



UEPB

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CENTRO CIÊNCIAS E TECNOLOGIAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA**

JAIRO FRANCISCO DA SILVA FILHO

**EDUCAÇÃO AMBIENTAL: A IMPORTÂNCIA DA QUALIDADE DA ÁGUA
CONSUMIDA EM ESCOLAS PÚBLICAS**

**CAMPINA GRANDE - PB
2021**

JAIRO FRANCISCO DA SILVA FILHO

EDUCAÇÃO AMBIENTAL: A IMPORTÂNCIA DA QUALIDADE DA ÁGUA
CONSUMIDA EM ESCOLAS PÚBLICAS

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado ao Departamento de Química da
Universidade Estadual da Paraíba, como
requisito parcial à obtenção do título de
Licenciado em Química.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. MÁRCIA IZABEL CIRNE FRANÇA.

**CAMPINA GRANDE - PB
2021**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

S586e Silva Filho, Jairo Francisco da.
Educação ambiental [manuscrito] : a importância da qualidade da água consumida em escolas públicas / Jairo Francisco da Silva Filho. - 2021.
20 p.

Digitado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2021.
"Orientação : Profa. Dra. Márcia Izabel Cime França ,
Coordenação do Curso de Licenciatura em Química - CCT."

1. Educação ambiental. 2. Qualidade da água. 3. Potabilidade. I. Título

21. ed. CDD 372.357

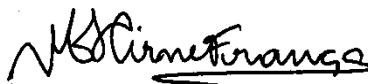
JAIRO FRANCISCO DA SILVA FILHO

EDUCAÇÃO AMBIENTAL: A IMPORTÂNCIA DA QUALIDADE DA ÁGUA
CONSUMIDA EM ESCOLAS PÚBLICAS

Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo)
apresentado ao Departamento de Química da
Universidade Estadual da Paraíba, como
requisito parcial à obtenção do título de
Licenciado em Química.

Aprovada em: 05/10/2021

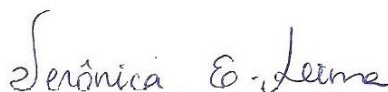
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dra. Márcia Izabel Cirne França (Orientador)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Dr. Antônio Augusto Pereira de Sousa
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Profa. Dra. Verônica Evangelista de Lima Emerich
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Aos meus familiares e incentivadores, pela
dedicação, companheirismo e amizade,
DEDICO.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	6
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	8
2.1	Educação Ambiental na Escola.....	8
2.2	Parâmetros de Análise Físico-Química e Microbiológica.....	9
3	METODOLOGIA	11
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	12
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	17
	REFERÊNCIAS	17

EDUCAÇÃO AMBIENTAL: A IMPORTÂNCIA DA QUALIDADE DA ÁGUA CONSUMIDA EM ESCOLAS PÚBLICAS

Jairo Francisco da Silva Filho¹

RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo avaliar a qualidade da água consumida pelos alunos em escolas selecionadas. As escolas que foram beneficiadas com o trabalho no município de Caturité foram identificadas como A, B e C. Para o desenvolvimento do trabalho foram realizadas quatro etapas, totalizando oito visitas que foram realizadas nas escolas citadas. Para tal, foram realizadas ações educativas, em seguida foram realizadas coletas de amostras de água para análise físico-química e microbiológica. Os pontos de coleta de água foram a cisterna, as pias dos banheiros e cozinha, além do bebedouro. As análises físico-químicas e bacteriológicas da água foram realizadas pelos próprios extensionistas do projeto sob a supervisão da Coordenadora. Os métodos analíticos utilizados são propostos pelo “Standard Methods of Analysys of Water and Wastewater. Em relação aos parâmetros microbiológicos, foi analisada a presença de coliformes totais e fecais. Para este fim, adotou-se o teste de Colilert usado para análise microbiológica que detecta e quantifica simultaneamente coliformes totais e *Escherichia coli*. A escola A consta de 186 alunos matriculados no Ensino Fundamental II no período matutino, a escola B apresenta 276 alunos e na escola C são atendidas 64 crianças com idade entre 3 e 5 anos. Durante as ações os alunos das escolas se mostraram dispostos a participar das atividades que foram propostas pelos extensionistas, apresentando interesse no assunto. Após a leitura dos laudos, observou-se que o único ponto em que se identificou a presença de coliformes totais foi na torneira da cozinha. Conclui-se que na escola A, foi identificado a presença de coliformes totais nos resultados dos exames microbiológicos realizados. Assim, é indicado que a escola tome providencias em relação a condição de higiene do ambiente no qual foi notificado a presença de coliformes totais.

Palavras-chaves: Qualidade da Água. Potabilidade. Educação ambiental.

ABSTRACT

This work aims to evaluate the quality of water consumed by students in selected schools. The schools that benefited from the work in the municipality of Caturité were identified as A, B and C. For the development of the work, four stages were carried out, totaling eight visits that were carried out in the aforementioned schools. To this end, educational activities were carried out, followed by collection of water samples for physical-chemical and microbiological analysis. The water collection points were the cistern, bathroom and kitchen sinks, in addition to the drinking fountain. The physical-chemical and bacteriological analyzes of the water were carried out by the project's own extensionists under the supervision of the Coordinator. The analytical methods used are proposed by the “Standard Methods of Analysys of Water and Wastewater. Regarding microbiological parameters, the presence of total and fecal coliforms was analyzed. For this purpose, the Colilert test used for microbiological analysis was adopted, which simultaneously detects and quantifies total

¹ Graduando em Licenciatura Plena em Química, pela Universidade Estadual da Paraíba. E-mail: jairo.filho@aluno.uepb.edu.br

coliforms and *Escherichia coli*. School A has 186 students enrolled in Elementary School II in the morning, school B has 276 students and school C serves 64 children aged between 3 and 5 years. During the actions, the students from the schools were willing to participate in the activities that were proposed by the extension workers, showing interest in the subject. After reading the reports, it was observed that the only point where the presence of total coliforms was identified was at the kitchen tap. It is concluded that at school A, the presence of total coliforms was identified in the results of microbiological tests performed. Thus, it is recommended that the school take measures in relation to the hygiene condition of the environment in which the presence of total coliforms was reported.

Keywords: Water quality. Potability. Environmental education.

1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural crucial para todos os seres vivos. A qualidade e quantidade de água fornecida são importantes para atender as necessidades do ser humano, proporcionando melhores desempenhos em suas atividades no dia a dia (VAQUERO; TOXQUI, 2012).

O Brasil é um dos países com maior disponibilidade de água, porém, grande parte desse recurso está concentrada em regiões onde há menor quantidade de pessoas. Nos grandes centros urbanos há elevada densidade populacional e forte demanda pelos recursos hídricos, que, em muitos casos, são atingidos pela poluição e, por consequência, há uma piora considerável na qualidade da água, tornando o abastecimento nas cidades um grande desafio (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2017).

O país tem uma localização privilegiada quando o assunto é a disponibilidade de recursos hídricos. Anualmente a vazão média dos rios em terras brasileiras é de cerca de 180 mil m³/s, posto que esse valor coincide com aproximadamente 12% à disposição global, que por sua vez é de cerca de 1,5 milhões de m³/s. Levando em consideração as vazões provenientes de territórios estrangeiros que adentram o país, a média dessas vazões atingem um total de 267 mil m³/s que representa 18% da disposição mundial (SHIKLOMANOV *et al.*, 2000; MARENGO, 2008).

No território brasileiro, em relação à concentração de recursos hídricos, a Amazônia detém de cerca de 74% desse recurso superficial sendo habitada por menos de 5% da população do Brasil. A menor vazão média per capita é observada na região do Nordeste, com uma média menor que 1.200 m³/hab/ano. O destaque maior ainda está voltado para as condições das regiões que têm pouca disposição dos recursos hídricos como é o caso das bacias hidrográficas do atlântico leste, vale do Parnaíba e São Francisco. O fenômeno da seca tem repercussões mais agravantes, a água é um fator crítico para as populações locais destas áreas (GEO Brasil, 2007).

A região semiárida do Nordeste do Brasil, possui uma área de cerca de 1.542.000 km², que corresponde a cerca de 18,26% da área do Brasil. É a mais densamente populosa entre as terras secas do mundo, com mais de 53 milhões de habitantes, ou aproximadamente 34 hab/km². A região semiárida do Nordeste é vulnerável aos extremos observados da variabilidade climática, e cenários globais e regionais de mudanças climáticas tudo leva a crer que no futuro a região poderia ser afetada pelo déficit de chuvas e aumento da aridez no próximo século (MAGALHÃES *et al.*, 1988; MARENGO *et al.* 2016; VIEIRA *et al.* 2015).

O fenômeno das secas faz parte da variabilidade natural do clima na região, que ocorreu no passado e que está ocorrendo no presente e segundo as projeções de mudanças climáticas, é possível que continuem e até aumentem no futuro. A seca não atinge todo o

semiárido do Nordeste do Brasil, ela se concentra numa área conhecida como Polígono das Secas, regiões essas que envolvem as áreas semiáridas de parte de oito estados nordestinos (AL, BA, CE, PB, PE, PI, RN e SE) e parte do norte de MG podendo afetar os moradores, principalmente os mais vulneráveis da região Nordeste, criando situações de deficiência hídrica e riscos para a segurança alimentar, energética e hídrica na região (MARENGO *et al.*, 2016).

No que se diz respeito à distribuição pública de água, há uma crescente preocupação na atualidade em relação à qualidade e a quantidade deste recurso, que vem piorando devido ao aumento da população e à ausência de políticas públicas voltadas à sua preservação. Estima-se que aproximadamente dois milhões de pessoas morrem anualmente por problemas relacionados com a qualidade da água no mundo (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NUTRIÇÃO, 2021).

No Brasil, esse problema não é diferente, uma vez que os registros do Sistema Único de Saúde (SUS) mostram que 80% das internações hospitalares do país são devidas às doenças de veiculação hídrica, ou seja, doenças que ocorrem devido à qualidade imprópria da água para consumo humano (BRASIL, 2006). O desconhecimento sobre os reais mecanismos de transmissão de doenças hídricas é a principal causa responsável pela associação positiva entre o alto risco e uso frequente, que reforça a ideia de que os usuários não compreendem completamente como funciona os mecanismos das doenças veiculadas pela água (GUEDES *et al.*, 2015).

Organismos internacionais, como a Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS) e a Associação Interamericana de Engenharia Sanitária e Ambiental (AIDIS), e nacionais como Ministério da Saúde e o conselho Nacional de Meio Ambiente (Conama), tem reconhecido a problemática da água e, partindo desta compreensão, em 1992 foi assinada por meio de uma declaração para o controle da qualidade da água, sendo assim instituído o Dia Interamericano da Água.

Alguns anos depois, mais especificamente no ano de 2005, foi publicado o Decreto Federal nº 5.440 no qual são estabelecidas as definições e procedimentos para controle da qualidade da água, bem como são instituídos os mecanismos para educação do consumidor a respeito da qualidade da água utilizada para consumo. Atualmente está em vigor a Portaria GM/MS Nº 888/2021, que dispõe sobre os procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

Em 2015 a ONU propôs a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, com seus objetivos e metas, visando à erradicação da pobreza e ao desenvolvimento econômico, social e ambiental em escala global. A Agenda 2030 é fruto do trabalho conjunto de governos e cidadãos de todo o mundo para criar um novo modelo global para acabar com a pobreza, promover a prosperidade e o bem-estar de todos, proteger o ambiente e combater as alterações climáticas (CENTRO VIRTUAL CAMÕES, 2016).

Nesse sentido, um dos Objetivo de Desenvolvimento Sustentável, o ODS 6, tem como prioridade a segurança da disponibilidade e gestão de forma sustentável da água e do saneamento para todos, por meio de metas que incluem o abastecimento de água potável, acesso ao esgotamento sanitário e redução da contaminação hídrica, diminui pela metade a proporção de águas residuais não tratadas e aumentando consideravelmente sua reciclagem e reutilização de forma segura. Está compreendido também o uso racional da água pelas atividades econômicas, bem como a otimização da oferta de água para garantia de usos múltiplos e a gestão eficiente e integrada dos recursos hídricos. As questões cruciais relacionadas à água e ao saneamento no Brasil deve-se à má distribuição deste recurso, que estrutura um quadro de desigualdade ambiental; junto a isso a poluição dos rios, que compromete a qualidade da água distribuída, com sérios reflexos nas questões de saúde pública (ANA, 2017; ONU, 2018; BORELLI, 2020).

O tratamento da água é uma fase importante no sistema de abastecimento. Determinado no decorrer de várias etapas. Existem muitas variantes de tratamento da água, diferenciadas de acordo com a sua origem de captação, onde a mais conhecida tradicionalmente inclui sobretudo as etapas de coagulação, floculação, decantação, filtração, desinfecção e a fluoretação. Para que a água seja classificada como potável, deve ser considerado os padrões estabelecidos pelas leis criadas pelos órgãos responsáveis com o propósito primordial a exigência da qualidade e proteção da saúde pública (ROSALINO, 2011; CASALI, 2008).

Seguindo esse contexto onde os sistemas sociais atuam na promoção da mudança ambiental, a educação assume posição de destaque para construir os fundamentos da sociedade sustentável, apresentando uma dupla função a essa transição societária: propiciar os processos de mudanças culturais em direção a instauração de uma ética ecológica e de mudanças sociais em direção a promoção de autonomia dos indivíduos, grupos e sociedades que se encontram em condições de vulnerabilidade face aos desafios da contemporaneidade. Esse processo de sensibilização da comunidade escolar pode fomentar iniciativas que transcendam o ambiente escolar, atingindo tanto o bairro no qual a escola está inserida como comunidades mais afastadas nas quais residam alunos, professores e funcionários. (BRASIL,2005).

Existem grandes dificuldades nas atividades de sensibilização e formação, na implantação de atividades, projetos e principalmente na manutenção e continuidade dos já existentes. Aspectos, como por exemplo, o tamanho da escola, número de alunos e de professores, aptidão destes professores em passar por treinamentos, vontade da direção em realmente estabelecer um projeto ambiental que irá alterar a rotina na escola, além de fatores resultantes da integração dos acima citados e ainda outros, podem servir como obstáculos à implementação da Educação Ambiental (ANDRADE, 2000).

A prática pedagógica do professor na perspectiva ambiental é determinante dentro ou fora de sala de aula e da escola como incentivo para que o aluno adquira, no seu processo ensino aprendizagem, conteúdos e saberes socioambientais de compromisso com a preservação e proteção ambiental no contexto da realidade do campo, assim como das atividades produtivas que desenvolvem. Fazer educação ambiental na escola, enfatizando a importância de preservar as Bacias Hidrográficas, possibilita a criação de atitudes que conscientizem sobre a água como um recurso vital aos seres vivos. Logo, a escola tem fundamental importância no processo ensino-aprendizagem do aluno nas questões que envolvem o meio ambiente. A escola uma instituição de formação de pessoas considera-se a importância de se buscar introduzir metodologias, recursos didáticos, visando inovar no trabalho pedagógico de educação ambiental (REIGOTA, 2001, p. 24).

Diante da importância da água e seus múltiplos usos, o presente trabalho tem por objetivo principal avaliar a qualidade da água consumida pelos alunos em escolas selecionadas no município de Caturité – PB, apresentado uma pesquisa sobre a qualidade da água consumida em escolas públicas da Paraíba, região que enfrenta graves problemas de escassez hídrica, com intuito de apresentar estratégias de ação consciente quanto ao uso sustentável do meio ambiente e a preservação das fontes hídricas, promovendo com isso uma melhor qualidade de vida da comunidade escolar, ou seja, alunos, familiares e funcionários.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Educação Ambiental na Escola

A educação infantil é o começo da vida escolar de todos, período em que se aprendem conceitos e valores, os quais são levados para toda vida. É através da curiosidade que a

criança desenvolve cada vez mais a capacidade de agir, observar e explorar tudo o que se encontra ao seu redor. Por isso, necessita de orientações, para ter uma aprendizagem significativa, que contribua para o seu desenvolvimento cognitivo, afetivo e social. O desenvolvimento da criança acontece de forma gradativa à medida em que é tomada consciência do mundo em que vivemos. Com o decorrer do crescimento, são vivenciadas outras situações naturais, cotidianas e culturais, com o entendimento recebido anteriormente quando mais novo, o que traz a possibilidade de criar novos conhecimentos. Assim sendo, a criança terá oportunidade de que ocorram mudanças importantes referentes ao modo de explicar a natureza e a cultura (BRASIL, 1998, p.169).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) foram lançados pelo MEC entre os anos de 1997 e 1999, a fim de se tornarem uma referência curricular para os professores de todo o país, que podem adaptá-los às realidades de sua região ou município. Existem vários modos possíveis para se trabalhar a Educação Ambiental, os PCN reforçam a importância da interdisciplinaridade, sendo essencial para o desenvolvimento de temas ligados ao Meio Ambiente, o que torna necessário juntar os conteúdos e reunir as informações em um mesmo contexto, nas várias disciplinas. Um dos diferentes métodos de se trabalhar a interdisciplinaridade é o desenvolvimento de projetos de Educação Ambiental, que podem ser expostos nas escolas com a finalidade de fomentar a criatividade e o raciocínio dos alunos, por meio de atividades dinâmicas e participativas, unindo teoria à prática (BRASIL, 1998, p.436).

A educação ambiental tem como objetivo desenvolver o entendimento, a compreensão, as habilidades e a motivação do ser humano para obter valores, pensamentos e atitudes necessárias para enfrentar as questões e os problemas ambientais, isto é, do seu cotidiano ou não, e encontrar soluções apropriadas (DIAS, 2003).

2.2 Parâmetros de Análise Físico-Química e Microbiológica

Foram considerados para fins de avaliação da qualidade da água os seguintes parâmetros físico-químicos: cor, potencial hidrogeniônico (pH), condutividade elétrica, sólidos dissolvidos totais (SDT), turbidez, alcalinidade, nitrito e nitrato, dureza, sódio, potássio, cloretos e ferro.

Para que a água seja classificada como potável, deve seguir os padrões estabelecidos pelas leis criadas pelos órgãos responsáveis com o propósito primordial a exigência da qualidade e proteção da saúde pública (CASALI, 2008).

A qualidade da água pode ser representada através de diversos parâmetros, nos quais representam as suas principais características físicas, químicas e biológicas. Para que a água seja classificada como potável, os parâmetros devem estar em concordância com as normas e os padrões de potabilidade da água destinada ao consumo humano do Ministério da Saúde conforme a Portaria N° 888 de 4 de maio de 2021.

Para o padrão de cor foi estabelecido segundo a Portaria MS N° 888/2021 o valor máximo permitido de 15 uH (unidade Hazen) como padrão organoléptico para consumo humano. A coloração da água, em sistemas públicos de abastecimento, é esteticamente desagradável para o usuário, ocasionando a sua rejeição. A Cor da água é proveniente da presença de matéria orgânica ou inorgânica, bem como substâncias metálicas como o ferro e o manganês (CORNATIONI, 2010).

De acordo com a Portaria N° 888/2021 do Ministério da Saúde, o pH padrão de potabilidade, das águas para abastecimento público deve apresentar valores entre 6,0 e 9,5. O Potencial hidrogeniônico representa a concentração de íons H⁺, que indica a condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água. A escala de pH é constituída por uma série de números que variam de 0 a 14, que demonstra o grau de acidez, neutralidade ou alcalinidade

de uma substância. Valores menores que 7 e próximos de zero apontam o aumento da acidez, enquanto valores maiores que 7 a 14 apresentam aumento da alcalinidade (LIBÂNIO, 2010; SANTOS, MOHR, 2013).

No que diz respeito à alcalinidade, consiste na quantidade de substâncias presentes na água que atuam como tampão. As três formas de alcalinidade apresentam-se em caráter do pH. Para águas com pH entre 4,4 e 8,3 a alcalinidade será apenas em quantidade de bicarbonatos, pH entre 8,3 e 9,4 a carbonatos e bicarbonatos, e para pH maiores que 9,4 a hidróxidos e carbonatos (CORNATIONI, 2010; LIBÂNIO, 2010).

A definição da condutividade elétrica pode ser realizada por meio do método eletrométrico, empregando-se um condutivímetro digital. No Sistema Internacional de Unidades (S.I.), é reportada como S/m (Siemens por metro). Contudo, em medições realizadas em amostras de água, aplica-se de preferência o $\mu\text{S cm}^{-1}$ (microsiemens por centímetro) (RICHTER, 2009).

A água com grandes excesso de SDT, além de alterar o gosto da água para o ser humano, pode causar o acúmulo de sais na corrente sanguínea, possibilitando a formação de cálculos renais (CASALI, 2008). A Portaria MS Nº 888/2021 estabelece que o valor de 1000 mg/L como o máximo permitido para água potável.

A turbidez acontece devido à existência de materiais sólidos em suspensão, que diminuem sua transparência, também pode ser provocada pela presença de algas, plâncton, matéria orgânica e muitas outras substâncias como o zinco, ferro, manganês e areia, resultantes do processo natural de erosão (PARRON *et al.*, 2011). Segundo a Portaria Nº 888/2021 do Ministério da Saúde o valor máximo permitido em qualquer ponto da rede de distribuição é de 5,0 UT (Unidade de turbidez) como padrão organoléptico de potabilidade.

O nitrato é encontrado geralmente em águas superficiais em baixos teores, mas a sua presença em concentrações elevadas pode atingir águas subterrâneas. O nitrito é um estado de oxidação intermediária de nitrogênio, e ocorre tanto pela oxidação do amônio, como pela redução do nitrato (CASALI, 2008; PARRON *et al.*, 2011). Segundo a Portaria MS Nº 888/2021 é estabelecido um valor de 10 mg/L NO₃ (Nitrato) como o máximo permitido para água potável, bem como um limite de 1,5 mg/L de N-NO₂ (Nitrito) em águas direcionadas ao consumo humano.

A dureza do carbonato corresponde à alcalinidade, que tem a capacidade de tamponamento da água natural. Em compensação, a dureza não carbonato, não pode ser reduzida por ebulição e resulta da presença de íons metálicos bivalentes ligados a sulfatos, cloretos ou nitratos, podendo ser determinada pela diferença entre a dureza total e alcalinidade da água (LIBÂNIO, 2010). Para dureza total é estabelecido o teor de 500 mg/L em termos de CaCO₃ como o valor máximo permitido para água potável (BRASIL, 2011).

Altas concentrações de cloreto em água podem trazer restrições ao sabor da água, dessa forma gerando uma rejeição pelo consumidor (CORNATIONI, 2010). De acordo com a Portaria vigente do Ministério da Saúde após a desinfecção, a água potável fornecida para o consumo humano deve conter um teor máximo permitido de 250 mg/l (BRASIL, 2011).

O ferro, muitas vezes, está afiliado ao manganês. As águas em concentrações altas desses metais lhe confere um sabor amargo, adstringente e coloração amarelada e turva. São habitualmente encontrados em águas naturais, sendo capazes de se expor nas formas dissolvidas (Fe⁺²) ou insolúveis (Fe⁺³) em ambientes oxidantes (VEIGA, 2005). A Portaria MS Nº 888/2021 estabelece o limite de 0,3 mg/L para concentração de ferro em água potável.

As bactérias do grupo coliformes são considerados para fins de avaliação da qualidade da água como parâmetros microbiológicos. As análises microbiológicas atestam a presença ou não de coliformes totais e coliformes fecais, que conseguem ser ou não patogênicos. A contaminação da água é geralmente detectada pela presença de bactérias do grupo coliforme

pertencentes à família *Enterobacteriaceae* que demonstra a maior e mais heterogênea coleção de bactérias de importância clínica (JULIÃO, 2011; BETTEGA *et al.*, 2006).

Os coliformes totais são determinados por bacilos gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não esporogênicos, oxidase-negativos, capazes de fermentar a lactose com produção de ácido, gás e aldeído a $35,0 \pm 0,5$ °C em 24-48 horas, e que podem apresentar atividade da enzima β -galactosidase. Por sua vez, os coliformes fecais, formam um subgrupo das bactérias do grupo coliforme que fermentam a lactose a $44,5^\circ\text{C} \pm 0,2$ °C em 24 horas, tendo como principal representante da *Escherichia coli*, de origem exclusivamente fecal (CASALI, 2008; LIMA, 2009).

O teste Colilert usado para análise microbiológica detecta e quantifica simultaneamente coliformes totais e *Escherichia coli*, com resultados em 24 horas; sendo aprovado pela EPA (Environmental Protection Agency [Agência de Proteção Ambiental]) dos Estados Unidos e incluído no Métodos padrão para exame de água e águas residuais. A detecção destes microrganismos pelo método Colilert é mais fácil e útil porque não há necessidade de se realizarem testes confirmatórios ou complementares, nem isolar culturas puras e o tempo de análise é menor, possibilitando a rápida correção de problemas antes que a água seja destinada ao consumo (MARTINS; RESENDE, 2020).

3 METODOLOGIA

As atividades foram realizadas no município de Caturité no estado da Paraíba, que conta com uma População com estimativa de 4.898 pessoas para o ano de 2021, o município ainda dispõe de uma Densidade demográfica de 38,47hab/km² (IBGE, 2010). O trabalho teve como público alvo alunos de três escolas municipais, que por uma questão ética e buscando preservar a identidade das mesmas, foram renomeadas como escolas A, B e C.

Para o desenvolvimento do trabalho foram realizadas quatro etapas, assim como pode ser observado na Figura 1.

Figura 1 – Fluxograma do plano de atividades realizados neste trabalho.



Fonte: dados da pesquisa

As quatro etapas para o desenvolvimento do trabalho nas escolas, totalizaram oito visitas que foram realizadas nas escolas citadas.

A etapa 1 foi produzido o material didático para apresentação nas escolas levando em consideração as variadas faixas etárias dos alunos das escolas, na pré-escola foi preparado o

diálogo dos personagens dos fantoches, na escola com ensino fundamental I foi produzido um material em slide utilizando figuras de linguagem, como desenhos já conhecidos pelas crianças, como ‘‘ Bob Esponja’’, de forma que isso facilitasse o dinamismo entre os alunos do Projeto e as crianças das escolas. Para o ensino fundamental II foi apresentado o material mais compatível com a idade dos alunos presentes.

Durante a etapa 2 foram feitas três visitas que tiveram o objetivo de apresentação do projeto e de seus membros participantes à diretoria das escolas.

A etapa 3 foi voltada as apresentações, tanto na pré-escola onde foi feita a apresentação do teatro de fantoches para promover a preparação das crianças em idade pré-escolar, bem como para os alunos de ensino fundamental, utilizando os slides previamente preparados tendo como foco a sustentabilidade dos recursos hídricos, preservação e utilização da água, bons usos dos recursos naturais, doenças de veiculação hídrica, entre outros pontos.

Durante a etapa 4 foram realizadas reuniões e reconhecimento dos ambientes escolares, coleta de informações sobre o abastecimento hídrico, reservatórios disponíveis e execução das amostragens de água nos pontos considerados mais importantes das escolas.

Foram feitas as coletas nas escolas de ensino fundamental. Os pontos de coleta de água foram a cisterna, as pias dos banheiros e cozinha, além do bebedouro. As análises físico-químicas e bacteriológicas da água foram realizadas pelos próprios alunos do projeto sob a supervisão da Coordenadora. Os métodos analíticos utilizados são propostos em APHA/AWWA/WEF, 2005.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Escola A consta de 186 alunos matriculados no Ensino Fundamental II no período matutino, os 6º e 7º anos são divididos em turmas A e B em função da faixa etária dos jovens, de forma que as turmas A os alunos estão na faixa etária normal e nas turmas B encontram-se alunos mais velhos e fora da faixa. Quanto ao 8º e 9º anos, estes funcionam em turmas únicas não havendo distinção de faixa etária. Os alunos desta escola demonstraram ser participativos e tinham algum conhecimento sobre o que estava sendo explanado, devido a realidade que eles vivenciam em suas residências acerca da escassez da água. A figura 2 mostra o momento dos alunos do projeto junto aos alunos da escola A.

Figura 2: Apresentações do Projeto na escola A.



Fonte: dados da pesquisa.

A Escola B apresenta 276 alunos, destes, 140 alunos matriculados no Ensino Fundamental I, turno diurno, distribuídos em 10 turmas e na faixa etária de 6 a 10 anos e 136 alunos no Ensino Fundamental II, turno vespertino em um total de 7 turmas. Nessa escola em específico, houve muita interação dos alunos (figura 3), em que foi notório o conhecimento

dos mesmos quanto ao assunto a ser apresentado tipo de poços e cisternas, como ocorria a perfuração, o que era água dessalinizada e os processos de armazenamento, sabendo-se que esse assunto é uma realidade que eles vivem.

Figura 3: Apresentações do Projeto na escola B.



Fonte: dados da pesquisa.

Na escola C são atendidas 64 crianças com idade entre 3 e 5 anos, distribuídas em 3 turmas. Nesse local, além da visita inicial para apresentação do Projeto, foi realizado um segundo encontro onde membros do trabalho fizeram duas apresentações teatrais para as crianças utilizando fantoches (figura 4).

Figura 4: Apresentações do Projeto na escola C



Fonte: dados da pesquisa.

Quanto à análise da água, pode-se observar que a disponibilidade de água nas escolas B e A, selecionadas como amostras, é proveniente do abastecimento público diretamente em uma cisterna com capacidade de 18000 L. A água é bombeada para a caixa d'água e distribuída pelas escolas. É importante destacar que a cisterna acima citada abastece ambas as escolas.

Observou-se que a cisterna não possui um método adequado de fechar de forma efetiva, permanecendo sem nenhum tipo de tampa para fazer sua cobertura (figura 5), ficando exposta a entrada de vários tipos de contaminantes, a exemplo de pequenos animais que possam vir a cair e a sua decomposição pode desenvolver a presença de nitrato, o que torna a água imprópria para consumo humano.

Figura 5: Cisterna sem tampa.

Fonte: dados da pesquisa.

Como pode ser visto na tabela 1, todos os parâmetros encontram-se dentro do Valor Máximo Permissível (**VMP**) pela Legislação Brasileira (BRASIL, 2021).

Tabela 1: Análise físico-química da água da cisterna que abastece as escolas.

Análise Físico-Química		Data da Coleta: 19/11/2018	
Interessado: Escola A		Resp. pela Coleta: Interessado	
Município: Caturité – PB		Data da Entrega da Amostra: 19/11/2018	
Localidade: Centro		Tipo de Recipiente: Garrafa plástica	
Procedência: Cisterna	Vazão(*):	Data da Análise: 23/11/2018	
PARÂMETROS		RESULTADOS	VMP (**)
Condutividade Elétrica, $\mu\text{mho/cm}$ a 25 °C		320,6	---
Potencial Hidrogeniônico, pH		7,6	6,0 a 9,5
Turbidez, (uT)		1,0	5,0
Cor, Unidade Hazen (mg Pt–Co/L).		3,0	15,0
Dureza em Cálcio (Ca^{++}), mg/L		32,0	---
Dureza em Magnésio (Mg^{++}), mg/L		13,1	---
Dureza Total (CaCO_3), mg/L		134,5	500,0
Sódio (Na^+), mg/L		38,0	200,0
Potássio (K^+), mg/L		0,4	---
Alumínio (Al^{3+}), mg/L		0,00	0,2
Ferro Total, mg/L		0,03	0,3
Alcalinidade em Hidróxidos, mg/L (CaCO_3)		0,0	---
Alcalinidade em Carbonatos, mg/L (CaCO_3)		0,0	---
Alcalinidade em Bicarbonatos, mg/L (CaCO_3)		72,4	---
Alcalinidade Total, mg/L (CaCO_3)		72,4	---
Sulfato (SO_4^-), mg/L		6,6	250,0
Fósforo Total, mg/L		0,1	---
Cloreto (Cl^-), mg/L		102,2	250,0
Nitrato (N-NO_3^-), mg/L		0,01	10,0
Nitrito (N-NO_2^-), mg/L		0,002	1,0

Amônia (NH ₃), mg/L	0,15	1,5
Sílica, mg/L (SiO ₂)	6,6	---
STD (Sólidos Totais Dissolv. a 180°C), mg/L	287,5	1.000,0

Fonte: dados da pesquisa

De acordo com os resultados analíticos acima relacionados, esta água se encontra dentro dos padrões de potabilidade no que se refere aos parâmetros físico-químicos.

Foram realizadas coletas para análises microbiológicas em pontos importantes da escola como cisterna, banheiro, bebedouro e cozinha (Figura 6).

Figura 6: Pontos de coleta.



Fonte: compilação do autor com base nos dados da pesquisa.

As análises da cisterna, banheiro e bebedouro mostraram que não há nenhum tipo de contaminação nesses pontos. As tabelas 2, 3, 4 e 5 apresentam os resultados das análises microbiológicas dos pontos de coleta escolhidos.

Tabela 2: Análise microbiológica da água coletada do banheiro.

Data da Coleta: 13/11/2018		
Interessado: Escola A	Resp. pela Coleta: Interessado	
Município: Caturité - PB	Data da Entrega da Amostra: 13/11/2018	
Localidade: Centro	Tipo de Recipiente: Frasco estéril	
Procedência: Banheiro	Data da Análise: 13/11/2018	
PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS	RESULTADOS	VMP (*)
Coliformes Totais	AUSENTE	AUSENTE
<i>Escherichia coli</i>	AUSENTE	AUSENTE

Fonte: dados da pesquisa

De acordo com os resultados analíticos acima relacionados, esta água se encontra dentro dos padrões de potabilidade, no que se refere aos parâmetros microbiológicos. Observou-se que foi constatada a ausência de coliformes totais e *Escherichia coli* e para isso, a metodologia analisada foi o Método enzimático de substrato definido - Colilert.

Tabela 3: Análise microbiológica da água coletada do Bebedouro.

Data da Coleta: 13/11/2018		
Interessado: Escola A	Resp. pela Coleta: Interessado	
Município: Caturité - PB	Data da Entrega da Amostra: 13/11/2018	
Localidade:	Tipo de Recipiente: Frasco estéril	
Procedência: Bebedouro	Data da Análise: 13/11/2018	
PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS	RESULTADOS	VMP (*)
Coliformes Totais	AUSENTE	AUSENTE
<i>Escherichia Coli</i>	AUSENTE	AUSENTE

Fonte: dados da pesquisa

De acordo com a tabela 3, esta água se encontra dentro dos padrões de potabilidade, no que se refere aos parâmetros microbiológicos, por não apresentar coliformes totais ou *E. coli*.

Tabela 4: Análise microbiológica da água coletada da Cisterna.

Data da Coleta: 13/11/2018		
Interessado: Escola A	Resp. pela Coleta: Interessado	
Município: Caturité - PB	Data da Entrega da Amostra: 13/11/2018	
Localidade:	Tipo de Recipiente: Frasco estéril	
Procedência: Cisterna	Data da Análise: 13/11/2018	
PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS	RESULTADOS	VMP (*)
Coliformes Totais	AUSENTE	AUSENTE
<i>Escherichia Coli</i>	AUSENTE	AUSENTE

Fonte: dados da pesquisa

Segundo a tabela 4, água coletada da Cisterna se encontra dentro dos padrões estabelecidos segundo a portaria N° 888/2021, no que se refere aos parâmetros microbiológicos.

Tabela 5: Análise microbiológica da água coletada da Cozinha.

Data da Coleta: 13/11/2018		
Interessado: Escola A	Resp. pela Coleta: Interessado	
Município: Caturité - PB	Data da Entrega da Amostra: 13/11/2018	
Localidade:	Tipo de Recipiente: Frasco estéril	
Procedência: Cozinha	Data da Análise: 13/11/2018	
PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS	RESULTADOS	VMP (*)
Coliformes Totais	PRESENTE	AUSENTE
<i>Escherichia Coli</i>	AUSENTE	AUSENTE

Fonte: dados da pesquisa

Tendo como referência a tabela 5, os resultados analíticos apresentados, no que se diz respeito aos parâmetros microbiológicos, esta água não se encontra dentro dos padrões de potabilidade, por apresentar coliformes totais na amostra coletada.

O único ponto em que se identificou a presença de coliformes totais foi na torneira da cozinha, é relevante mencionar que na análise qualitativa não foi detectada a presença de *Escherichia coli*, descartando, portanto, a possibilidade de contaminação por material fecal. Essa contaminação por coliformes totais encontrada na torneira da cozinha pode ser causada, possivelmente, pelo manuseio e higienização da mesma.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nos resultados obtidos foi observado que dentre os pontos de coleta um não se adequou aos parâmetros pré-estabelecidos segundo o Ministério de Saúde com base na Portaria Nº 888/2021. Trata-se do ponto de coleta localizado na cozinha da Escola A, que constatou a presença de coliformes totais nos resultados dos exames microbiológicos realizados.

É indicado que a escola tome providencias em relação a condição de higiene do ambiente no qual foi notificado e identificado a presença de coliformes totais. Salienta-se a importância de instruir os profissionais que manuseiam a área, reforçando o uso de água e sabão para a antisepsia das mãos, bem como dos instrumentos utilizados.

Faz-se necessário uma maior investigação dos estudos na área, visto que os parâmetros analisados são preliminares, merecendo uma sondagem mais aprofundada para determinar com segurança se a água é apropriada para o consumo ou se realmente não traz nenhum risco à saúde.

Quanto as apresentações realizadas para os alunos das três escolas acerca da utilização e preservação das reservas hídricas para usos múltiplos, o bom uso da água, higienização básica, informações sobre doenças de veiculação hídrica e seus impactos na saúde da população, foi constatado interesse dos alunos pela temática, bem como conhecimento prévio, principalmente a cerca da realidade da seca na região.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Diego Fontana. **Implementação da Educação Ambiental em escolas: uma reflexão.** In: Fundação Universidade Federal do Rio Grande. Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental, v. 4.out/nov/dez 2000.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA); AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION (AWWA); WATER ENVIRONMENT FEDERATION (WEF). (2005) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21 ed. Washington, D.C.: APHA/AWWA/WEF.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Atlas esgotos: despoluição de bacias hidrográficas.** Brasília: 2017. Disponível em: <http://atlasesgotos.ana.gov.br/>. Acesso em: 12 set. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NUTRIÇÃO (ASBRAN). **Cerca de 2 milhões de pessoas morrem no ano por causa de água.** São Paulo 07 Jul. 2011. Disponível em: <https://www.asbran.org.br/noticias/cerca-de-2-milhoes-de-pessoas-morrem-no-ano-por-causa-de-agua>. Acesso em: 10 set. 2021.

BETTEGA, Janine Maria Pereira Ramos; *et al.* Métodos analíticos no controle microbiológico da água para consumo humano. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 5, p. 950-954, 2006.

BORELLI, Elizabeth. Uma Análise da Gestão da Água e Saneamento no Brasil sob a Perspectiva da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. *In: Simpósio Internacional de Gestão de Projetos*, 8; Conferência Internacional do CYRUS Institute of Knowledge, 8., 2020, São Paulo. **Anais VIII Singep e 8ª CIK**. São Paulo, 2020. Disponível em: <http://submissao.singep.org.br/8singep/anais/arquivos/406.pdf>. Acesso em: 10 set. 2021.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Fundamental. **Referencial Curricular Nacional para a educação infantil**. Brasília: MEC/SEF, 1998.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: terceiro e quarto ciclos: apresentação dos temas transversais**. Brasília: MEC/SEF, 1998. 436 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Diretoria de Educação Ambiental. Ministério da Educação. Coordenação Geral de Educação Ambiental. **Programa Nacional de Educação Ambiental** - ProNEA. 3 ed - Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de Saneamento**. – 4 ed. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2006.

BRASIL. Portaria nº 888, de 04 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 procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 04 maio 2021. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-318461562>. Acesso em: 09 set. 2021.

CASALI, Carlos Alberto. **Qualidade da água para consumo humano ofertada em escolas e Comunidades rurais da região central do Rio Grande do Sul**. 2008. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Santa Maria Centro de Ciências Rurais, Santa Maria, 2008.

CENTRO VIRTUAL CAMÕES. **Agenda 2030** - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. [S. I.], 2016. Disponível em: <https://www.instituto-camoes.pt/activity/o-que-fazemos/cooperacao/cooperacao-portuguesa/mandato/ajuda-ao-desenvolvimento/agenda-2030>. Acesso em: 13 set. 2021.

CORNATIONI, Miguel Bolpeti. **Análises físico-químicas da água de abastecimento do município de Colina – São Paulo**. 2010. Monografia (Curso de Ciências Biológicas) – Faculdades Integradas Fafibe, Bebedouro, 2010.

DIAS, Genebaldo Freire. **Educação ambiental: princípios e práticas**. 8. ed. São Paulo: Global, 2003.

GEO Brasil 2007. **Recursos hídricos:** componente da série de relatórios sobre o estado e perspectivas do meio ambiente no Brasil. Brasília: Ministério do Meio Ambiente; Agência Nacional de Águas, 2007.

GUEDES, Gilvan Ramalho. Risco de adoecimento por exposição às águas do Rio Doce: um estudo sobre a percepção da população de Tumiritinga, Minas Gerais, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 31, n. 6, p. 1257-1268, 2015.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home>. Acesso em: 12 set. 2021.

JULIÃO, Fabiana Cristina. **Avaliação das condições microbiológicas e físico-químicas da água de reservatório domiciliar e predial:** importância da qualidade dessa água no contexto da saúde pública. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto. Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2011.

LIBÂNIO, Marcelo. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água.** 3 ed. Campinas: Editora Átomo, 2010.

LIMA, B. J. L. A. **Qualidade de água no ambiente escolar** - ponto de partida para a educação ambiental. Monografia (Curso de Biomedicina) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2009.

MAGALHÃES, A.; *et al.* The effects of climate variations on agriculture in Northeast Brazil. In: Parry M, Carter T, Konijn N (eds) **The Impact of Climate Variations on Agriculture.** Vol 2: Assessments in Semiarid Regions. Kluwer Academic Publishers: Amsterdam, 1988.

MARENGO, José Antônio. Água e mudanças climáticas. **Estudos Avançados**, v. 22, n. 63, p. 83-96, 2008.

MARTINS, Nayara Gonçalves; RESENDE, Juliana Campos de Pinho. A utilização do método Colilert para análise de coliformes totais e *Escherichia coli* em amostras de água. **Revista Sinapse Múltipla**, v.9, n.2, p. 123-124, 2020.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. ONU. **Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 6** Relatório-síntese 2018 sobre Água e Saneamento. Nova York, 2018.

PARRON, Lucilia Maria. **Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água:** Dados eletrônicos / Lucilia Maria Parron; Daphne Heloisa de Freitas Muniz; Claudia Mara Pereira. Embrapa Florestas. Colombo, 2011.

REIGOTA, Marcos. **O que é educação ambiental.** 1. ed. São Paulo: Brasiliense, 2001

RICHTER, Carlos A. **Água:** métodos e tecnologia de tratamento. 1 ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2009.

ROSALINO, Melanie Roselyne Rodrigues. **Potenciais efeitos da presença de alumínio na água de consumo humano.** Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente) – Universidade Nova de Lisboa. Lisboa, 2011.

SHIKLOMANOV, Igor Alekseyevich. Avaliação e Avaliação dos Recursos Hídricos Mundiais. **Water International**, v. 25, n. 1, p. 11-32, 2000.

VAQUERO, María Pilar; TOXQUI, Laura. Agua para La salud. Pasado, presente y futuro. In: AZCONA, A.C.; FERNANDEZ, M.G. (Ed.). Propiedades y funciones biológicas del agua. Madrid: CSIC. 2012. p. 63-78.

VEIGA, Graziella da. **Análises físico-químicas e microbiológicas de água de poços de diferentes cidades da região Sul de Santa Catarina e efluentes líquidos industriais de algumas empresas da Grande Florianópolis**. 2005. Estágio Supervisionado (Bacharel em Química) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

VIEIRA, Rita Maria Silva Pinto; *et al.* Identifying areas susceptible to desertification in the Brazilian northeast. **Solid Earth**, v. 6, p. 347–360, 2015.