599/18097>. Acesso em: 21/12/2021.

WHO (World Health Organization). 2019. Drinking water. Disponível em: <<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water#:~:text=Key%20facts,at%20least%20a%20basic%20service.>> Acesso em: 27/01/2021.