



UnB



C A P E S

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UnB
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - IB
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA – PROFBIO

**ESTUDO DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA O LETRAMENTO
CIENTÍFICO EM ESCOLA DO CAMPO EM JOÃO PINHEIRO - MG**

PATRICIA MEDEIROS DA SILVA

BRASÍLIA

2020

PATRICIA MEDEIROS DA SILVA

**ESTUDO DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA O LETRAMENTO
CIENTÍFICO EM ESCOLA DO CAMPO EM JOÃO PINHEIRO - MG**

Dissertação apresentada ao curso Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional- PROFBIO, na Universidade Brasília, Instituto de Ciências Biológicas, para obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Área de concentração: Ensino de Biologia

Orientação: Prof. Dr. Umberto Euzébio

BRASÍLIA

2020

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelo dom da vida, pela fé e perseverança em superar os obstáculos.

A meu amado esposo Bonifácio Luiz Neto pelo companheirismo, compreensão, dedicação e cuidado com nosso filho Miguel Luiz, a quem agradeço imensamente por todo carinho e amor. Você foi fundamental para o sucesso deste trabalho.

À minha querida mãe Edna Livani Medeiros pelo incentivo, apoio, amor e por cuidar tão bem do meu filho nos momentos de ausência para estudo. Sem você não teria conseguido!

Ao meu querido pai Jerson Lopes da Silva e sua esposa Selma Maria pelo apoio e carinho de sempre.

Ao meu irmão Peterson Medeiros da Silva e sua esposa Cláudia Vaz por toda ajuda, receptividade e principalmente por me acolher com tanto zelo.

A minha irmã Priscila Medeiros da Silva por todo carinho e apoio.

Ao meu orientador, Umberto Euzebio, por toda orientação, paciência, receptividade e compreensão nessa caminhada acadêmica.

A todos os professores do PROFBIO.

Aos meus colegas do PROFBIO turma 2018, pela parceria.

Aos meus amigos Nívea Moraes, Henrique Mendes e Virgínia Teodoro por todo companheirismo, amizade e ajuda essenciais nessa caminhada. Muito obrigada, vocês fizeram com que essa caminhada se tornasse mais leve e possível.

Agradeço também a todos os membros da Escola Estadual “João Guimarães Rosa” que me incentivaram e apoiaram.

Agradeço a todos que contribuíram de forma direta ou indireta para realização deste trabalho.

À Capes pelo financiamento desta pesquisa, pois o presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

“Educar é um ato de conhecimento da realidade concreta, das situações vividas e um processo de aproximação crítica da própria realidade”.

(Paulo Freire)

Ficha catalográfica elaborada automaticamente, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

SS586e Silva, Patricia Medeiros da
Estudo da qualidade da água para o letramento científico em escola do campo em João Pinheiro - MG / Patricia Medeiros da Silva; orientador Umberto Euzebio. -- Brasília, 2020.
83 p.

Dissertação (Mestrado - Mestrado Profissional em Ensino de Biologia) -- Universidade de Brasília, 2020.

1. Letramento. 2. Ensino. 3. Educação. I. Euzebio, Umberto, orient. II. Título.

PATRICIA MEDEIROS DA SILVA

**ESTUDO DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA O LETRAMENTO
CIENTÍFICO EM ESCOLA DO CAMPO EM JOÃO PINHEIRO - MG**

Dissertação apresentada ao curso Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional- PROFBIO, na Universidade Brasília, Instituto de Ciências Biológicas, para obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Umberto Euzebio (Orientador)

Prof. Dr. André Luiz Moreira (Membro Titular)

Prof. Dr. Christiano Del Cantoni Gati (Membro Titular)

Brasília, dezembro de 2020.

Instituição: Universidade de Brasília - UnB
Mestrando: Patrícia Medeiros da Silva
Título do TCM: ESTUDO DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA O LETRAMENTO CIENTÍFICO EM ESCOLA DO CAMPO EM JOÃO PINHEIRO - MG
Data da defesa: 17 de dezembro de 2020
<p>O Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (PROFBIO) trouxe experiências únicas, aprimorando minha prática educacional. Leciono a 10 anos e sempre senti que faltava algo a mais para que efetivamente os alunos aprendessem, mesmo sempre fazendo cursos e aperfeiçoamentos, não tinha o resultado desejado em sala de aula. Por mais que diversificasse as aulas com dinâmicas, jogos, aulas laboratoriais, percebia que não estava cumprindo a minha missão na educação, me esforçava ao máximo e não enxergava o porquê dessa lacuna.</p> <p>Sempre desejei fazer uma pós graduação <i>strict sensu</i>, mas as atividades diárias, a carga horária de trabalho não permitiam essa dedicação a academia. Quando me deparei com o PROFBIO, ainda nos moldes de autorização, de recrutamento de associadas, e ainda voltada para professores, vi a possibilidade de realizar esse sonho, antes tão distante! Me preparei para a primeira seleção, porém, não tive sucesso, fiquei entre os excedentes mas não fui selecionada. Mas Deus sabe que aquele não era o momento. Na seleção seguinte, fui aprovada, que alegria, uma euforia inexplicável. Comecei a participar das aulas, conheci pessoas incríveis, que somaram muito para minha vida profissional e pessoal. Trocas de experiências com professores de vários estados e realidades diferentes, contribuíram para que nos sentíssemos amparados e que tínhamos muito em comum e muito a aprender.</p> <p>O PROFBIO acrescentou conhecimentos, atualizações que nenhum outro curso traria, devido ao direcionamento e amplitude dentro da biologia, principalmente com o elo entre a Universidade e a comunidade escolar do ensino básico. Sendo assim, a sala de aula, nosso local de trabalho, torna-se um laboratório vivo, aplicando e testando nosso aprendizado na Universidade.</p> <p>A partir daí pude perceber o que faltava na minha dinâmica em sala de aula, a prática</p>

investigativa, colocar o aluno realmente como protagonista do processo. Não adiantava ir ao laboratório, usar todo equipamento, materiais, vidraria, microscópios e seguir um roteiro pré estabelecido, executar o que está ali e pronto. O aluno participou? Sim. Seguiu o que estava estabelecido? Sim. Foi uma aula diferenciada? Sim. Mas o aluno conseguiu realmente extrair o essencial? Conseguiu aplicar o que aprendeu no seu cotidiano? Pensou?... Agora sim, percebi o que faltava na minha atividade docente! A necessidade urgente da aplicação do ensino investigativo, em que o aluno possa ser instigado, trabalhar com uma situação-problema, levantar suas hipóteses, pesquisar, testar suas hipóteses, aceitar ou refutar essas hipóteses, para então poder entender e dar sentido àquilo está sendo estudado. Atribuir significado a biologia, o estudo da vida, que tem o propósito de entender a vida na suas diversas manifestações, funcionalidades, diversidades, relações entre os seres vivos, composições, enfim, entender os processos, conseguindo associar e participar de questões de cunho científico no seu dia a dia.

Com o PROFBIO pude entender melhor minha prática docente, minhas falhas e consegui preencher aquela lacuna, levando ao melhor desempenho em sala de aula. Acredito que minha carreira docente foi marcada em antes e depois do mestrado. A academia me trouxe a vivacidade do ensino, que tinha sido deixada um pouco de lado, devido aos percalços da nossa carreira, muitas questões burocráticas, desvalorização do ensino, pouco reconhecimento da profissão de professor. Contudo, aquela chama motivadora e transformadora que nos inserem nesse meio está bem acesa e cheia de vontade de contribuir e fazer a diferença.

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo promover o letramento científico de alunos do Ensino Médio da Escola Estadual “João Guimarães Rosa” no município de João Pinheiro- MG, a partir da temática– água para consumo humano. O levantamento inicial foi feito através de questionário, traçando o perfil e os níveis de letramento científico dos estudantes da 2ª e 3ª série do Ensino Médio, foi verificada a necessidade de uma abordagem introdutória básica sobre as principais características da água e suas propriedades, características de uma água de qualidade para o consumo humano e formular perguntas investigativas, levantar hipóteses para responder uma pergunta, propor explicações para os resultados e interpretar informações científicas de textos e outras fontes. Assim, foi proposto a construção de uma sequência didática, dividida em momentos, com atividades variadas, sendo elaborado um plano de aula para cada tópico. Os tópicos abordados na sequência didática são: 1 – Revisando conteúdo – dialogando. 2 – Estabelecendo conexões entre água e o consumo. 3 - Solubilidade da água – Água limpa é água potável? Nesta etapa, abrange pesquisa e estudo de artigos. 4 – Compreensão da importância da água na natureza. Estratégia – Jogo – Água e sustentabilidade. 5 – Finalização – Relatórios. Para as análises dos dados produzidos a partir do acompanhamento das atividades dos estudantes, será utilizado a análise de conteúdo. A promoção do letramento científico de alunos do Ensino Médio da Escola Estadual “João Guimarães Rosa”, está em processo de construção, tendo em vista a aplicação parcial das atividades propostas, perante uma situação pandêmica (COVID-19). O fato de ter iniciado o debate de questões como a qualidade da água que consomem, a origem, os possíveis processos de tratamento da água e o descarte de resíduos domésticos, despertaram o interesse e aguçaram a curiosidade dos estudantes diante de situações do seu cotidiano. A elaboração da sequência foi realizada conforme a necessidade e possibilidade no presente momento. Foram necessárias adaptações e reformulações da sequência didática para que a mesma atendesse os objetivos propostos em uma nova realidade. Assim, diante de todo percurso desenvolvido, houve contribuição para a aprendizagem dos estudantes, considerando a promoção e o estímulo aos estudantes a refletirem sobre as questões presentes no seu dia a dia.

Palavras-chave: ensino, educação, sequência didática, biologia, material didático.

ABSTRACT

The present work aimed to promote the scientific literacy of high school students from “João Guimarães Rosa” a State School João Pinheiro city - MG, based on the theme– water for human consumption. The initial survey was carried out through a questionnaire, outlining the profile and levels of scientific literacy of students in the 2nd and 3rd grades of High School, Which was verified the need for a basic introductory approach on the main characteristics of water and its properties, characteristics of quality water for human consumption and ask investigative questions, raise hypotheses to answer a question, propose explanations for the results and interpret scientific information from texts and other sources. Thus, it was proposed to build a didactic sequence, divided into moments, with varied activities, and a lesson plan was elaborated for each topic. The topics covered in the didactic sequence are: 1 - Reviewing content - dialoguing. 2 - Establishing connections between water and consumption. 3 - Water solubility - Is clean water the drinking water? In this stage, it covers research and article studies. 4 - Understanding the importance of water in nature. Strategy - Gaming - Water and sustainability. 5 - Finalization - Reports. For the analysis of data produced from the monitoring of student activities, content analysis will be used. The promotion of high school students' scientific literacy at the “João Guimarães Rosa” State School is under construction, owing to the partial application of the proposed activities, facing a pandemic situation (COVID-19). The fact that it was initiated a debate on issues such as the quality of the water they consume, the origin, the possible water treatment processes and the disposal of domestic waste, aroused the interest and called the students' curiosity facing the everyday situations. The elaboration of the sequence was performed according to the need and possibility at the present moment. Adaptations and reformulations of the didactic sequence were necessary for it to find out the proposed goals in a new perspective. Therefore, in view of the entire course developed, there was a contribution to students learning, considering the promotion and encouragement for students, so they could reflect about their daily lives issues.

Keywords: teaching, education, didactic sequence, biology, didactic material.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: <i>Ranking</i> da proficiência dos países selecionados, CIÊNCIAS.....	20
Quadro 2: Médias, intervalos de confiança e percentis da proficiência dos países selecionados, CIÊNCIAS – PISA 2018.....	20
Quadro 3: Descrição do perfil dos alunos das questões do questionário	28
Quadro 4: Percepções dos alunos com relação a água consumida	29
Quadro 5: Escala de proficiência em Ciências.....	30

Sumário

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVOS	15
2.1 Objetivo Geral	15
2.2 Objetivos específicos	15
3 REFERENCIAL TEORICO	15
3.1 Ensino de biologia	15
3.2 Letramento científico	17
3.3 Considerações sobre a temática água	21
4. METODOLOGIA	24
4.1 Local da pesquisa	24
4.2 Caracterização da escola	25
4.3 Instrumentos	25
4.4 Riscos e benefícios na realização do projeto	26
4.5 Submissão ao Comitê de Ética	26
4.6 Procedimentos de pesquisa	26
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
5.1 Proficiência dos estudantes	28
5.2 Estrutura da sequência didática	34
5.3 Sequência didática - Planejamento	35
5.4 Formulário para a avaliação da sequência didática	67
6 CONCLUSÃO	68
REFERÊNCIAS	69
APÊNDICE A - Questionário - Estudo da qualidade da água para o letramento científico em escola do campo em João Pinheiro – MG -	74
APÊNDICE B – Termo de consentimento livre e esclarecido – TCLE	75
APÊNDICE C - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido aos Responsáveis	77
ANEXO A – Parecer do Comitê de Ética	79
ANEXO B – Validação do Parecer do Comitê de Ética	85

1. INTRODUÇÃO

O conhecimento científico possibilita a inserção dos cidadãos de forma ativa na sociedade, possibilitando a interação entre elementos científicos e tecnológicos na vida social, sendo necessários para compreensão e resoluções de questões inerentes às suas necessidades (SILVEIRA e BAZZO, 2009). “O letramento está relacionado com os usos da escrita em sociedade e com o impacto da língua escrita na vida moderna” (KLEIMAN, 2005, p. 19). De acordo com Oliveira e Biar (2015, p.85), “o letramento pode ser definido como o processo de construção de conhecimento linguístico-discursivo que advém da participação em práticas sociais que envolvem leitura e escrita”. No cotidiano, o cidadão se utiliza do letramento em situações diversas como o entendimento de uma propaganda escrita, o letreiro em um ônibus, a localização em um mapa, a localização de um endereço, entre diversas outras utilidades (SANTOS, 2007). Assim, o letramento é essencial para transformar a realidade dentro de vários contextos.

Partindo dessa apropriação temos a presença da Ciência na vida social, que se refere ao letramento científico, possibilitada pela interação dos elementos científicos tecnológicos, propiciando a inclusão do aluno de forma ativa e de maneira ampla na sociedade (SANTOS, 2007). O papel do professor é fundamental para desenvolver esse processo de construção do conhecimento com o espírito crítico e reflexivo, ser um agente de transformação e uma referência para modificação de hábitos (ROSA, 2010).

Para que se atinja essa construção do conhecimento científico, “a aprendizagem baseada em problemas estimula o aluno a ser pesquisador, ajudando-o a adquirir novos conhecimentos, fazendo-o explorar novas áreas” (NASCIMENTO e COUTINHO, 2016, p.140). Soares (2008) ressalta que não se deve apenas alfabetizar uma criança mas sim ensiná-la a interpretar os vários textos e situações no seu cotidiano, buscando a melhor forma de atuação na sociedade em que vive.

Muito tem se refletido no âmbito educacional sobre Ciência e Tecnologia nas várias esferas sociais, ganhando cada vez mais espaço nas discussões acerca do tema (KRASILCHIK, 2000). Diante das mudanças ocorridas nesse cenário, o enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA), que na área educacional vem ganhando espaço por meio de pesquisas envolvendo o processo de ensino-aprendizagem (SILVA, 2010). O enfoque CTSA visa o desenvolvimento pleno do cidadão comprometido com as questões sociais, e permite a utilização de ferramentas e desenvolvimento de habilidades para intervir nas discussões acerca da Ciência e Tecnologia. Deve-se buscar, então, levar o estudante a participar ativamente do

processo de ensino aprendizagem, construir assim sua autonomia, atribuindo mais sentido àquilo que está sendo estudado (ROSA, 2010).

Uma das formas de ensinar os estudantes, se concretiza por meio de atividades motivadora relacionadas com situações conflitantes da realidade dos estudantes (ZABALA, 1998). De um modo mais geral, sequências didáticas podem ser consideradas como um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um início e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos estudantes (ZABALA, 1998). As sequências didáticas também podem ser vistas como “certo número de aulas planejadas e analisadas previamente com a finalidade de observar situações de aprendizagem, envolvendo os conceitos previstos na pesquisa didática” (PAIS, 2002, p. 102). Assim, as sequências didáticas são utilizadas para o ensino, uma vez que são produzidas para serem aplicadas no processo de ensino aprendizagem.

As sequências didáticas também podem ser consideradas e são pensadas para ser uma ferramenta para a coleta de dados nas investigações em educação científica (CARVALHO, 2012). Historicamente, nos cenários nacional e internacional, as sequências didáticas têm sido utilizadas como instrumentos de planejamento do ensino e também como objetos de pesquisa, criando condições favoráveis para os alunos se apropriarem de ferramentas culturais próprias da comunidade científica (ALMOULOU; COUTINHO, 2008), permitindo a análise desse processo e estimulando o diálogo entre a pesquisa no ensino de ciências e a sala de aula. Quando pensamos na formação cidadã dos alunos de educação básica, a formação científica por meio de estratégias de ensino que reconhecem a autonomia é fundamental, ainda mais se considerarmos os temas como saúde e meio ambiente (CARVALHO, 2012).

No caso tema Saúde, entende-se que não se pode transformar a situação saúde de um indivíduo ou de uma coletividade sem levar em conta que ela é produzida nas relações com o meio físico (BARROS, 2010). A água é um elemento imprescindível para toda forma de vida, vital para os ciclos biológicos e para o equilíbrio do meio ambiente, tem função econômica e de inclusão social (DIAS, 2016). Introduzir estratégias para aproximar os conteúdos de biologia ao contexto social dos alunos, pode ser uma forma de desenvolver o senso crítico e despertar a participação dos estudantes (FOUREZ, 2003).

A problematização da questão a ser trabalhada surgiu de questionamentos e sugestões de alunos, envolvendo situações diárias, alteração na cor e sabor da água, presença de pequenas partículas, se existe relação entre a origem dessa água (poço artesiano) e o descarte de esgoto doméstico diretamente no solo e como a água é tratada para o consumo. Assim, sendo gerada a

questão “Qual a percepção dos alunos em relação à água que eles consomem e como utilizar a temática água como forma de conhecimento? tendo em vista esse real interesse e essa busca por respostas, este trabalho objetiva promover o letramento científico de alunos do Ensino Médio da Escola Estadual “João Guimarães Rosa” no município de João Pinheiro- MG, a partir da temática – água para consumo humano.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Promover o letramento científico de alunos do Ensino Médio da Escola Estadual “João Guimarães Rosa” no município de João Pinheiro – MG, a partir da temática – água para consumo humano.

2.2 Objetivos específicos

- a) Elaborar uma sequência didática para estudo da qualidade da água destinada ao consumo humano;
- b) Promover reflexões de aprendizagem nos alunos a partir de situações contextualizadas a respeito da água.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Ensino de biologia

O ensino de biologia tem grande importância no desenvolvimento das noções de ambiente, formações, relações existentes entre seres vivos e não vivos e principalmente, desenvolver as discussões que permitem entender o universo das ciências (MORTIMER, 2002). A disciplina de Biologia passou por muitas reformulações, influenciadas por diversas tendências educacionais e o contexto-social vivenciado nas diferentes décadas (VILELA-RIBEIRO *et al.*, 2008).

. O ensino médio brasileiro, ao longo dos últimos anos tem sido alvo de estudos e reformas para modificar o atual modelo de ensino que, segundo avaliações externas, são ineficientes para o modelo atual de sociedade (SOUZA, 2015) A necessidade de mudanças e novas possibilidades para o ensino de Biologia são necessárias para aproximá-la do contexto real em um novo modelo educacional. Desta forma é possível perceber “tanto nos programas

dessa disciplina escolar como nas práticas desenvolvidas na sala de aula quanto as temáticas biológicas são selecionadas tendo em vista a inclusão de questões que nos remetem ao mundo cotidiano” (MARANDINO; SELLES; FERREIRA, 2009, p.53).

Depois de um tempo houve a chegada de mudanças sociais, estruturais e tecnológicas, iniciando a busca por novas formas de ser e agir, sendo assim, “a introdução de novos tempos de investigação e descobertas, com reflexo sem precedentes na história e desdobramentos vinculados às revoluções industriais e à fundação de novas disciplinas científicas” (VILELA-RIBEIRO *et al.*, 2008, p. 156). Essas disciplinas surgem em um cenário de um mundo industrializado na tentativa de preparar alunos para assumir o papel de cientistas (FOUREZ, 2003).

Diante desse cenário evidenciado, faz-se necessário adequar a direção de como conduzir a construção do conhecimento de Biologia tendo em vista as diversas mudanças no cenário social (SOUZA, 2015). Assim, é importante destacar a afirmativa sobre a importância de ações voltadas para o processo de ensino-aprendizagem de forma significativa:

[...] será necessário identificar a importância de alguns pontos de mudanças que marcaram crucialmente as várias etapas dos movimentos em busca de melhoria do ensino de ciências. Trata-se de compreender o que foi feito e, a partir daí, encaminhar propostas e ações que melhor atendam aos interesses da sociedade (KRASILCHIK, 1988, p.55).

No início dos anos 90, as reformas no ensino são intensificadas tendo em vista as novas exigências contemporâneas (MARANDINO *et al.*, 2009). Dessa forma, foi preciso elaborar e publicar elementos legais que conduzissem esse novo cenário, por meio de publicações de leis, diretrizes, orientações capazes de nortear o sistema de ensino nesse novo formato exigido.

Assim, é possível compreender que,

Uma forma de garantir a implementação dessas reformas foi a nível de Brasil, surgem as Leis de Diretrizes e Bases (BRASIL, 1996), os Parâmetros Curriculares Nacionais/PCN (BRASIL, 199, 2000), os PCN + Ensino Médio (BRASIL, 2002) e as Diretrizes Curriculares Nacionais/DCN (BRASIL, 2006). Todas elas contemplando questões de natureza política e outras decorrentes da utilização de produtos da ciência, requerendo a formação de um novo cidadão [...] (VILELA-RIBEIRO *et al.*, 2008, p. 158).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) foram amplamente difundidos e o “papel das Ciências Naturais é o de colaborar para a compreensão do mundo e suas transformações, situando o homem como indivíduo participativo e parte integrante do Universo” (BRASIL, 2000). De acordo com esses Parâmetros o ensino de Ciências, deve ocorrer por meio de

procedimentos como observação, comparação, confronto de suposições e estabelecimento de relações entre fatos ou fenômenos e ideias (SANTOS, 2007). Mas apenas repetia os roteiros pré-estabelecidos, não se tornando protagonista do processo de ensino-aprendizagem.

Recentemente foi homologada Base Nacional Comum Curricular – BNCC que se apresenta como um documento substituto aos PCN's e traz as competências gerais para a Educação Básica que colabora para o protagonismo do aluno. No caso de biologia,

[...] na área de Ciências da Natureza deve contribuir com a construção de um base de conhecimentos contextualizada, que prepare os estudantes para fazer julgamentos, tomar iniciativas, elaborar argumentos e apresentar proposições alternativas, bem como fazer uso criterioso de diversas tecnologias.” (BRASIL, 2018)

Assim, permitindo a formação de jovens que possam atuar nos desafios atuais, como desenvolvimento de competências cognitivas, comunicativas, pessoais e sociais, sendo essenciais para a resolução de problemas e tomada de decisões (DEMO, 2010). O objetivo principal é proporcionar aos alunos o contato com processos, práticas e procedimentos de investigação científica para que eles possam ser capazes de intervir na sociedade (CARVALHO, 2012). Neste percurso, as vivências e interesse dos estudantes sobre o mundo natural e tecnológicos devem ser valorizados.

Atualmente, com base nesse contexto, a disciplina de biologia vem sendo trabalhada de forma clássica e habitual, porém a desarticulação das demandas da sociedade não favorece a aproximação entre o que é ensinado na escola e a sua real aplicabilidade no contexto social (SANTOS, 2007). A BNCC coloca a necessidade de adoção da abordagem investigativa como elemento central da formação. O docente deve convidar os alunos de forma intencional para uma participação ativa, o que está diretamente relacionado ao letramento científico.

3.2 Letramento científico

A BNCC estabelece que o letramento científico deve ser desenvolvido ao longo da Educação Básica. A proposta é assegurar o acesso à diversidade de conhecimentos científicos produzidos ao longo da história e também aos principais processos, práticas e procedimentos da investigação científica (OLIVER; BIAR, 2015).

Nos PCNs, não havia citação direta ao letramento científico. Existe a ideia de estruturar o pensamento científico, estabelecendo relações e contrapontos entre os muitos elementos no universo de conhecimento. Trazia indicações de que os alunos deveriam não apenas aprender

definições científicas, mas também procedimentos e atitudes de investigação, comunicação e debates de ideias.

Nas discussões sobre o ensino de ciências, predomina também o termo alfabetização científica, sendo citado por autores como Auler (2003), Sasseron e Carvalho (2008) e por Attico Chassot (2003). Segundo Chassot (2003), a alfabetização científica pode ser compreendida como a capacidade de saber ler a linguagem em que está escrita a natureza.

Sendo assim, a Alfabetização Científica “propõe entender a leitura da linguagem oriunda da própria natureza, com o letramento científico, que busca aprofundar essa linguagem de forma a decodificá-la para poder usá-la na resolução de problemas dentro da sociedade tecnológica” (SOUSA, 2015).

O conhecimento científico possibilita a inserção dos cidadãos de forma ativa na sociedade, permitindo a interação entre elementos científicos e tecnológicos na vida social, sendo necessários para compreensão e resoluções de questões inerentes às suas necessidades (SILVEIRA; BAZZO, 2009). “O letramento está relacionado com os usos da escrita em sociedade e com o impacto da língua escrita na vida moderna” (KLEIMAN, 2005, p. 19). De acordo com Oliveira e Biar (2015, p.85), “o letramento pode ser definido como o processo de construção de conhecimento linguístico-discursivo que advém da participação em práticas sociais que envolvem leitura e escrita”. No cotidiano, o cidadão se utiliza do letramento em situações diversas como o entendimento de uma propaganda escrita, o letreiro em um ônibus, a localização em um mapa, a localização de um endereço, entre diversas outras utilidades. Assim, o letramento é essencial para transformar a realidade dentro de vários contextos.

A competência de adquirir o letramento Científico não está atrelado ao saber ler, escrever e resolver fórmulas matemáticas, mas saber aplicar os conceitos na resolução dos problemas da sociedade (KRASILCHIC; MARANDINO, 2004). Nessa perspectiva, o letramento científico se define como “o conhecimento científico de forma que seu detentor possa ser um agente transformador da sociedade em que vive e que possa utilizar este conhecimento para resolução de problemas práticos seus e da sociedade ao seu redor” (TEIXEIRA, 2007, p. 13). Nesse contexto, o letramento vai desde o letramento no entendimento de princípios básicos de fenômenos diários até a capacidade de tomadas de decisões relativas a ciência e tecnologia, sejam de interesse individual ou coletivo.

O relatório do Programa Internacional de Avaliação de Alunos (PISA), que é um indicador da qualidade da educação científica cujas avaliações abrangem conhecimentos em leitura, Matemática e Ciências, assim definindo letramento científico como sendo o

“conhecimento para identificar questões, adquirir novos conhecimentos, explicar fenômenos científicos e tirar conclusões baseadas em evidência científica sobre questões relacionadas a Ciências” (PISA, 2006).

O conceito de letramento científico juntamente com a concepção de que os estudantes “estejam preparados para a vida moderna e possam participar da sociedade de maneira ativa” (BRASIL, 2012, p. 4). Nesse sentido, Teixeira (2007) e Santos e Mortimer (2001) compartilham a ideia de que o letramento científico contribui para melhorar o ensino de biologia.

Contudo, o letramento científico, propõe um ensino de Biologia que inclua temáticas que sejam próximas do contexto social dos alunos, ao mesmo tempo em que formam como cidadãos responsáveis para uma ação social (MORTIMER, 2002).

Sendo assim, de acordo com PISA (2018) uma pessoa letrada tem a capacidade de fundamentar questões sobre ciência e tecnologia, exigindo competências de:

1. **explicar fenômenos cientificamente:** reconhecer, oferecer e avaliar explicações para uma gama de fenômenos naturais e tecnológicos;
2. **avaliar e planejar investigações científicas:** descrever e avaliar investigações científicas e propor formas de abordar questões cientificamente;
3. **interpretar dados e evidências cientificamente:** analisar e avaliar dados, afirmações e argumentos em uma variedade de representações, e tirar conclusões científicas apropriadas. (PISA, 2018, p.118)

Entretanto, nos Quadros 1 e 2, apresentam informações do desempenho dos alunos de vários países e dos alunos brasileiros. De acordo com a métrica usada para a escala de Ciências, baseada em uma média dos países da OCDE de 500 pontos, com desvio-padrão de 100 pontos. Os alunos brasileiros não demonstraram competências necessárias para serem considerados letrados cientificamente em relação aos conhecimentos de biologia. Estas evidências são possíveis de serem medidas a partir do Quadro 5, que descreve as competências necessárias em cada um dos níveis (PISA, 2018).

Quadro 1 – Ranking da proficiência dos países selecionados, CIÊNCIAS – PISA 2018

PAÍS	RANKING	MÉDIA
Finlândia	5-9	522
Coreia	6-10	519
Canadá	6-10	518
Estados Unidos	12-23	502
Portugal	21-29	492
Média OCDE	-	489
Espanha	29-32	483
Chile	44-47	444
Colômbia	58-64	413
Argentina	63-68	404
BRASIL	64-67	404
Panamá	75-77	365
República Dominicana	78-78	336

Fonte: adaptado do relatório de PISA (2018).

Quadro 2 – Médias, intervalos de confiança e percentis das proficiências dos países selecionados, CIÊNCIAS – PISA 2018.

PAÍS	2009			2012			2015			2018	
	MÉDIA	EP ¹	EP ²	MÉDIA	EP ¹	EP ²	MÉDIA	EP ¹	EP ²	MÉDIA	EP ¹
Coreia	538	3,4	4,9	538	3,7	5,5	516	3,1	4,0	519	2,8
Canadá	529	1,6	3,9	525	1,9	4,4	528	2,1	2,6	518	2,2
Finlândia	554	2,3	4,3	545	2,2	4,6	531	2,4	2,7	522	2,5
Portugal	493	2,9	4,6	489	3,7	5,5	501	2,4	4,0	492	2,8
Estados Unidos	502	3,6	5,1	497	3,8	5,5	496	3,2	4,1	502	3,3
Uruguai	427	2,6	4,4	416	2,8	4,9	435	2,2	2,7	426	2,5
México	416	1,8	4,0	415	1,3	4,2	416	2,1	2,6	419	2,6
Colômbia	402	3,6	5,1	399	3,1	5,1	416	2,4	2,8	413	3,1
Peru	369	3,5	5,0	373	3,6	5,4	397	2,4	2,8	404	2,7
BRASIL	405	2,4	4,3	402	2,1	4,5	401	2,3	2,8	404	2,1
Argentina	401	4,6	5,8	406	3,9	5,6	-	-	-	404	2,9
Panamá	376	5,7	6,7	-	-	-	-	-	-	365	2,9

Fonte: Relatório de PISA (2018).

Nota: 1 e 2. EP: estimativa de erro-padrão da média.

A análise do desempenho dos jovens brasileiros em Ciências no PISA 2018 foi de 404 pontos, 85 pontos abaixo da média dos estudantes dos países da OCDE. A média de proficiência

diminuiu ligeiramente entre 2009 e 2015, aumentando em 2018 para 404 pontos. Verifica-se que a média de proficiência melhorou entre 2015 e 2018 e, desde então vem oscilando em torno de 400 pontos (PISA, 2018). Porém, dentro do percentual que os alunos brasileiros alcançaram, um grande número não atingiu o nível 2 de proficiência, que é considerado o nível básico que se espera dos jovens, para que possam participar plenamente da vida social, econômica e cívica da sociedade. Partindo dessas constatações nos últimos anos, podemos reconhecer que o modelo de ensino validado no sistema educacional brasileiro apresenta falhas pedagógicas que colaboram para os resultados obtidos em relação às competências exigidas pelo PISA. Juntamente aos indicadores comentados, o relatório aborda que associado ao baixo desempenho, a repetência e as condições escolares tem relação direta nestes resultados, porém precisam de ações para reduzir o impacto destes na aprendizagem dos alunos. (PISA, 2012).

Autores como Teixeira (2007) e Santos (2007) contribuem com a ideia de que ao aproximar os conteúdos de ciências e Biologia ao contexto social possibilita ao estudante encontrar sentido no que estuda e o prepara para a diversidade da vida. Diante de todo esse contexto relacionado ao conteúdo e a resolução de problemas cotidianos o trabalho com temáticas facilitará o desenvolvimento de competências necessárias ao letramento científico, a partir de caminhos metodológicos à base de textos de divulgação científica, ferramentas que promovam a análise, a escrita e a capacidade de argumentar desses estudantes (MARTINS *et. al.*, 2004).

3.3 Considerações sobre a temática água

A água é considerada um elemento fundamental para a vida de um indivíduo. A sua presença é essencial no corpo humano e nas diversas situações que requerem o uso desse recurso. Podemos destacar, de acordo com Rebouças (2002, p.8), que do total de água da Terra, “97,5% é água salgada e 2,5% de água doce”. Deste percentual de água doce, encontra-se “68,9% em Calotas Polares e Geleiras; 29,9% água subterrânea doce, 0,3% água doce nos rios e lagos e 0,9% em outros reservatórios”.

A respeito da quantidade de água na superfície terrestre, Tundisi (2003) alerta que a grande questão recai sobre a escassez de água potável no mundo. O Brasil é considerado um dos ambientes com maior disponibilidade de água doce no mundo, porém, apresenta uma distribuição desigual desse recurso para atender a população.

De acordo com Barros (2010), 89% do volume total da água doce do Brasil que está na Região Norte e Centro-Oeste e cobre apenas cerca de 14,5% da população total, enquanto que

para as regiões Nordeste, Sudeste e Sul, onde estão distribuídas 85,5% da população do país está disponível apenas 11% de água. Semelhante ao que ocorre em alguns pontos do mundo, esses dados indicam uma desigual distribuição de água. Sendo assim, o Brasil dispõe de áreas ricas de água doce com poucos habitantes e, localidades populosas que sofrem com a falta dos recursos hídricos.

De acordo com Tundisi (2003), vivemos hoje uma crise hídrica, ou seja, conflitos, políticas e crises ambientais que possuem como principal alvo a água, devido a diversos fatores, tais como: aumento populacional que atinge as áreas de mananciais; processo de urbanização, transformando locais de preservação ambiental em cidades e empreendimentos comerciais; padrões de vida e de consumismo, que não valorizam os recursos naturais; poluição; falta de planejamento do poder público e de sensibilização ambiental; ponto este que afeta diretamente a Educação.

Entretanto, doenças associadas à sua contaminação representam uma das maiores ameaças à saúde humana, fato que descreve confirmação epidemiológica a partir de surtos ocorrido em todo mundo, envolvendo tanto países desenvolvidos quanto aqueles em desenvolvimento (CARDOSO, 2007).

Bactérias, protozoários, vírus e helmintos, que compreendem os agentes biológicos mais importantes de contaminação da água e, conseqüentemente, dos alimentos, são oriundos principalmente, de contaminação fecal humana e animal das águas destinadas ao consumo. Doenças de origem hídrica decorrem da ingestão (direta ou indireta) de água contaminada por microrganismos patogênicos, sendo essa contaminação mais frequente em locais onde as condições de saneamento básico são precárias (GIOMBELLI *et al*, 1998). Entre os grupos mais expostos ao risco de doenças de veiculação hídrica estão as crianças, pessoas imunossuprimidas e idosos (CARDOSO, 2007). Quando utilizada na produção primária, processamento e preparo de alimentos, a água deve atender a exigências legais, de natureza físico-química e microbiológica, de modo a não expor a população a riscos, quando do seu consumo direto ou a partir de alimentos por ela contaminados (TUNDISI, 2003). Nesse sentido, o monitoramento da qualidade microbiológica da água destinada ao consumo humano, por meio de pesquisa de agentes contaminantes, representa uma possibilidade da diminuição de inúmeros surtos de doenças como cólera, diarreias infecciosas e gastroenterites dentre outras (GIOMBELLI *et al*, 1998).

Considerando a importância sobre a quantidade e a qualidade de água disponível para o consumo humano, bem como principais fatores envolvidos nessa questão, destacando que

mesmo a água sendo um recurso renovável e abundante no planeta, condições naturais ou artificiais podem afetar o acesso a ela. A água é essencial para a vida e para a manutenção da saúde, desempenhando papel fundamental (CUNHA, 1980). Indivíduos mais informados sobre os fatos que cercam o seu cotidiano podem contribuir com ações no sentido de recuperar, conservar e preservar os recursos hídricos.

O tema água é trabalhado em todas as etapas da Educação básica. De acordo com a BNCC, que define as competências e habilidades essenciais que permitem a ampliação e a sistematização das aprendizagens essenciais se refere ao ensino referente a água com diferentes abordagens de acordo com a etapa de ensino. Explorando nas séries iniciais do Ensino Fundamental (1º ao 5º ano), principalmente hábitos de higiene, importância da água para os seres vivos e noções básicas sobre o ciclo da água. Nas séries finais do Ensino Fundamental (6º ao 9º ano), o tema água é trabalhado no 7º ano, abordando impactos ambientais e condições de saúde (como cobertura de saneamento básico e incidência de doenças de veiculação hídrica).

No Ensino Médio, a BNCC propõe um aprofundamento das temáticas estudadas nas etapas anteriores. Os conhecimentos associados as temáticas constituem uma base que permite aos estudantes investigar, analisar e discutir situações-problemas que emergem de diferentes contextos socioculturais, aplicando-os na resolução de problemas individuais, sociais e ambientais. Sendo assim, as habilidades no Ensino Médio relacionadas a temática água, abordam análise de ciclos biogeoquímicos (como ciclo da água, ciclo do carbono, ciclo do oxigênio, entre outros); desenvolvimento de ações de prevenção e de promoção da saúde e do bem-estar; construir avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problemas sob uma perspectiva científica e analisar programas de infraestrutura e demais serviços básicos, melhoria da qualidade de vida e nas condições de saúde da população. As competências específicas da BNCC ressaltam essas abordagens,

COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 1

Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.

COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 2

Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.

COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 3

Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas

locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC). (BRASIL, 2018, p. 553)

Sendo assim, a temática envolvendo a água têm sido trabalhada no que se refere a um pensamento crítico, explorando principalmente questões referentes ao acesso a água para consumo e suas principais fontes (NEWMAN; DANTZLER; COLEMAN, 2015).

4. METODOLOGIA

Este capítulo apresenta a metodologia utilizada com o intuito de alcançar os objetivos desta pesquisa. Serão apresentados os métodos utilizados, os sujeitos envolvidos na pesquisa, os procedimentos e os dados coletados.

4.1 Local da pesquisa

A presente pesquisa foi realizada no município de João Pinheiro-MG, na Escola Estadual “João Guimarães Rosa”.

O município de João Pinheiro insere-se na porção noroeste de Minas Gerais, na microrregião de Paracatu. Sua população estimada em 2015 era de 48.179 habitantes (IBGE 2015). A população distribui-se, além do distrito sede de João Pinheiro, nos distritos de Caatinga, Canabrava, Luizlândia do Oeste, Olhos d'Água do Oeste, Santa Luzia da Serra e Veredas. Além dos distritos, João Pinheiro se constitui de nove vilas (Almas, Malhada Bonita, Rural Minas I e II, Olaria, Parque das Andorinhas, Riachinho do Gado Bravo, Riacho do Campo, São Sebastião, Tauá, e Vereda Malhada), além de dezoito núcleos de pequenos e médios produtores rurais, bem como pelo menos três núcleos de colonização, relacionados à reforma agrária.

Do ponto de vista geográfico, a sede municipal situa-se a 46°10'27” de longitude oeste e 17°44'26” de latitude. A rede hidrográfica municipal integra-se indiretamente à bacia do rio São Francisco. Na localidade em estudo, os principais cursos de água são os rios da Prata, Verde, da Caatinga, do Sono e Santo Antônio, ambos afluentes pela margem direita do rio Paracatu, por sua vez afluente direto do rio São Francisco.

A comunidade de Rural Minas I, localizada a 12 km da sede do município de João Pinheiro, não possui um sistema de serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário supervisionado por Companhias Estaduais de Saneamento Básico. Existem associações locais responsáveis pela manutenção do fornecimento de água, através de um poço artesiano. Possui

energia elétrica fornecida pela concessionária **Companhia Energética de Minas Gerais S.A. (CEMIG)**.

4.2 Caracterização da escola

A Escola Estadual “João Guimarães Rosa”, integrante à Rede Estadual de Ensino do Estado de Minas Gerais, está localizada na comunidade de Rural Minas I, na Avenida das Acácias nº 480, próximo a BR 040, município de João Pinheiro- MG, funciona como Unidade Estadual de Ensino do 6º ao 9º ano do Ensino Fundamental e da 1ª e 3ª série do Ensino Médio. A escola está situada a 14 km da sede do município. A escola funciona em dois turnos: matutino e vespertino. Possui 186 alunos, sendo 69 cursando o Ensino Médio no turno matutino e 117 alunos cursando os anos finais do Ensino Fundamental no turno vespertino, perfazendo um total de sete turmas, sendo quatro turmas de o Ensino Fundamental e três turmas do Ensino Médio. O prédio conta com seis salas de aula, instalações sanitárias feminina e masculina para alunos, uma sala de professores com banheiro, uma sala de supervisão, uma pequena biblioteca, uma cantina com refeitório, 1 sala de informática, 3 salas que funcionam como direção, secretaria, almoxarifado e dispensa, contendo também um banheiro no setor. A internet é disponibilizada somente em alguns computadores, que são utilizados pelos professores. O estudantes não tem acesso à Internet. O fornecimento de água é feito através de uma rede de distribuição existente do poço artesiano profundo da comunidade, localizado nas proximidades da escola. A água é armazenada em uma caixa d’água na escola, em seguida é direcionada para um reservatório que recebe hipoclorito como tratamento dessa água. A partir desse reservatório, a água é encaminhada até as torneiras para consumo.

O público alvo desta pesquisa são duas turmas da 2ª e 3ª série do Ensino Médio, com 20 alunos na 2ª série e 24 alunos na 3ª série.

4.3 Instrumentos

A coleta de dados foi feita por meio de aplicação de questionários aos discentes. Esses instrumentos possibilitaram perceber suas concepções acerca do letramento científico por meio da temática água – qualidade para o consumo humano. Foram apresentados dois questionários, um no início da pesquisa norteando para a elaboração da sequência didática e outro questionário destinado a avaliação da sequência didática pelos alunos, apresentando seu ponto de vista diante da possibilidade de realização dessa sequência didática.

Antes de iniciar a aplicação dos questionários, foi fornecido a cada participante o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE aos estudantes em maioridade legal e, para os alunos menores, os seus responsáveis/representantes legais receberam o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, o Termo de assentimento, ambos apresentados com uma linguagem acessível atendendo à Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde/MS, e o termo de uso de imagem nosso comprometimento com a questão ética da pesquisa. O documento foi assinado pelo pesquisador, que se comprometeu com a ética do anonimato e com o sigilo absoluto das informações.

4.4 Riscos e benefícios na realização do projeto

Para minimizar os riscos e desconfortos, ofertou-se ambiente adequado, suporte e atenção qualificada aos participantes, em todos os momentos da pesquisa, respeitando a interrupção dos participantes prontamente quando solicitada. As respostas do questionário são confidenciais e, para manter o anonimato e o sigilo, usou-se código para cada estudante, sendo: E1, E2, E3 e assim sucessivamente. As fases foram todas desenvolvidas no período regular de aulas, para minimizar o gasto de tempo dos estudantes.

Os estudantes beneficiaram-se na aquisição do conhecimento relativo ao tema com maior robustez e qualidade do aprendizado e nos processos de ensino e aprendizagem. A comunidade Escolar se beneficiou com a sequência didática – Água qualidade para o consumo humano, em que os alunos são multiplicadores das informações recebidas em sala de aula.

4.5 Submissão ao Comitê de Ética

O projeto foi apresentado ao Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Faculdade de Ciências da Saúde da UnB, incluindo os questionários, termos de consentimento e assentimento propostos, com aprovação pelo Comitê no dia 20 de janeiro de 2020 sob o CAAE: 17860119.0.0000.0030 (ANEXO A). Diante da situação adversa provocada pela pandemia, outros procedimentos foram adotados, tendo em vista o melhor andamento da pesquisa diante de uma nova perspectiva de trabalho.

4.6 Procedimentos de pesquisa

Para a presente investigação, foram utilizados procedimentos metodológicos da pesquisa qualitativa em Educação. Segundo Bogdan e Biklen (1982), a pesquisa qualitativa aborda a obtenção de dados descritivos, obtidos pelo contato direto do pesquisador com a

situação estudada e preocupa-se em retratar a perspectiva dos participantes, abrangendo mais o processo do que o produto.

A construção do produto, uma sequência didática com roteiros de atividades sobre a Água – consumo humano, foi feita a partir das necessidades dos estudantes em compreender os processos e se apropriarem de conhecimentos no seu cotidiano.

As análises das questões do questionário se deram por meio da metodologia de Análise Textual Discursiva de Moraes e Galiazzi (2006), em que

[...]um processo [de análise] se inicia com uma unitarização em que os textos são separados em unidades de significado. Estas unidades por si mesmas podem gerar outros conjuntos de unidades oriundas da interlocução empírica, da interlocução teórica e das interpretações feitas pelo pesquisador. Neste movimento de interpretação do significado atribuído pelo autor exercita-se a apropriação das palavras de outras vozes para compreender melhor o texto. Depois da realização desta unitarização, que precisa ser feita com intensidade e profundidade, passa-se a fazer a articulação de significados semelhantes em um processo denominado de categorização. (MORAES; GALIAZZI, 2006, p.118)

As categorias de análise foram idealizadas *a posteriori* e serviram para descrever os sujeitos de pesquisa e suas opiniões sobre a aplicabilidade da proposta de ensino.

Com esses perfis, pretendeu-se verificar quais são as questões que nortearão a sequência didática. Essas informações, possibilitaram construir e selecionar materiais que auxiliem a abordagem sobre o estudo da qualidade da água para consumo humano.

A sequência didática foi construída de acordo com as necessidades apontadas no questionário inicial, visando sanar as dificuldades apontadas. Diante da necessidade de adaptação das aulas em virtude da impossibilidade da aula presencial, foram apontadas sugestões para execução das aulas em meio virtual. Buscou-se trabalhar inicialmente (primeira aula) com conceitos básicos referentes a água sobre a sua importância, propriedades, composição e distribuição nos seres vivos e no ambiente.

Na 2ª e 3ª aula, os estudantes são direcionados a fazer conexões entre a água e o consumo. Foram propostas situações para refletirem sobre a água que consomem e a necessidade de tratamento da água para este fim.

Na 4ª e 5ª aula, as atividades didáticas neste momento promovem o questionamento, levantamento de hipóteses e explicações com base científica para resolução da situação - problema proposta. Nessas aulas também haverá estudos de artigos científicos para embasar o tema.

Na 6ª e 7ª aula, será aplicado um jogo lúdico para sistematização das ideias trabalhadas nas aulas anteriores. E para finalização, na 8ª aula, os estudantes produzirão um relatório informando suas impressões e observações do conjunto de atividades que foi realizado.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Proficiência dos estudantes

A seguir, será apresentada a percepção dos alunos em relação à água e a proficiência desses alunos com relação a essa temática.

Nos Quadros 3 e 4, apresentam as questões que nortearam a sequência didática, identificando o perfil dos estudantes e quais as suas percepções com relação a água consumida.

No Quadro 3 é apresentada a descrição do perfil dos estudantes quanto a composição familiar, situação de ocupação da residência, procedência da água consumida, tratamento e armazenamento da água e descarte de resíduos.

Quadro 3: Descrição do perfil dos alunos das questões do questionário

Questões	Valores (%)
Q1. Quantas pessoas compõem o grupo familiar?	1 – 0%
	2 – 8%
	3 – 13%
	4 – 34%
	5 – 45%
	6 – 0%
Q2. Situação da casa onde a família reside.	Própria – 63%
	Alugada – 19%
	Emprestada – 18%
Q3. A água consumida na residência é	Encanada do poço artesiano da comunidade – 63%
	De poço artesiano na própria residência – 23%
	De cisterna – 11%
Q4. Possui sistema de armazenamento de água	Não – 32%
	Sim, caixa d'água – 68%
Q5. Qual tipo de tratamento de água é utilizado na sua residência?	In natura – 79%
	Fervura – 0%
	Cloração – 10%
	Filtração – 11%
Q6. Como é feito o descarte dos resíduos (esgoto) produzido na residência?	Fossa negra – 89%
	Disposição a céu aberto por infiltração – 11%
	Fossa séptica – 0%

Fonte: elaborado pela autora

No Quadro 4 é mostrado a percepção dos estudantes quanto à importância água consumida e se recorda de ter estudado assuntos sobre a água.

Quadro 4: Percepções dos alunos com relação a água consumida

Questões	Categorias
Q7. Você considera importante estudar sobre a água? Justifique.	Níveis de proficiência – escala de 1 a 6 (Quadro 5)
Q8. Você se recorda de ter estudado sobre a água na escola? Em caso afirmativo, quais assuntos sobre a água foram abordados?	Níveis de proficiência – escala de 1 a 6 (Quadro 5)

Fonte: elaborado pela autora

Ao analisar os dados definiu-se a sequência didática a ser construída. Verificou-se a necessidade de uma abordagem introdutória básica sobre as principais características da água e suas propriedades, características de uma água de qualidade para o consumo humano e análise de questões físico-químico e microbiológicas envolvendo a água, formular perguntas investigativas, planejar experimentos para responder uma pergunta, propor explicações para os resultados e interpretar informações científicas de textos e outras fontes. A situação problema levantada foi qual a percepção dos alunos em relação à água que eles consomem e como utilizar a temática água como forma de conhecimento?

Os alunos participantes da pesquisa são alunos da Escola Estadual “João Guimarães Rosa”, considerada uma escola do Campo, portanto os alunos residem nas proximidades da escola, em uma comunidade rural ou em fazendas localizadas na região. As famílias são formadas em média por quatro ou cinco componentes, a maioria reside em casas próprias, porém, 37% reside em casas alugadas ou emprestadas.

Ao serem questionados sobre a origem da água consumida nas residências 100% é proveniente de mananciais subterrâneos, sendo as águas de poços a principal fonte de abastecimento da região. Quanto ao tipo de tratamento da água para consumo na residência 79% não utiliza nenhum tratamento para o consumo. Quanto ao descarte de efluentes domésticos são depositados diretamente no solo, a maior parte das construções são fossas, que em sua maioria, não apresenta controle ambiental adequado.

Sendo assim, as águas de poços são a principal fonte de abastecimento da região. Há um vasto uso desta fonte devido à ausência da rede de abastecimento da rede pública de água. Como existe uma relativa facilidade de escavar poços artesianos e construir fossas sépticas com a

finalidade de destinação de efluentes domésticos, este é o meio mais simples, rápido e de menor custo que a população local encontrou para suprir suas necessidades.

Considerando que a qualidade da água subterrânea é diretamente ligada às condições em que o solo se encontra, é de se esperar que ao ocorrer contaminação no solo, este fato se repercutirá nas águas subterrâneas. Segundo Pereira (2004) a água pode ser infectada por organismos patogênicos, existentes nos esgotos. Pode conter: bactérias, as quais causam infecções intestinais epidérmicas e endêmicas; vírus: causam hepatites e infecções nos olhos; protozoários: responsáveis pelas amebíases e giardíases; vermes: esquistossomose e outras infestações. Aspectos importantes de poluição das águas está relacionado com a contaminação por coliformes totais e fecais, que está associada a doenças que têm como veículo a água (APOITIA, 2003). Esse parâmetro permite avaliar de forma indireta o potencial de contaminação da água por patogênicos de origem fecal (REETZ, 2002). Considerando ainda, o consumo de água sem tratamento adequado classifica essa parcela da população em vulnerável (BRASIL, 2015).

As evidências apresentadas demonstram uma abordagem óbvia fomentada em saberes anteriores. Nesta perspectiva, essas respostas demonstram que tem limitado conhecimento científico, de forma que só conseguem aplicá-lo em algumas poucas situações (PISA, 2006).

Quadro 5: Escala de proficiência em Ciências

NÍVEL	ESCORE MÍNIMO	CARACTERÍSTICAS DAS TAREFAS
6	708	No Nível 6, os estudantes podem recorrer a uma série de ideias e conceitos científicos interligados de física, ciências da vida, Terra e espaço e usar conhecimentos de conteúdo, procedimental e epistemológico para formular hipóteses explicativas para novos fenômenos científicos, eventos e processos ou para fazer suposições. Ao interpretar dados e evidências, conseguem fazer a discriminação entre informação relevante e irrelevante e podem recorrer a conhecimento externo ao currículo escolar. Podem distinguir argumentos baseados em teorias e evidência científica dos baseados em outros fatores. Os estudantes do Nível 6 podem avaliar projetos concorrentes de experimentos complexos, estudos de campo ou simulações e justificar suas escolhas.
5	633	No Nível 5, os estudantes podem usar ideias ou conceitos científicos abstratos para explicar fenômenos incomuns e mais complexos, eventos e processos que envolvam relações causais múltiplas. Eles conseguem aplicar conhecimento epistemológico mais avançado para avaliar projetos experimentais alternativos, justificar suas escolhas e usar conhecimento teórico para interpretar informações e fazer suposições. Os estudantes do Nível 5 podem avaliar formas de explorar determinado problema cientificamente e identificar limitações na interpretação de dados, incluindo fontes e os efeitos de incerteza dos dados científicos.
4	559	No Nível 4, os estudantes conseguem usar conhecimento de conteúdo mais complexo e mais abstrato, proporcionado ou recordado, para construir explicações de eventos e processos mais complexos ou pouco conhecidos. Podem conduzir experimentos que envolvam duas ou mais variáveis independentes em contextos restritos. Conseguem justificar um projeto experimental recorrendo a elementos de conhecimento procedimental e epistemológico. Os estudantes do Nível 4 podem interpretar dados provenientes de um conjunto moderadamente complexo ou de contexto pouco conhecido, chegar a conclusões adequadas que vão além dos dados e justificar suas escolhas.

3	484	No Nível 3, os estudantes podem recorrer a conhecimento de conteúdo de moderada complexidade para identificar ou formular explicações de fenômenos conhecidos. Em situações mais complexas ou menos conhecidas, podem formular explicações desde que com apoio ou dicas. Podem recorrer a elementos de conhecimento procedimental e epistemológico para realizar um experimento simples em contexto restrito. Os estudantes do Nível 3 conseguem fazer distinção entre questões científicas e não científicas e identificar a evidência que apoia uma afirmação científica.
2	410	No Nível 2, os estudantes conseguem recorrer a conhecimento cotidiano e a conhecimento procedimental básico para identificar uma explicação científica adequada, interpretar dados e identificar a questão abordada em um projeto experimental simples. Conseguem usar conhecimento científico básico ou cotidiano para identificar uma conclusão válida em um conjunto simples de dados. Os estudantes do Nível 2 demonstram ter conhecimento epistemológico básico ao conseguir identificar questões que podem ser investigadas cientificamente.
1a	335	No Nível 1a, os estudantes conseguem usar conhecimento de conteúdo e procedimental básico ou cotidiano para reconhecer ou identificar explicações de fenômenos científicos simples. Com apoio, conseguem realizar investigações científicas estruturadas com no máximo duas variáveis. Conseguem identificar relações causais ou correlações simples e interpretar dados em gráficos e em imagens que exijam baixo nível de demanda cognitiva. Os estudantes do Nível 1a podem selecionar a melhor explicação científica para determinado dado em contextos global, local e pessoal.
1b	261	No Nível 1b, os estudantes podem usar conhecimento científico básico ou cotidiano para reconhecer aspectos de fenômenos simples e conhecidos. Conseguem identificar padrões simples em fontes de dados, reconhecer termos científicos básicos e seguir instruções explícitas para executar um procedimento científico.

Fonte: Relatório PISA (2018)

No quadro 5 é descrito os níveis de proficiência da escala de Ciências do PISA 2018. A descrição desses níveis identifica os conhecimentos e habilidades necessárias para desenvolver as tarefas e tem como base as demandas cognitivas exigidas. Os estudantes com proficiência no Nível 1b, possivelmente conseguem resolver as tarefas desse nível, mas tem pouca possibilidade de completar as dos outros níveis. O nível 6 insere as tarefas mais desafiadoras, em relação a conhecimentos e habilidades. Os estudantes desse nível têm muita possibilidade de realizar as tarefas desse e dos demais níveis (PISA, 2018).

No Quadro 2, foi abordado a percepção dos alunos com relação a água consumida, todos consideram importante estudar sobre a água, porém, as justificativas foram apresentadas em diferentes níveis de proficiências em ciências.

A seguir são apresentados recortes das respostas dos alunos referentes a importância da água:

- E1. Sim. Acho que todos nós devemos saber tudo sobre a água, como cuidar dela, como manter ela sempre limpa, porque precisamos dela para tudo.
- E2. Sim. Devemos porque é muito importante para todos nós.
- E5. Sim. Temos que cuidar dela.
- E9. É importante para a saúde.
- E15. Sim. Acho que a água deve ser importante para a vida.

O nível 2 é essencialmente importante, sendo considerado o nível fundamental de proficiência que se espera dos jovens nessa etapa de escolaridade, para que possam aproveitar as oportunidades de aprendizagem e participar ativamente da vida social (PISA, 2018).

Diante da análise e comparação com o Quadro 5, podemos avaliar de acordo com as respostas obtidas nos questionários, o nível de proficiência dos estudantes da 2ª e 3ª séries da Escola Estadual “João Guimarães Rosa”.

Assim, foram constatados que 24 estudantes se enquadram no nível 1a de proficiência. Esses alunos apresentaram o mesmo patamar nas respostas referentes ao que foi aprendido sobre a água:

E20. Sem água poderíamos morrer, para nos manter vivos e hidratados para sobrevivermos.

E22. A água tem uma importância muito grande na nossa vida, porque a gente usa água para tudo, por isso, a gente tem que manter ela, serve para tudo que a gente precisar.

E23. Sim. É muito importante.

E32. Lembro de ter estudado várias coisas importantes, como se não existir água não existe vida.

E34. Estudei sobre água a muito tempo, lembro do gelo e dos rios.

Quanto a construção linguística ficou evidente a ausência de uma estrutura textual coerente, pautada em uma boa escrita, que segundo Soares (2004), verifica-se uma progressiva, embora cautelosa, extensão de conceito de alfabetização em direção ao conceito de letramento: do saber ler e escrever em direção ao ser capaz de fazer uso da leitura e da escrita.

Neste nível 1 de proficiência, “os estudantes conseguem identificar padrões simples em fontes de dados, reconhecer termos científicos básicos e seguir instruções explícitas para executar um procedimento científico” (PISA, 2018).

As respostas a seguir evidenciam os alunos com nível 2 proficiência, “em que os estudantes conseguem recorrer ao conhecimento cotidiano e a conhecimento procedimental básico para identificar a questão abordada em um projeto experimental simples” (PISA, 2018). Esses alunos associaram aspectos básicos sobre a água e algumas de suas utilizações. Segundo o documento,

[...] atingir pelo menos o nível 2 é particularmente importante, uma vez que este é considerado o nível básico de proficiência que se espera de todos os jovens, a fim de que possam tirar proveito de novas oportunidades de aprendizagem e de participar plenamente da vida social, econômica e cívica da sociedade moderna em um mundo globalizado. (PISA, 2018, p.130)

Ao serem questionados sobre a importância água, destacamos duas respostas que representam esse nível de proficiência,

E3. Todos os seres vivos são constituídos, em sua maioria, por água. Componente essencial para vários processos nos seres vivos, como a circulação. É importante também para as nuvens e chuva. Dessa forma, é de suma importância estudar sobre a água.

E25. A água é importante porque mantém a vida. Se nós não conscientizar da sua grande importância nas nossas vidas correremos um sério risco dessa riqueza nos faltar em pouco tempo as suas fontes naturais. Portanto, temos que urgentemente desenvolver projetos de conservação e proteção dos mananciais existentes em nosso país.

Nas respostas os alunos conseguem usar conhecimento científico básico para elaborar explicações possíveis em contextos conhecidos, ou para tirar conclusões baseadas em investigações simples. Entretanto, foi capaz de expor suas ideias através de suas próprias interpretações condição que irá “familiarizar o aluno com o mundo científico” (DEMO, 2010, p.81).

Ao serem questionados sobre o que aprenderam sobre a água na escola, temos as seguintes respostas desses alunos que tiveram o nível de proficiência 2,

E10. Lembro-me de ter estudado vários itens e um deles é sobre o ciclo da água na natureza, ou seja, o sol aquece a água dos lagos, rios e mares, que se encontram no estado líquido. A água entra em estado gasoso (evaporação) e sobe para a atmosfera. Esse vapor torna-se mais frio, formando as nuvens. As nuvens viajam pela terra até que as gotículas se tornam grandes e as nuvens pesadas, caindo novamente sobre a terra sob forma de chuva, granizo ou neve. Esse ciclo permite a manutenção da água no Planeta. Lembro também do cuidado que temos que ter com a água que bebemos para que não esteja contaminada.

E33. Lembro de ter estudado seu ciclo e que a evaporação é muito importante para formação de nuvens que abastecem os rios, lagos e consequente abastecimento das casas. E de algumas coisas como reações que acontecem por causa da água, como nosso corpo tem muita água, possibilita a circulação sanguínea e com isso conduz os nutrientes para a célula.

Esses alunos conseguiram expor suas ideias com razoável propriedade científica, bem como estabeleceram relações com o contexto social. Mesmo que o aluno não tenha ideias acertadas sobre o conhecimento que ele entra em contato, de acordo com Mortimer (2002), deve – se estimular, através de atividades de reflexão sobre suas próprias ideias e a partir delas desenvolver novas concepções mais próximas das cientificamente aceitas.

Em geral, foi possível perceber que as respostas redigidas pelos alunos apresentaram trechos com erros de grafia e respostas sem coerência e coesão de ideias. Assim, foi possível inferir que as atividades curriculares desenvolvidas pela escola não estão conseguindo

promover nos alunos competências importantes de leitura e escrita, bem como o letramento científico. Sendo assim, as escolas precisam priorizar o ensino das ciências, tendo em vista a atualidade dos fatos em que os estudantes necessitam ser capazes de criticar e tomar decisões conscientes (BIZZO, 1998). Para que isso aconteça de fato, o ensino por investigação é uma perspectiva de ensino que busca tanto o aprendizado de conceitos, termos e noções científicas, quanto o aprendizado de ações, atitudes e valores (CARVALHO, 2012).

Ao observar as principais dificuldades dos alunos, a baixa proficiência em ciências, ficou evidente a necessidade de ações para preencher essa lacuna no ensino. É com o objetivo este trabalho apresentará uma sequência didática que visa ser um auxílio para o professor, oferecendo suporte no ensino de biologia.

5.2 Estrutura da sequência didática

Os tópicos elaborados e desenvolvidos para atender os alunos do 2º e o 3º ano do Ensino Médio, sendo prevista um total de 8 horas/aula (por turma), sendo cada aula com duração de 50 minutos.

A sequência foi dividida em momentos, com atividades variadas, sendo elaborado um plano de aula para cada tópico com objetivo, metodologia, materiais utilizados e avaliação. Os tópicos trabalhados na sequência didática foram:

- 1 – Revisando conteúdo – dialogando. (uma aula)
- 2 – Estabelecendo conexões entre água e o consumo (duas aulas)
- 3 – Solubilidade da água – Água limpa é água potável? Nesta etapa, abrange pesquisa e estudo de artigos. (duas aulas)
- 4 – Compreensão da importância da água na natureza. Estratégia – Jogo – Água e sustentabilidade. (duas aulas)
- 5 – Finalização - Relatórios (uma aula)

A avaliação dos tópicos será feita através da participação e desenvolvimento das atividades pelos estudantes no decorrer das oito aulas, sendo o acompanhamento realizado por meio de produções. Para as análises dos dados produzidos a partir do acompanhamento das atividades dos estudantes, recorrer-se-á a análise de conteúdo de Franco (2005, p.13), para quem “o ponto de partida da Análise de Conteúdo é a mensagem, seja ela verbal (oral ou escrita), gestual, silenciosa, figurativa, documental ou diretamente provocada”. Para o sucesso das análises de conteúdo, a elaboração de categorias de análises é fundamental, pois elas possibilitam ao pesquisador realizar análises relevantes e, assim, contribuir para práticas

transformadoras. Segundo Franco (2005, p. 57) “a criação de categorias é o ponto crucial da análise de conteúdo”.

Foram criadas quatro categorias de análises para a interpretação dos conteúdos resultantes do desenvolvimento dos tópicos pelos estudantes, sendo elas:

1ª - Compreensão dos Fenômenos;

2ª - Consciência científica;

3ª - Relação com o Cotidiano;

4ª – Significação conceitual

Na primeira categoria, pretende-se analisar por meio das atividades proporcionadas e desenvolvidas em cada tópico, qual a compreensão dos estudantes em relação aos fenômenos presentes e estudados durante o desenvolvimento das aulas. Na segunda categoria, por meio das atividades desenvolvidas durante o tópico, almejou-se verificar as atitudes dos educandos que demonstrassem base científica frente às situações-problemas em estudo.

Na terceira categoria, o intuito é verificar como os discentes conseguirão relacionar as situações estudadas em sala de aula com a realidade de vida deles, compreendendo a interligação existente entre os conteúdos estudados na escola e os acontecimentos existentes em seus cotidianos. E na quarta categoria, pretende-se analisar o aprendizado dos estudantes diante das atividades realizadas com o tema, onde se terá a preocupação de reconhecer se aconteceu a reconstrução dos conhecimentos científico-escolares aprendidos pelos estudantes de forma significativa. Será usado a leitura flutuante, Bardin (1977) ressalta a importância da leitura flutuante como primeira atividade de análise, de forma que, nesse momento, o pesquisador irá estabelecer contato com o texto e obter as suas primeiras impressões. Após a leitura flutuante, serão feitos recortes das respostas dos estudantes e, então, a divisão dessas respostas em categorias específicas. Serão consideradas observações da docente durante os eventos; e nas respostas dos estudantes quando questionados sobre determinado assunto durante as aulas.

5.3 Sequência didática - Planejamento

Água e o consumo humano

I. Público alvo:

Esta sequência didática pode ser desenvolvida com estudantes da 2ª série e 3ª série do Ensino Médio, contemplando as competências e habilidades de acordo com a BNCC.

COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 1

Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.

COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 2

Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.

COMPETÊNCIA ESPECÍFICA 3

Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).

II. Objetivos de aprendizagem:

- Promover a discussão sobre a água e seus diversos aspectos
- Desenvolver aspectos sociais;
- Fornecer alicerces para o sujeito construir a base do próprio conhecimento e utilizá-los nas suas tomadas de decisões; promover o trabalho em equipe e a cooperação.

III. Número de aulas estimado: 8 aulas de 50 minutos cada

IV. Etapas da sequência didática:

1ª aula

Abordagem didática

Introdução: A abordagem inicial consisti em identificar as interpretações que os alunos tem sobre a água, suas características e utilidade problematizando-se os diferentes posicionamentos.

Estratégias aplicadas: Aula expositiva - Tempestade cerebral

Recursos didáticos: Quadro branco, pincel.

Metodologia: O professor introduzirá a aula a partir de questionamentos sobre a água e sua utilização. O conjunto de perguntas deverá ser respondido pelos alunos de forma oral, baseados nas experiências e nos conhecimentos adquiridos ao longo da vida. Tudo que eles forem expressando deve ser anotado no quadro, pois cada palavra registrada será usada como ponto de partida. Durante as anotações todas as frases e palavras devem ser consideradas, o ideal é que todos participem e exponham sua opinião. Logo após, o professor analisa cada opinião, mesmo que não tenha nenhuma ligação ao que foi expresso. O professor direciona o que foi apresentado sistematizando para compreensão do tema.

Sugestões de questionamentos:

- Quais as formas e locais onde podemos encontrar água?
- Quais as principais propriedades da água?
- Podemos identificar facilmente essas propriedades ao nosso redor?
- Quais as características de uma água apropriada para consumo?

O conjunto de perguntas deverá ser respondido pelos alunos de forma oral, baseados nas experiências e nos conhecimentos adquiridos ao longo da vida. Tudo que eles forem expressando deve ser anotado no quadro, pois cada palavra registrada será usada como ponto de partida. Durante as anotações todas as frases e palavras devem ser consideradas, o ideal é que todos participem e exponham sua opinião. Logo após, o professor analisa cada opinião, mesmo que não tenha nenhuma ligação ao que foi expresso. O professor direciona o que foi apresentado sistematizando para compreensão do tema.

Orientações diante de uma aula à distância

Essa aula poderá ser trabalhada também de forma virtual, se houver a possibilidade de uma sala virtual, o professor poderá conduzir conforme o roteiro. Se não houver a possibilidade de uma sala virtual, o professor pode preparar uma vídeo-aula abordando a parte introdutória, assim como faria de forma presencial, a partir de então, solicita que os alunos enviem por meio remoto palavras-chaves que irão responder aos questionamentos citados.

Após o envio dessas palavras, o professor direciona o que foi apresentado sistematizando para compreensão do tema.

2ª e 3ª aula

Estabelecendo conexões entre água e o consumo

Introdução: Nesta aula será apresentado aos estudantes a seguinte questão problematizadora: “Qual o caminho percorrido pela água? Como é feito o tratamento da água aqui na escola? Em seguida, discussão sobre o tema.

Estratégia aplicada: Aula dialogada

Recursos didáticos: Folha A4

Metodologia: Inicie a aula de forma descontraída, organize os estudantes em grupos de quatro integrantes, os quais deverão discutir sobre a questão apresentada e também responder outras três questões relacionadas ao tema.

Questões sugeridas:

- A água utilizada na escola é tratada? Explique como é feito esse tratamento?
- Onde e como é feita a captação de água?
- Existe algum risco em utilizar ou tomar água que não seja tratada?

As respostas serão registradas em uma folha, para ser entregue ao professor.

Em seguida, organizar os alunos em círculo para socializar as respostas. Cada representante de um grupo fará a leitura das respostas do grupo, se posicionando frente a

questão proposta. Conduzir a discussão de maneira oral, acrescentando definições e conceitos necessários ao tema, como desequilíbrio ambiental e a necessidade de tratamento da água antes de consumi-la.

Avaliação: Cada grupo será avaliado por meio da participação e interesse.

Orientações diante de uma aula à distância

Essa aula poderá ser trabalhada também de forma virtual, o professor poderá conduzir a aula conforme o roteiro apresentado, porém, solicitando a participação dos alunos de forma individual, onde cada aluno, responderá de forma remota às questões apresentadas e em seguida, o professor conduz as informações apresentadas, acrescentando as definições e conceitos necessários.

4ª e 5ª aula

Solubilidade da água – Água limpa é água potável?

Introdução: Esta atividade mostra aos estudantes como a água dissolve substâncias, e que mesmo não sendo visíveis, as substâncias poluidoras podem estar presentes na água.

Estratégia aplicada: A atividade didática Essa atividade deve ser trabalhada dentro da modalidade ensino por investigação.

Recursos didáticos: Copo com água e sal, lápis e caderno,

Metodologia: Inicie esse momento organizando a sala de aula de forma que todos possam visualizar o professor. Levar para a sala de aula um copo com água dissolvido com um pouco de sal (sem o conhecimento dos alunos). Questioná-los sobre o que estão vendo e se aquela água poderia ser usada para consumo.

Os alunos responderão à seguinte pergunta:

- Como podemos explicar se esta água do copo é própria para o consumo?

Os alunos deverão levantar suas hipóteses para responder a pergunta. Para isso, se reunirão em duplas, registrando suas idéias no caderno de biologia.

Dar seguimento à aula solicitando que um aluno voluntário, coloque uma pequena quantidade desta água em um copo plástico e experimente, relatando aos demais o que sentiu.

Enfatizar que esta atividade visa fazer com que eles compreendam que não é possível consumir a água levando em consideração apenas a sua aparência.

Após o levantamento de hipóteses sobre a qualidade da água, os alunos trabalharão os artigos científicos abaixo. Serão formados grupos e distribuído um artigo por grupo. Na aula seguinte, haverá apresentação de cada grupo abordando os principais pontos de cada artigo.

Sugestões de artigos

Artigo 1:

Qualidade físico-química e microbiológica da água para o consumo humano e a relação com a saúde: estudo em uma comunidade rural no estado de São Paulo

*Glauco Fernando Ribeiro de Araújo**
*Karina Aparecida de Abreu Tonani***
*Cristina Julião***
*Osmar de Oliveira Cardoso***

*Renato Igor da Silva Alves***
*Mariana Frari Ragazzi*** Fabiana*
*Carolina de Freitas Sampaio****
*Susana Inés Segura-Muñoz*****

ReSuMo: Neste estudo foi avaliada a relação entre saúde e saneamento ambiental no contexto do processo de desenvolvimento social, analisando a qualidade da água para consumo humano na Comunidade Rural Sepé Tiarajú-SP, que constitui um projeto de desenvolvimento sustentável. Durante a investigação, foi verificada a presença de parasitas patogênicos e bactérias do grupo coliformes em amostras de água coletadas nos pontos de abastecimento coletivo, nos recipientes de armazenamento de água das moradias, nas nascentes e no Rio Serra Azul. As análises parasitológicas e bacteriológicas das amostras coletadas foram realizadas conforme procedimentos do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA) e da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB. Os resultados obtidos no presente trabalho levam a considerar a água utilizada em algumas comunidades como um fator de risco à saúde dos seres humanos que a utilizam. Acredita-se que o desenvolvimento de um trabalho de educação sanitária para a população do meio rural, a adoção de medidas preventivas visando à preservação das fontes de água e o tratamento das águas já comprometidas, aliados às técnicas de tratamento de dejetos, são ferramentas necessárias para diminuir ao máximo o risco de contrair enfermidades de veiculação hídrica.

Palavras-chave: Saneamento ambiental. Qualidade da água – controle da qualidade da água. Saúde.

Abstract: In this study we evaluated the relationship between health and environmental sanitation in the context of the process of social development, analyzing the quality of the water for human consumption in Sepé Tiarajú-SP Agricultural Community, which constitutes a project of sustainable development. During the inquiry we identified the presence of pathogenic parasites and coliform bacteria in collected water samples in the points of collective supplying, in the containers of water storage of housings, in the

springs and the Serra Azul River range. Parasitological and bacteriological analyzes of collected samples had been carried through in procedures established by *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA) and CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (Company of Technology for Environmental Sanitation). Results lead us to consider the water used in some communities as a risk factor for the health of human beings that use that it. We believe the development of a work of sanitary education for rural populations, the adoption of preventive measures aiming at the preservation of water sources and the treatment of waters already compromised, allied to techniques of waste treatment, are tools necessary for greatly diminishing the risk of hydric propagation diseases.

Keywords: Environmental sanitation. Quality of water – control of water quality. Health.

Resumen: En este estudio evaluamos la relación entre la salud y el saneamiento ambiental en el contexto del proceso de desarrollo social, analizando la calidad del agua para consumo humano en la comunidad agrícola Sepé Tiarajú-SP, que constituye un proyecto de desarrollo sostenible. Durante la investigación identificamos la presencia de parásitos patógenos y de bacterias coliformes en muestras de agua recogidas en puntos de abastecimiento colectivo, en los envases de almacenaje del agua de cubiertas, en los resortes y la gama del río Serra Azul. Análisis parasitológicos y bacteriológicos de muestras recogidas han sido ejecutadas según los procedimientos establecidos por *Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA) (métodos para el examen del agua y de las aguas residuales) y CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. Los resultados nos llevan a considerar el agua utilizado en algunas comunidades como factor de riesgo para la salud de los seres humanos que la utilizan. Creemos que el desarrollo de un trabajo de educación sanitaria para las poblaciones rurales, la adopción de medidas preventivas que tengan como objetivo la preservación de las fuentes de agua y el tratamiento de las aguas ya comprometidas, aliados a técnicas de tratamiento de basura, son herramientas necesarias para grandemente disminuir el riesgo de enfermedades de propagación hídrica.

Palabras-llave: Saneamiento ambiental. Calidad del agua – control de la calidad del agua. Salud.

* Enfermeiro pela Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo. Bolsista de Iniciação Científica do Laboratório de Parasitologia e Ecotoxicologia Ambiental (LEPA/EERP/USP) – PIBIC – Cnpq.

de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo. Bolsista do Laboratório de Parasitologia e Ecotoxicologia Ambiental (LEPA/EERP/USP).

*** Mestranda em Ciências pelo Programa de Enfermagem em Saúde Pública da Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo. Bolsista do Laboratório de Parasitologia e Ecotoxicologia Ambiental (LEPA/EERP/USP)

Os países em desenvolvimento, incluindo o Brasil, entraram no terceiro milênio retomando patologias do início do século XX. A ausência de serviços de saneamento tem provocado precárias condições de saúde para uma parte significativa da população brasileira, que sofre com a incidência de doenças, especialmente as de veiculação hídrica¹.

Segundo Zancul², a qualidade de vida dos seres humanos está diretamente relacionada à água, a qual é utilizada principalmente para ingestão direta, preparo de alimentos, higiene pessoal e de utensílios. A água usada para abastecimento doméstico deve apresentar características sanitárias e toxicológicas adequadas, estando livre de microrganismos patogênicos e substâncias nocivas à saúde, para prevenir danos e promover o bem-estar das pessoas.

As inadequadas condições de saneamento, sobretudo nas áreas rurais e nos subúrbios das grandes cidades, associadas à falta de conhecimento da população, aumentam a prevalência de doenças transmitidas pela água, principalmente em crianças e jovens, interferindo em seu desenvolvimento físico e mental. As doenças

parasitárias diminuem o rendimento escolar, a produtividade no trabalho e são responsáveis por grande parte dos recursos utilizados em assistência médica³.

Segundo o Art. 1º da Lei Federal 4.504/64, que dispõe sobre o Estatuto da Terra, considera-se Reforma Agrária o conjunto de medidas que visa a uma melhor distribuição da terra, mediante modificações no regime de sua posse e uso, a fim de atender aos princípios de justiça social e aumento da produtividade. Sendo assim, a Reforma Agrária é empregada com o propósito de melhorar socialmente a condição de vida das pessoas, tornar a sociedade mais igualitária mediante uma distribuição mais equitativa da terra e, ainda, propiciar maior aproveitamento econômico de uma região e da renda agrícola⁴.

A reforma agrária deve ser entendida como parte fundamental para o desenvolvimento político-econômico e tem o importante papel de instrumento de desconcentração da propriedade, de democratização do acesso a terra e de auxílio no combate à exclusão social. O Estatuto da Terra, no Art. 2º, estabelece também que é dever do Poder Público “promover e criar as condições de acesso do trabalhador rural à propriedade da terra economicamente útil, de preferência nas regiões onde habita¹¹. Esse processo se dá por meio do assentamento de famílias nas terras determinadas pelo Poder Público.

Na região nordeste do estado de São Paulo, localiza-se o município de Ribeirão Preto, que apresenta expressivos índices de crescimento econômico quando comparado a outros do interior do estado. Esse fato é demonstrado na expressão popular “Califórnia Brasileira”, adjetivo concedido ao município⁵. A prática agrícola predominante na região constitui-se de monoculturas voltadas à exportação, especialmente a cana-de-açúcar, destinada a produção de etanol e açúcar. É possível notar que a região apresenta grande concentração fundiária, com pouca valorização do pequeno produtor e do trabalhador rural⁶.

Entretanto, ainda se encontram na região alguns pequenos produtores, como os moradores da Comunidade Rural Sepé Tiarajú, localizada entre os municípios de Serra Azul e Serrana, na região administrativa de Ribeirão Preto. Essa comunidade recebeu do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA) uma área de Nesse contexto, o presente estudo visa a analisar a qualidade da água para consumo humano na Comunidade Rural Sepé Tiarajú-SP, como fator determinante na cadeia de transmissão de doenças de veiculação hídrica relevantes no contexto da Saúde Pública.

Material e métodos

Previamente ao início da coleta de dados, o estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, da Universidade de São Paulo (Processo número: 235/2009).

aproximadamente 796 hectares, seguindo acordo oficializado em 20 de setembro de 2004, dando o início ao processo de assentamento de 80 famílias, distribuídas em quatro agrovilas, na forma de um Projeto de Desenvolvimento Sustentável (PDS).

As pessoas e famílias assentadas passam por um árduo e muitas vezes longo processo de construção de sua infraestrutura social e econômica, depois de estabelecidas na área⁷. Dentre as dificuldades encontradas, cabe destaque ao estabelecimento de um sistema de saneamento, devido à falta de recursos financeiros disponíveis para o setor. Os serviços de saneamento são de vital importância para proteger a saúde da população, minimizar as consequências da pobreza e proteger o meio ambiente de possível contaminação^{1,3}.

Buscar o conhecimento da realidade rural, caracterizada por populações com menor acesso às medidas de

saneamento, é de extrema importância para melhorar, qualidade de vida das pessoas que Método de Tubos Múltiplos¹⁰. Essa técnica consiste em diluir a amostra até as concentrações desejadas. Com o auxílio de uma pipeta de 5 mL esterilizada é inoculado 1 mL da amostra em cada um dos tubos correspondentes a essa quantidade de inóculo, formando quatro séries de cinco tubos. Cada série é inoculada com uma diluição. Após a inoculação de todos os volumes da amostra e/ou das diluições requeridas para o exame, a estante contendo os tubos inoculados permanece armazenada em estufa de cultura $35 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$, durante 24 ± 2 horas.

Após a incubação, foi realizada a leitura dos resultados, observando-se a coloração amarela para o desenvolvimento de Coliformes Totais. Para a observação de *Escherichia coli*, foi utilizada uma lâmpada UV (6W; 365nm) para a confirmação da fluorescência e detecção de *Escherichia coli* na amostra. Os resultados foram expressos em NMP (Número Mais Provável)/100mL. A leitura de valores de pH e temperatura foram realizadas utilizando-se pH metro (Lutron Model- loPH-206); para o cloro, utilizou-se um medidor modelo HI 93734 da Hanna Instruments®, o qual possibilitou a medida de cloro residual livre presente na água; a condutividade foi analisada com condutímetro nesses locais. A presença de atividades agropecuárias impactantes atrelada às condições precárias de saneamento podem interferir também na qualidade da água dos mananciais, muitos desses, utilizados no abastecimento de água nas cidades⁸.

As condições socioeconômicas e de infraestrutura domiciliar observadas na comunidade são precárias, e as famílias residem em barracões de lona ou de alvenaria, cuja construção é de responsabilidade dos próprios moradores, realizada pela organização de mutirões. A principal fonte de renda é a venda de produtos agrícolas às escolas da região de Serra Azul e Serrana, para merenda escolar.

Foram realizadas observações prévias que visaram a avaliar as condições de infraestrutura e abastecimento de água na comunidade Sepé Tiarajú. Posteriormente, foram definidos os pontos de coleta de amostras de água. As coletas e análises parasitológicas foram efetuadas conforme o guia de coleta e preservação de amostras de água da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental – CETESB⁹.

A Comunidade Sepé Tiarajú está localizada entre os municípios de Serrana e Serra Azul, no interior do estado de São Paulo e está organizada em quatro núcleos de 20 famílias. Considerando a importância de algumas fontes de água na comunidade Sepé Tiarajú, foram coletadas 9 amostras, uma em cada ponto selecionado.

Para a realização das análises parasitológicas, utilizou-se a Técnica de Lutz, que consiste em transferir cerca de 500 mL da amostra para cálices de fundo cônico por um período de 2h até 24h, para sedimentação. Posteriormente, transfere-se 1 mL do material sedimentado para a câmara de Sedgwick – Rafter, corada com iodo, para observação em microscópio óptico.

Resultados e discussão

Segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), o assentamento Sepé Tiarajú foi criado no ano de 2004, atendendo a 80 famílias, localizado entre os municípios de Serra Azul e Serrana. Essas famílias se organizaram social e politicamente em quatro núcleos: Chico Mendes, Dandara, Zumbi dos Palmares e Paulo Freire, em uma área de 814 ha. Considerando as dificuldades que essas famílias enfrentaram para construir coletivamente a prática alternativa sustentável baseada nos princípios agroecológicos, foi implantado o PDS, modalidade que busca garantir a reprodução socioeconômica das famílias e ao mesmo tempo propiciar

a recuperação e preservação do meio ambiente, resgatando a biodiversidade regional a partir de uma proposta de agricultura sustentável e diversificada.

No que se refere aos recursos hídricos, a região de Serra Azul e Serrana está situada sobre o Aquífero Guarani, que é a principal reserva subterrânea de água doce da América do Sul e um dos maiores sistemas aquíferos do mundo. A região também está compreendida na Bacia Hidrográfica do Rio Pardo, sendo a comunidade Sepé Tiaraju margeada pelo Rio Serra Azul e Rio Pardo, mananciais importantes para economia da região. No extremo sul da comunidade, observa-se mata ciliar presente no entorno do Rio Serra Azul, a qual se encontra em bom estado de conservação, apesar de ter sofrido a retirada de árvores de maior porte¹¹.

De forma geral, a água é utilizada para consumo doméstico e irrigação de culturas. Na Comunidade, existe um poço artesiano e, após a captação, a água permanece armazenada em recipientes plásticos (tonéis) e caixas d'água nas moradias, em dois reservatórios de água de grande porte, que distribuem a água para algumas residências. A água é transportada por encanamentos precários, que apresentam fissuras, sendo pontos passíveis de contaminação.

Observa-se na Comunidade Sepé Tiarajú a disposição inadequada de esgotos domésticos, como também a deficiência de saneamento ambiental, fatores que podem contribuir efetivamente para a contaminação dos recursos hídricos, inclusive dos lençóis subterrâneos, por matéria fecal. Iniciou-se, recentemente, na comunidade, a implantação de rede hidráulica, que beneficiará a distribuição adequada da água, oriunda de poços artesianos ou de nascentes de forma precária, em recipientes plásticos, transportados por carrinhos ou charretes até as moradias.

Análise parasitológica

Nas amostras coletadas, não foram identificados parasitas ou estruturas parasitárias (ovos, cistos, larvas), fator de grande relevância para a Comunidade Sepé Tiarajú. Apesar dos problemas de saneamento evidenciados na Comunidade, as amostras de água coletadas não apresentaram agentes causadores de doenças, o que é importante, uma vez que os moradores utilizam essa água para irrigação, consumo, higiene pessoal e doméstica. Apesar de não serem detectados parasitas na água analisada, esses moradores não estão isentos de infecções por vermes ou protozoários, vinculados por outras vias de acesso, como o solo, que representa potencial via de infecções parasitárias.

O baixo nível socioeconômico e as precárias condições de saneamento ambiental da Comunidade Sepé Tiarajú propiciam o surgimento de infecções parasitárias, e, por esse motivo, considera-se importante a orientação da comunidade no que se refere à captação e armazenamento adequados da água a ser consumida, evitando-se contato com o esgoto doméstico, que ainda não é coletado de forma adequada.

Análise Bacteriológica

São apresentados os resultados obtidos para a análise bacteriológica das amostras de água coletadas. Os dados da análise de água evidenciaram a presença de coliformes totais. Esse grupo de bactérias não causa doenças, visto que habitam o intestino de mamíferos, inclusive do ser humano; considerado um indicador de contaminação

hídrica, exclusivamente por matéria fecal, quando detectada a presença de *Escherichia coli*. O grupo coliforme é formado por um número de bactérias que inclui os gêneros *Klebsiella*, *Escherichia*, *Serratia*, *Erwenia* e *Enterobactéria*¹².

O declínio na qualidade da água, entre a fonte de abastecimento e o ponto de consumo, considerando-se a contaminação por bactérias do grupo coliformes, é proporcionalmente maior quando a água é captada de mananciais já contaminados, normalmente os superficiais¹³.

A Portaria 518/2004 do Ministério da Saúde estabelece que, em amostras procedentes de poço, fontes, nascentes e outras formas de abastecimento, sem distribuição canalizada, poderá ocorrer a presença de coliformes totais, no entanto fica a recomendação para a ausência de *Escherichia coli*. Nos resultados obtidos nesta investigação, foi possível verificar níveis de coliformes totais acima dos valores permitidos na Resolução CONAMA n. 357, para água de uso agrícola, recreacional e para abastecimento humano. Diante da situação observada, deve ser investigada a origem da ocorrência, tomadas providências imediatas de caráter corretivo e preventivo a partir de novas análises bacteriológicas.

São apresentados os valores de cloro, pH, temperatura, oxigênio dissolvido e condutividade das amostras de água coletadas. Segundo a Portaria 518/2004, após a desinfecção para a utilização no abastecimento, a água deve conter um teor mínimo de cloro residual livre de 0,5 mg/L, sendo obrigatória a manutenção de, no mínimo, 0,2 mg/L em qualquer ponto da rede de distribuição. Recomenda-se que o teor máximo de cloro residual livre, em qualquer ponto do sistema de abastecimento, seja de 2,0 mg/L. O cloro é o produto mais utilizado na desinfecção da água, sendo a sua presença em concentração suficiente fundamental como agente bactericida⁹. A utilização do cloro como agente químico para desinfecção consiste em manter a proteção residual satisfatória, mesmo com estratégias variáveis de armazenamento¹⁵.

Estudos mostram que a cloração diminuiu a presença de bactérias, principalmente coliformes totais e termotolerantes, além de evidenciar ausência de detecção da *Salmonella* sp., quando os níveis de cloro livre apresentam-se superiores a 0,1 mg/L¹⁶.

Em alguns pontos, os valores de pH indicaram a água um pouco ácida. Os menores valores foram encontrados na caixa d'água de uma residência, com pH 4,25 e em uma das nascentes, com pH 4,46. Esses valores estão fora dos recomendados pela Portaria 518/2004 e Resolução CONAMA 357, que estabelecem faixas ideais de pH entre 6,0 e 9,0. O pH da água nesses pontos pode ter sofrido influência da utilização de uma bomba movida à diesel para transportar a água da nascente até local próximo à residência, de onde foi coletada a amostra de água.

A temperatura das amostras de água coletadas variou de 19,2 a 30,1°C. A temperatura pode interferir no ciclo de vida de bactérias e parasitas, porém, no presente estudo, não foi encontrada relação entre a presença de coliformes totais e a variação da temperatura.

O oxigênio dissolvido (OD) é um indicador da concentração de oxigênio dissolvido na água. O oxigênio é um gás pouco solúvel em água e a sua solubilidade depende da pressão (altitude), temperatura e sais dissolvidos¹⁷.

Deve ser destacado o elevado nível de oxigênio dissolvido em alguns pontos, como na caixa d'água central (8,3 mg/L), na fonte no morro (8,2 mg/L) e na torneira de uma das residências (7,5 mg/L). O menor valor encontrado neste estudo foi 2,7 mg/L, no Rio Serra Azul. Os baixos níveis de oxigênio dissolvido foram relacionados com processos de decomposição de material orgânico depositado no córrego¹¹.

Considerações finais

Os resultados demonstraram que a falta de adequado sistema de abastecimento afeta a qualidade da água utilizada pela população da Comunidade Sepé Tiarajú. Apesar do aumento de evidências acerca dos efeitos nocivos à saúde provenientes do uso de água em desacordo com os padrões adequados de potabilidade, ainda existe dificuldade para mensurar e avaliar adequadamente os danos à saúde decorrente do consumo de água contaminada. Os aspectos envolvidos nessa relação são múltiplos e nem sempre se baseiam em associações diretas. Fatores como: estado nutricional, acesso aos serviços de saúde e à informação podem interferir no processo de análise e avaliação. Além disso, fatores individuais também podem estabelecer diferentes respostas ao contato com água contaminada. A garantia do consumo humano de água potável, livre de microrganismos patogênicos, de substâncias e elementos químicos prejudiciais à saúde constitui-se em ação eficaz de prevenção das doenças de veiculação hídrica.

A implantação dos serviços de saneamento ambiental, em função da sua importância, deve ser prioridade, sob quaisquer aspectos, para o planejamento da infraestrutura pública das comunidades. O bom funcionamento desses serviços implica ações voltadas à garantia da dignidade da população usuária, pois melhora as condições de higiene, segurança e conforto, acarretando, assim, maior força produtiva em todos os níveis¹⁹. Os resultados obtidos levam a considerar como insatisfatórias as condições microbiológicas da água utilizada na comunidade rural para o consumo sem prévio tratamento. Acredita-se que o desenvolvimento de um trabalho de educação sanitária junto à população do meio rural, aliada à adoção de medidas preventivas visando à preservação das fontes de água e o tratamento das águas já comprometidas, juntamente com técnicas de tratamento de dejetos, possam ser consideradas as ferramentas necessárias para diminuir ao máximo possíveis riscos de ocorrência de enfermidades de veiculação hídrica, as quais têm comprometido a saúde e bem-estar dos moradores das comunidades rurais.

Referências

1. Zancul MS. Água e saúde. Rev Eletrônica de Ciências. 2006 [acesso em 15 Jun 2009]. Disponível em: <http://cdcc.sc.usp.br/ciencia/artigos/art32/atualidades>
2. Joventino ES, et al. Comportamento da diarreia infantil antes e após consumo de água pluvial em município do semi-árido brasileiro. Texto Contexto Enferm. 2010;19(4):691-9.
3. Brasil. Incra. Portaria n. 268 de 23 de Outubro de 1996. DOU n. 208, de 25 de outubro de 1996. Seção I: 21903.
4. Alessi NP, Navarro VL. Saúde e trabalho rural: o caso dos trabalhadores da cultura canavieira na região de Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil. Cad Saúde Pública. 1997;13(Supl 2):111-21.
5. Carvalho LH. A concentração fundiária e as políticas agrárias governamentais recentes. Rev IDEAS. 2010;4(2):395-428.
6. Amaral LA, et al. Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais. Rev Saúde Pública. 2003;37(4): 510-4.
7. Barcellos CM, et al. Avaliação da qualidade da água e percepção higiênico-sanitária na área rural de Lavras, Minas Gerais, Brasil, 1999-2000. Cad Saúde Pública. 2006;22(9):1967-78.
8. São Paulo. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. CETESB. Coliformes totais e fecais – Determinação pela técnica de Tubos Múltiplos. São Paulo: CETESB; 1998. Norma n. L.5202, 1998.
9. American Public Health Association. Standard Methods for the Examination of water and Wastewater. Washington DC: APHA INC; 2005.
10. Embrapa. Diagnóstico Agroflorestal Participativo em Assentamentos Rurais da Região de Ribeirão Preto. Jaguariúna; 2006 [acesso em 10 Abr 2009]. Disponível em: http://www.portaldoagronegocio.com.br/conteudo.php?a=envia_email&id=12761
11. Paulo. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. CETESB. Cursos e treinamentos – Microbiologia ambiental. São Paulo: CETESB; 2007.
12. Wright JIM, et al. Household drinking water in developing countries: a systematic review of microbiological contamination between source and point-of-use. Trop Med Int Health. 2004;9(1):106-17.
13. Brasil. CONAMA. Resolução n. 357, de 17 de março de 2005.
14. Smith E, Komos SE. Tap water quality and performance of point-of-use treatment devices in Cairo. Egypt Water Environ J. 2009;23:119-27.

15. Tsai LS, et al. Chlorination of poultry chiller water: chlorine demand and disinfection efficiency. *Poult Sci Jan.* 1992;71(1):188- 96.
16. Araújo VS, et al. Monitoramento das águas do Rio Mossoró/RN, no período de abril/2005 a julho/2006. *Rev Holos.* 2007;23: 4-41.
17. Mota S. Preservação e Conservação de Recursos Hídricos. ABES; 1995. p. 222.
18. Fernandes C. Esgotos sanitários. João Pessoa: Editora da UFPB; 1997.

Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/264758412_Qualidade_fisicoquimica_e_microbiologica_da_agua_para_o_consumo_o_humano_e_a_relacao_com_a_saude_estudo_em_uma_comunidade_rural_no_estado_de_Sao_Paulo

Artigo 2:

Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais

Drinking water in rural farms as a risk factor to human health

Luiz Augusto do Amaral; Antonio Nader Filho; Oswaldo Durival Rossi Junior; Fernanda Lúcia Alves Ferreira; Ludmilla Santana Soares Barros

Departamento de Medicina Veterinária Preventiva e Reprodução Animal da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal da Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal, SP, Brasil.

RESUMO

OBJETIVO: Verificar a qualidade higiênico-sanitária da água de consumo humano em propriedades rurais por meio da contagem de indicadores microbiológicos de potabilidade.

MÉTODOS: Foram colhidas 180 amostras de água utilizada para consumo humano das fontes, reservatórios e ponto de consumo em 30 propriedades rurais, situadas na região Nordeste do Estado de São Paulo. Determinou-se o número mais provável de coliformes totais, *Escherichia coli* e o número de microrganismos mesófilos. Foi verificada a presença de medidas de proteção das fontes de abastecimento. **RESULTADOS:** Os resultados evidenciaram que 90% das amostras de água das fontes, 90% dos reservatórios e 96,7% de água de consumo humano, colhidas no período de chuvas, e 83,3%, 96,7% e 90%, daquelas colhidas respectivamente nos mesmos locais, durante a estiagem, estavam fora dos padrões microbiológicos de potabilidade para água de consumo humano. **CONCLUSÕES:** A água utilizada nas propriedades rurais foi considerada um importante fator de risco à saúde dos seres humanos que a utilizam. A adoção de medidas preventivas, visando à preservação das fontes de água, e o tratamento das águas já comprometidas são as ferramentas necessárias para diminuir consideravelmente o risco de ocorrência de enfermidades de veiculação hídrica.

Descritores: Água potável, análise. Microbiologia da água. Zonas rurais. Reservatórios. Recursos hídricos.

OBJECTIVE: To assess the sanitary quality of drinking water in rural farms through counts of microbiological indicators. **METHODS:** A total of 180 drinking water samples from sources, reservoirs and water from site of consumption were collected in 30 rural farms located in the northeast region of the state of São Paulo. The most probable number of total coliforms, *Escherichia coli* and mesophilic microorganisms were determined. Also, the presence of protection measures for water supplies was verified. **RESULTS:** The study results showed that 90.0% of drinking water samples from sources, 90.0% from reservoirs, and 96.7% from sites of consumption, collected during the rainy season, and 83.3%, 96.7% and 90.0% of samples collected in dry season were below the quality control standards for drinking water. **CONCLUSIONS:** Drinking water in rural farms was

considered a potential human health threat. Preventive measures for protecting water sources and water treatment are necessary to significantly reduce the occurrence of waterborne diseases.

Keywords: Drinking water, analysis. Water microbiology. Rural areas. Reservoirs. Water resources.

INTRODUÇÃO

A água de consumo humano é um dos importantes veículos de enfermidades diarreicas de natureza infecciosa, o que torna primordial a avaliação de sua qualidade microbiológica (Isaac-Marquez et al,12 1994). As doenças de veiculação hídrica são causadas principalmente por microrganismos patogênicos de origem entérica, animal ou humana, transmitidos basicamente pela rota fecal-oral, ou seja, são excretados nas fezes de indivíduos infectados e ingeridos na forma de água ou alimento contaminado por água poluída com fezes (Grabow,11 1996).

O risco de ocorrência de surtos de doenças de veiculação hídrica no meio rural é alto, principalmente em função da possibilidade de contaminação bacteriana de águas que muitas vezes são captadas em poços velhos, inadequadamente vedados e próximos de fontes de contaminação, como fossas e áreas de pastagem ocupadas por animais (Stukel et al,21 1990). O uso de água subterrânea contaminada, não tratada ou inadequadamente desinfetada foi responsável por 44% dos surtos de doenças de veiculação hídrica nos Estados Unidos, entre 1981 e 1988 (Craun,5 1991).

No meio rural, as principais fontes de abastecimento de água são os poços rasos e nascentes, fontes bastante susceptíveis à contaminação. No Reino Unido, após analisar-se amostras de água de fontes privadas, verificou-se que 100% das amostras dos poços e 63% das nascentes estavam fora dos padrões de potabilidade, representando um risco considerável a saúde dos consumidores (Fewtrell et al,7 1998). Pinfold¹⁷ (1990), em trabalho realizado nas Filipinas, verificou que crianças que consumiram água altamente poluída com matéria fecal (>103 *Escherichia coli* 100mL⁻¹) tiveram uma ocorrência de diarreia significativamente maior ($p<0,01$) que aquelas que consumiram águas com menor nível de poluição.

Em estudo realizado no Canadá, foi possível o isolamento de *Escherichia coli* O157:H7 das fezes de uma criança com diarreia sanguinolenta e na água do poço da residência onde ela residia. Além disso, a mesma bactéria foi isolada nas fezes de 63% dos bovinos da fazenda (Jackson et al,13 1998).

Conboy & Goss⁴ (2000) citam que a deposição diária de resíduo orgânico animal no solo, prática muito disseminada no meio rural, aumenta o risco da contaminação das águas subterrâneas. O dejetos bovino depositado no solo representa risco de contaminação das fontes de água, uma vez que esses animais são reservatórios de diversos microrganismos como *Cryptosporidium parvum* e *Giardia* sp., causadores de enfermidades humanas. Isso mostra o papel desses animais na contaminação ambiental por esses importantes patógenos de veiculação hídrica (Fayer et al,6 2000).

A água de escoamento superficial, durante o período de chuva, é o fator que mais contribui para a mudança da qualidade microbiológica da água (Geldreich,9 1998). Em estudo realizado no México, concluiu-se que a presença de coliformes nas amostras das águas dos mananciais estudados e dos domicílios tiveram relação direta com a

presença de chuva, devido ao arraste de excretas humanas e animais. Concluiu-se também que a ausência de tratamento favoreceu o alto nível de contaminação encontrado (Gonzalez et al,10 1982).

Durante a ocorrência de um surto de criptosporidiose na Inglaterra, entre novembro de 1992 e fevereiro de 1993, foi possível associar o consumo de água de fonte subterrânea não tratada ao aparecimento de enfermidades. Os autores afirmam que, durante o período de chuva, a infiltração da água de escoamento de uma pastagem que apresentava fezes animais, para dentro da fonte, foi a causa da contaminação. Além disso, afirmam que o monitoramento periódico da qualidade microbiológica da água e a observação das medidas de proteção das fontes privadas são fatores muito importantes para a prevenção de doenças de veiculação hídrica (Bridgman et al,2 1995).

A maioria das doenças nas áreas rurais podem ser consideravelmente reduzidas, desde que a população tenha acesso a água potável. Entretanto, um dos maiores problemas das fontes particulares é a ausência de monitoramento da qualidade da água consumida (Misra,16 1975).

Em estudo realizado no Reino Unido, verificou-se que muitas fontes particulares tinham suas águas analisadas anualmente ou com menor frequência, apesar de serem fontes expostas a grandes riscos de contaminação por se situarem na área rural. Também verificou-se que o risco de se contrair doenças de veiculação hídrica pelo consumo de água de fontes particulares era 22 vezes maior que pelo consumo da água do sistema público de abastecimento (Shepherd & Wyn-Jones,19 1997).

Baseado no exposto, o objetivo do presente artigo foi verificar o papel da água utilizada em propriedades rurais, como fator de risco à saúde dos consumidores.

MÉTODOS

O estudo foi realizado em 30 propriedades leiteiras situadas na região Nordeste do Estado de São Paulo, sorteadas entre as 94 propriedades que forneciam leite a uma indústria de laticínios. Após o sorteio das propriedades, cada uma delas foi visitada, tendo sido aplicado um questionário com o objetivo de saber a opinião dos moradores sobre a qualidade da água por eles consumida

As amostras foram colhidas das fontes, reservatórios e bebedouros humanos, nos períodos de chuva e estiagem, e acondicionadas em caixa de material isotérmico contendo cubos de gelo. Posteriormente, foram submetidas às determinações do número mais provável de coliformes totais e *Escherichia coli*, e contagem de microrganismos mesófilos.¹ As médias dos valores das contagens de microrganismos e do teor de nitratos foram comparadas aplicando-se o teste de Tukey para amostras pareadas, aos níveis de 1% e 5% de significância (Steel & Torrie,20 1960).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na [Tabela 1](#), observa-se a opinião dos moradores das propriedades estudadas sobre a água consumida.

Tabela 1 - Opinião dos consumidores sobre a qualidade da água utilizada nas 30 propriedades rurais situadas na região Nordeste do Estado de São Paulo, Brasil, 2001.

Opinião dos consumidores	%
Boa	36,8
Boa e leva para beber na cidade	3,3
Boa e melhor que a da cidade	53,3
Boa e melhor da região	3,3
Ótima	3,3

Pela análise da [Tabela 1](#), observa-se que 100% das pessoas entrevistadas consideraram a água das propriedades de boa qualidade, o que pode justificar a ausência de qualquer tratamento da água consumida e o pequeno número de residências que utilizavam filtros. Esse comportamento, segundo Seoane18 (1988), está relacionado ao consumo da água das fontes por longos períodos sem a ocorrência de problemas evidentes, somado ao bom aspecto da água, que proporciona aos consumidores uma sensação de pureza. Acredita-se que esses fatos impeçam que seus consumidores agreguem juízo de valor no sentido de tratar essa água, pelo menos por um processo de desinfecção, o que certamente minimizaria o risco de veiculação de enfermidades.

Na [Tabela 2](#), verifica-se a situação da falta de qualidade microbiológica das águas das fontes, dos reservatórios e da água consumida nas propriedades estudadas.

Tabela 2 - Número e percentagem de amostras de água das fontes (poços e nascentes), reservatórios e de consumo humano fora dos padrões microbiológicos de potabilidade estabelecidos pela Portaria nº 1469 de 29/12/2001, do Ministério da Saúde, durante os períodos de ocorrência de chuva e de estiagem.

Período	Fontes		Reservatórios		Consumo humano	
	N	%	N	%	N	%
Chuva	27	90,0	27	90,0	29	96,7
Estiagem	25	83,3	29	96,7	27	90,0

Os resultados apresentados na [Tabela 2](#) diferem muito do conceito dos moradores, uma vez que elevadas percentagens de amostras de água das fontes (nascentes e poços) estavam fora dos padrões microbiológicos de potabilidade para água de consumo humano (Ministério da Saúde, 15 2001), tanto no período de ocorrência de chuva (90%), como no de estiagem (83,3%). Deve-se destacar também uma depreciação na qualidade microbiológica da água em ambos os períodos, desde sua obtenção até o ponto de uso, o que potencializa o risco à saúde de seus consumidores. Acredita-se que essa depreciação esteja ligada à ausência de tratamento da água e de limpeza periódica dos reservatórios, práticas realizadas por apenas 3,3% das propriedades estudadas.

Portanto, observa-se que a contaminação de águas nas propriedades rurais é preocupante, já que existe um risco considerável na ocorrência de enfermidades de veiculação hídrica. A esse respeito, Galbraith et al8 (1987) citam que no Reino Unido, no período de 1937 a 1986, 43% dos surtos de doenças veiculadas pela água ocorreram pela ingestão de água contaminada, de fontes privadas.

Observam-se, na [Tabela 3](#), as porcentagens das fontes que apresentavam fatores de proteção da qualidade da água. Verifica-se que nenhuma fonte apresentou 100% dos fatores preconizados para essa proteção.

Tabela 3 - Percentagem de fontes que apresentavam diferentes fatores de proteção nas 30 propriedades rurais situadas na região Nordeste do Estado de São Paulo, Brasil, 2001.

Fator de proteção	%
Calçada ao redor da fonte	70,0
Tampa	83,3
Parede externa acima do solo	80,0
Revestimento interno	83,3
Localização no ponto mais alto do terreno	53,3
Fossa com distância >30 m	92,8

A ausência dos fatores de proteção em grande número das fontes estudadas ([Tabela 3](#)), aliada ao fato de que a maioria delas apresentavam profundidades de até 20 metros ([Tabela 4](#)), é preocupante pois, limitando-se o poder filtrante do solo, as fontes ficam expostas à contaminação principalmente pelas águas de escoamento superficial e pelas que infiltram no solo. Kravitz et al14 (1999) defendem que a proteção das fontes de abastecimento pode preservar a qualidade da água no meio rural onde a desinfecção não é realizada, sendo que cada fator de proteção tem sua importância, e a ausência de um deles já é motivo de preocupação.

Tabela 4 - Distribuição porcentual das fontes de água das propriedades rurais situadas na Região Nordeste do Estado de São Paulo, Brasil, 2001, de acordo com a profundidade, em metros.

Profundidade (m)	%
0-20	80,0
21-30	6,7
>30	13,3

Geldreich9 (1998) afirma que a água de escoamento superficial é o principal fator que modifica a qualidade microbiológica da água subterrânea, tornando-a de risco saúde. Segundo Stukel et al21 (1990), esse risco é alto no meio rural, principalmente pela possibilidade de contaminação bacteriana das águas de poços velhos, inadequadamente vedados e próximos a fontes de contaminação.

A inexistência, na maioria das fontes, de todos os fatores de proteção que são preconizados como de grande importância para a preservação da qualidade da água, evidencia a necessidade de um trabalho de orientação às pessoas que utilizam essas águas, com o objetivo de manter sua qualidade.

Observa-se, na [Tabela 5](#), a comparação entre as contagens de microrganismos utilizados para determinação da qualidade higiênico-sanitária da água, nas fontes situadas nos pontos mais baixo e mais alto do terreno e nas fontes com profundidade de até 20 metros e superiores a 20 metros, nos períodos de chuva e estiagem.

Tabela 5 - Médias geométricas do número mais provável de coliformes totais e *Escherichia coli*, e contagens padrão de microrganismos heterotróficos mesófilos nas fontes situadas em vários pontos, nos períodos de chuva e de estiagem.

Variável	Período de chuva	Período de estiagem
Ponto mais baixo		
Coliformes totais	$6,5 \times 10^2$ a	$2,6 \times 10^2$ b
<i>Escherichia coli</i>	$1,6 \times 10^2$ a	$0,1 \times 10$ b
Mesófilos	$1,4 \times 10^3$ a	$3,7 \times 10^2$ b
Ponto mais alto		
Coliformes totais	$1,6 \times 10^2$ a	$8,3 \times 10$ a
<i>Escherichia coli</i>	$0,5 \times 10$ a	$0,3 \times 10$ a
Mesófilos	$5,5 \times 10^2$ a	$2,2 \times 10^2$ a
Profundidade de até 20 m		
Coliformes totais	$3,4 \times 10^2$ a	$1,0 \times 10^2$ b
<i>Escherichia coli</i>	$1,8 \times 10^2$ a	$0,1 \times 10$ b
Mesófilos	$1,4 \times 10^3$ a	$3,7 \times 10^2$ b
Maior que 20 m		
Coliformes totais	$6,3 \times 10$ a	$6,2 \times 10$ a
<i>Escherichia coli</i>	$0,2 \times 10$ a	$0,2 \times 10$ a
Mesófilos	$4,0 \times 10^2$ a	$9,7 \times 10$ a

As letras a e b, indicadas em duas das colunas, não coincidentes na mesma linha, representam diferenças significativas de $p < 0,05$.

Na [Tabela 5](#), nas fontes localizadas nos pontos mais baixos do terreno (38,1% dos poços e 77,7% das nascentes) pode-se verificar diferenças significativas entre o número de microrganismos obtidos nos períodos de chuva e estiagem. Essa constatação está relacionada com o escoamento de águas superficiais, que entram em contato com ambiente contaminado, em direção às fontes situadas nos pontos mais baixos do terreno.

Verifica-se também que as diferenças nos valores médios dos microrganismos, obtidos no período de chuva e estiagem, foram significativas nos poços com até 20 m de profundidade, que representaram 80% dos poços existentes nas propriedades estudadas ([Tabela 4](#)). Esses valores mostram a susceptibilidade à contaminação desse tipo de fonte, principalmente no período de chuva, em decorrência da percolação rápida dos microrganismos em direção à água subterrânea, aliada ao fato de que o nível da água, durante esse período, aproxima-se da superfície do solo, diminuindo sua capacidade filtrante (Cogger, 3 1988; Villegas, 22 1988). Esses resultados evidenciam o risco à saúde que esse tipo de fonte pode representar, caso não sejam aplicadas medidas visando ao tratamento e à preservação da qualidade microbiológica da água. O resultados obtidos no presente trabalho levam a considerar a água utilizada nas propriedades rurais como um fator de risco à saúde dos seres humanos que a utilizam. Acredita-se que o desenvolvimento de um trabalho de educação sanitária para a população do meio rural, a adoção de medidas preventivas visando à preservação das fontes de água e o tratamento das águas já comprometidas, aliados às técnicas de tratamento de dejetos, são as ferramentas necessárias para diminuir ao máximo o risco de ocorrência de enfermidades de veiculação hídrica.

Além disso, no que se refere à qualidade da água consumida no meio urbano, verificam-se esforços das autoridades em implementar ações que visem a fornecer à população uma água com boa qualidade, enquanto no meio rural, de um modo geral, essas ações praticamente inexistem. Esse fato é relevante porque essas populações, ao utilizarem água em condições inadequadas para consumo, estarão expostas ao risco de enfermidades veiculadas pela água. Encarregar o próprio consumidor de controlar a qualidade da água é uma postura incorreta, uma vez que o seu conhecimento quanto aos riscos que a água pode oferecer à saúde é praticamente inexistente. Depreende-

se, portanto, que um trabalho intensivo deve ser realizado no sentido de efetuar a vigilância da qualidade da água utilizada no meio rural e implementar ações que visem ao esclarecimento dessa população, a fim de mudar seu comportamento.

REFERÊNCIAS

American Public Health Association. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 16th ed. New York; 1992.

Bridgman SA, Robertson RMP, Syed Q, Speed N, Andrews N. Outbreak of cryptosporidiosis associated with a disinfected groundwater supply. *Epidemiol Infect* 1995;115:555-66.

Cogger C. On-site septic systems: the risk of groundwater contamination. *J Environ Health* 1988;51:12-6.

Conboy MJ, Goss MJ. Natural protection of groundwater against bacteria of fecal origin. *J Contam Hydrol* 2000;43:1-24.

Craun GF. Causes of waterborne diseases in the United States. *Water Sci Technol* 1991;24:17-20.

Fayer R, Trout JM, Graczyk TK, Lewis EJ. Prevalence of *Cryptosporidium parvum*, *Giardia* sp and *Eimeria* sp infection in post-weaned and adult cattle in three Maryland farms. *Vet Parasitol* 2000;(93):103-12.

Fewtrell L, Kay D, Godfree A. The microbiological quality of private water supplies. *J Ciwen* 1998:98-100.

Galbraith NS, Barret NJ, Satbwell-Smith R. Water and disease after Croydon. A review of waterborne and water associated disease in UK, 1937-1986. *J Inst Water Environ Manag* 1987;(1):7-21.

Geldreich EE. The bacteriology of water. In: *Microbiology and microbial infections*. 9th ed. London: Arnold; 1998.1982;93:127-40.

Grabow W. Waterborne diseases: update on water quality assessment and control. *Water S.A* 1996;22:193-202.

Issac-Marquez AP, Lezama-Davila CM, Ku-Pech RP, Tamay-Segovia P. Calidad sanitaria de los suministros de agua para consumo humano en Campeche. *Salud Pública Méx* 1994;36:655-61.

Jackson SG, Goodbrand RB, Johnson RP, Odorico VG, Alves D, Rahn K et al. *Escherichia coli* 0157:H7 diarrhoea associated with well water and infected cattle on an Ontario farm. *Epidemiol Infect* 1998;120:17-20.

Kravitz JD, Nyaphusi M, Mandel R, Petersen E. Quantitative bacterial examination of domestic water supplies in Lesotho Highlands: water quality, sanitation and village health. *Bul World Health Organ* 1999;77:829-36.

Ministério da Saúde. Portaria no 1469 de 29/12/2000. Normas e padrões 2 de potabilidade da água para consumo humano. *Diário Oficial da União*; 2001.

Misra KK. Safe water in rural áreas. *Int J Health Educ* 1975;18:53-9.

Pinfold JV. Faecal contamination of water and fingertip-rinses as a method for evaluating the effect of low cost water supply and sanitation activities on faecal-oral disease transmission. II. A hygiene intervention study in rural north-east Thailand. *Epidemiol Infect* 1990;105:377-80.

Seoane GA. Calidad del agua de fuentes públicas e pozos particulares, com especial referencia al Término Municipal de Vigo. *Rev Sanid Hig Pública (Madr)* 1988;62:1303-16.

Pherd KM, Wyn-Jones P. Private water supplies and the local authority role: results of UK national survey. *Water Sci Technol* 1997;35:41-5.

Steel RGD, Torrie JH. *Principles and procedures of statistics*. New York: Mc Graw; 1960.

Stukel TA, Greenberg ER, Dain BJ, Reed FC, Jacobs NJ. A longitudinal study of rainfall and coliform contamination in small community drinking water supplies. *Environ Sci Technol* 1990;24:571-5.

Disponível em: <https://www.scielo.org/article/rsp/2003.v37n4/510-514/pt/#>

Artigo 3:

Qualidade da água consumida pela população rural em Uberaba e Monte Alegre de Minas /MG

Water quality consumed by the rural population in Uberaba and Monte Alegre of Minas /MG.

Sérgio Ricardo Silvano¹, Afonso Pelli¹

¹Departamento de Patologia, Genética e Evolução do Instituto de Ciências Biológicas e Naturais da Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba-MG, Brasil.

Resumo

Objetivo – Testar a qualidade da água de fontes hídricas utilizadas na área rural do Triângulo Mineiro e verificar a adequação ao consumo humano, através de análises físico-químicas e biológicas de amostras de água consumida em propriedades rurais, relacionando a qualidade da água com o tipo de fonte: poço raso, cisterna e poço artesiano. Quando se trata de reservas de água, o Brasil é um país privilegiado. Cerca de 12% da superfície da água do planeta flui para nossos rios. Segundo a FAO, esta percentagem é 42% mais elevada do que a da Europa e mais que um quarto do continente africano. Aproximadamente 90% do território brasileiro apresenta um excedente hídrico durante o ano, o que favorece a formação de uma extensa rede de ambientes aquáticos. Mas apesar dessa riqueza, a água não existe em seu estado puro e vários fatores vêm mudando sua qualidade e na área rural além do uso de pesticidas, há resíduos e esgoto que podem contaminá-lo, deixando-a imprópria para consumo humano. **Métodos** – Três poços foram amostrados na área rural: superficial, raso e profundo. As amostras foram obtidas conforme metodologia preconizada pela literatura. A coleta foi realizada em frascos de polietileno e vidro. Esta metodologia foi adotada nos pontos de coleta 1 e 2. Para o local de amostragem 3: a água foi coletada diretamente na superfície. Para as análises microbiológicas foi utilizado o método dos substratos cromogênicos definidos. **Resultados** – Apenas uma, das três estações amostradas apresentou qualidade de água própria para consumo humano. Em uma estação houve contaminação por coliformes e em outra, além da colimentria, a turbidez também não se enquadrou nos padrões de potabilidade. **Conclusão** Ao comparar os dados com a legislação vigente verificou-se que quanto mais profundo o poço, melhor a qualidade da água.

Descritores: Contaminação; Água; Captação de água; Limnologia

Abstract

Objective – To test the water quality of water sources used in the rural area of the Triângulo Mineiro and verify the adequacy to human consumption, through physical-chemical and biological analyzes of samples of water consumed in rural properties, relating water quality with the type of source: shallow well, cistern and artesian well. When it comes to water reserves, Brazil is a privileged country. About 12% of the surface of the planet's water flows into our rivers. According to the FAO, this percentage is 42% higher than that of Europe and more than a quarter of the African continent. Approximately 90% of the Brazilian territory presents a water surplus during the year, which favors the formation of an extensive network of aquatic environments. But despite this wealth, water does not exist in its pure state and several factors have been changing its quality and, in the rural area beyond the use of pesticides, there is waste and sewage that can contaminate it, leaving it unfit for human consumption. **Methods** – Three wells were sampled in the rural area: shallow, shallow and deep. The samples were obtained according to the methodology recommended by the literature. The collection was carried out in polyethylene and glass bottles. This methodology was adopted at collection points 1 and 2. For the sampling site 3: the water was collected directly on the surface. For the microbiological analyzes the chromogenic substrates method was used. **Results** – Only one of the three stations sampled presented water quality for human consumption. In one season there was contamination by coliforms and in another one, besides the colimentria, the turbidity also did not fit the standards of potability. **Conclusion** – When comparing the data with the current legislation it was verified that the deeper the well, the better the water quality.

Descriptors: Contamination; Water; Water catchment; Limnology

Introdução

A água é essencial à vida mantendo a biodiversidade e o funcionamento dos sistemas, da forma que os conhecemos. Sempre foi um recurso estratégico à sociedade. No limiar do século XXI, entre outras crises sérias, a crise da água é uma ameaça real para várias comunidades, impondo dificuldades ao desenvolvimento e aumentando a desigualdade entre países ou regiões. O crescimento populacional e as demandas sobre os recursos naturais são algumas das causas desta crise.

No Brasil, temos 11,6% da água doce superficial do mundo, onde 70% estão na região Amazônica, enquanto 30% restantes se distribuem desigualmente para atender a 93% da população ¹.

Durante toda a história da humanidade o desenvolvimento econômico, o aumento populacional e a diversificação da sociedade, levaram ao uso múltiplo e variado dos recursos hídricos. Como exemplo podemos citar a agricultura, onde no início da década de 1960 houve considerável acréscimo no uso da água sendo hoje o setor que mais utiliza a água^{1, 2}.

Segundo Millennium Ecosystem Assessment³ são vários os benefícios prestados pelos ecossistemas para o homem. Dentre esses pode-se citar: preparação de alimentos na residência e elaboração industrial de alimentos, suprimento de água para o corpo, higiene pessoal, disposição de resíduos, irrigação, água para animais domesticados, produção em massa de vários alimentos, geração de energia, hidroeletricidade, regulação de temperaturas, transferência de energia em processos de aquecimento e resfriamento, uso em manufatura, uso para extinguir incêndio, produtos de colheita em ecossistemas aquáticos saudáveis, pesca e vida selvagem (esporte, pesca esportiva, caça, natação), extração de madeira e fungos (florestas tropicais), produtos vegetais de áreas alagadas, brejos, lagos (arroz, bagas silvestres), minerais de rios e materiais (areia e cascalho), serviços proporcionados pelos ecossistemas aquáticos saudáveis, recreação, turismo, transporte e navegação, reserva de água doce (em bacias hidrográficas e em geleiras), controle de enchentes, deposição de nutrientes nas várzeas, purificação natural de detritos, habitat para diversidade biológica, moderação e estabilização de micro climas urbanos e rurais, moderação de clima global, balanço de nutrientes e efeitos tampão em rios, saúde mental e estética.

Mais áreas de terra foram convertidas em lavouras desde 1945 que no século XVIII a XIX somados, e aproximadamente 24% da superfície terrestre foi transformada em sistemas de cultivo; como consequência, dentre outros prejuízos, perdeu-se aproximadamente 35% dos manguezais e 20% dos recifes de coral no mundo (1).

O tratamento da água para consumo humano envolve sistemas de captação, tratamento e distribuição de água. Na purificação, que consiste na remoção de impurezas, três objetivos fundamentais são desejados: a) obtenção de água que apresente segurança para a saúde humana, o que é conseguido isentando-a de bactérias, elementos venenosos, mineralização excessiva, teores elevados de compostos orgânicos, protozoários e outros microrganismos; b) que satisfaça a um critério econômico, eliminando ou reduzindo as impurezas que possam interferir na sua utilização, por causarem prejuízos econômicos decorrentes de corrosividade, dureza, cor, turbidez, odor e sabor; c) obtenção de água de aspecto agradável ao consumidor, conseguida através da obediência a padrões estabelecidos relativamente à cor, turbidez, sabor e odor ⁴.

Podemos distinguir dois ângulos do direito ao uso da água: a) o direito de uso garantido pela natureza, pelo fato dos seres vivos necessitarem da água, é um direito natural; e b) o dever para com o uso; necessita-se estabelecer princípios, pois a falta de educação não permite que o homem utilize esse recurso de forma sustentável. O objetivo deste trabalho foi testar a qualidade da água de fontes hídricas utilizadas na área rural do Triângulo Mineiro e verificar a adequação ao consumo humano, através de análises físico-químicas e biológicas de amostras de água consumida em propriedades rurais, relacionando a qualidade da água com o tipo de fonte: poço raso, cisterna e poço artesiano.

Métodos

As coletas foram realizadas na zona rural dos municípios de Uberaba e Monte Alegre de Minas ambos no estado de Minas Gerais, região do Triângulo Mineiro. No local de coleta, designado como Ponto 1, uma propriedade rural localizada às margens da Br 050 (Uberaba-Uberlândia) a atividade principal é a pecuária, onde utiliza-se herbicidas em pequena escala. A água coletada foi de um poço artesiano profundo.

O Ponto 2 localiza-se em propriedade rural no município de Uberaba, em região conhecida como “Mangabeira”, sua principal atividade é a agropecuária, com uso maior de agrotóxicos, a água coletada provém de cisterna de aproximadamente vinte metros de profundidade.

O Ponto 3 de coleta localiza-se na zona rural no município de Monte Alegre de Minas. A propriedade rural, onde se encontra a mina ou poço a céu aberto está localizada na região conhecida por castanhal onde a principal atividade é a agropecuária, com uso intenso de agrotóxicos. Após a nascente, a água corre por dois metros e chega a um poço com profundidade aproximada de dois metros.

As amostras foram obtidas conforme metodologia preconizada pelo APHA ⁵, seguindo o protocolo: acionada a bomba d'água esperou-se um minuto para desprezar possíveis contaminações, a coleta foi realizada em frascos de polietileno e vidro. Esta metodologia foi adotada nos pontos de coleta

1 e 2. Para o local de amostragem 3: a água foi coletada diretamente na superfície. Para as análises microbiológicas foi utilizado o método dos substratos cromogênicos definidos.

O IQA, índice de qualidade de água, é constituído de nove parâmetros: coliformes fecais, pH, demanda bioquímica de oxigênio, nitrogênio total, fósforo total, temperatura, turbidez, sólidos totais e oxigênio dissolvido. No presente estudo foi utilizado o IQA proposto por CETESB ⁶.

Para a interpretação dos resultados quanto à potabilidade, foi utilizado como referência a Portaria n° 2.914, de 12 de dezembro de 2011, que “dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade” ⁷.

Resultados e Discursão

Os resultados das análises físico-químicas e micro- biológicas são apresentados na Tabela 1.

O Ponto de coleta 1 apresentou os parâmetros físico- químicos dentro do limite máximo tolerado. Na análise microbiológica não houve presença de bactérias, sendo assim a água foi considerada potável, pelos parâmetros analisados. Já nas análises do Ponto 2, constatou-se a ocorrência de coliformes totais, indicando possível con- taminação de origem fecal⁸.

No ponto de coleta 3, constatou-se que alguns parâ- metros físico-químicos apresentaram inconformidade, podendo a água ser considerada imprópria para o con- sumo ⁸. Na análise microbiológica ocorreu a presença de coliformes totais e termotolerantes, que indicam a contaminação por origem fecal, sendo assim outros patógenos podem estar presentes.

Alguns poços em zonas rurais – como o ponto de amostragem 3 – acumulam nitratos provocando envenenamento nos organismos que consomem suas águas, devendo o consumo de água de poços ser feito somente após a análise de potabilidade.

Tabela 1. Resultados das análises físico-químicas e microbiológicas realizadas nos municípios de Uberaba e Monte Alegre de Minas/MG; Ponto 1 (propriedade rural localizada às margens da Br 050 - poço artesiano profundo); Ponto 2 (cisterna com vinte metros de profundidade) e Ponto 3 (mina ou poço a céu aberto) em setembro de 2007.

Parâmetros	físico-Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Limite máximo tolerado
químicos				
Cor Mg/Litros(*)	2,5	2,5	5,0	15
Turbidez NTU(*)	0,72	0,69	1,33	1
Dureza Total(*)	70	00	20	500
DBO	00	00	00	00
Nitrato Mg/l(*)	0,08	0,08	0,10	10
Nitrito Mg/l(*)	0,009	0,011	0,009	1,0
Cloreto Mg/l(*)	2,5	3,2	3,2	250

Alumínio	0,03	0,02	0,02	0,2
pH(*)	7,0	6,2	6,2	6,0 – 9,5
Ferro Total mg/l(*)	0,06	0,10	0,10	0,3
Coliformes fecais	0	0	+	0
Coliformes totais(*)	0	+	+	0

(*) conforme Portaria N.º 2.914, de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde.

A presença de coliformes fecais é usada como indicador sanitário, pois apesar de não serem patogênicas em sua maioria, indicam que o ecossistema foi contaminado com material de origem fecal e assim outros patógenos podem estar presentes ^{9, 10, 11}.

Algumas doenças que tem a água como veículo transmissor são cólera, disenteria de várias etiologias, febre tifóide, gastroenterite, salmonelose, giardíase, hepatite infecciosa, leptospirose, paralisia infantil; ou como meio onde vetores podem ser favorecidos, como em esquistossomose, dengue, febre amarela, filariose e malária; além ainda de uma série de doenças de origem viral ¹². Para os pontos de coleta 2 e 3 foram identificadas variáveis que tornam a água imprópria para o consumo humano, o que pode estar associado as atividades desenvolvidas nestes locais, como a agropecuária. Como na zona rural não existe saneamento, os resíduos são depositados em fossas sépticas, as quais na época da construção nem sempre se observa a distância entre estas e o poço que fornece água.

O uso de agrotóxicos, os quais ficam depositados no solo juntamente com os dejetos produzidos pelo homem e animais são transportados para os poços através da água das chuvas, o que pode levar a contaminação destes poços, afetando a qualidade da água tornando esta imprópria para o consumo humano.

Deve-se ponderar a profundidade destes poços (profundo, raso e superficial), pois quanto mais superficial maior a possibilidade de serem contaminados. As camadas de terra funcionam como um filtro, portanto poços profundos apresentam maior probabilidade de apresentarem águas de boa qualidade, o que foi constatado no presente estudo.

Conclusão

Concluindo, pode-se inferir que a qualidade da água será diretamente proporcional a profundidade. Portanto um planejamento estratégico dos gestores ambientais deve ser conduzido, considerando este aspecto.

Referências

1. Tundisi JG. Água no século XXI: enfrentando a escassez. 2 ed. São Carlos: Rima. 2005. Água desafio para o próximo milênio In: Anais do seminário para discussão dos anteprojetos de lei para criação da ANA e do SNGRH, 27

julho de 1999.

2. Roewer SP. Análise de indicadores microbiológicos da água para consumo humano no município de Barra do Garças-MT. Rev Eletr UNIVAR, 2016; 1:1.
3. Millennium Ecosystem Assessment, 2005. Ecosystems and Human Well-Being: Wetlands and Water Synthesis. World Resources Institute, Washington, DC: Island Press; 2005.
4. Leme FP. Teoria e técnicas de tratamento de água. Rio de Janeiro: ABES 1990.
5. American Public Health Association. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Washington, DC: APHA; 1998.
6. São Paulo (Estado). Índice de qualidade das águas. Tecnologia de Saneamento Ambiental. CETESB. (Acesso 02 fev 2017). Disponível em: http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/indice_iap_iqa.asp.
7. BRASIL. Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe 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, 12 dez. 2011. (acesso 02 fev 2017). Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html.
8. Oliveira AJ, Santos MCHG, Itaya NM, Calil RM. Coliformes Termotolerantes: bioindicadores da qualidade da água destinada ao consumo humano. Atas de Saúde Ambiental. 2015; 3(2): 24-9.
9. Barros B, Oliveira RV, Santos CTB, Araujo MC, Peixoto PG, Senne ECV, Peixoto PB, Andrade AA, Pelli A. Presença de Coliformes Totais na rede Hidráulica de um hospital público de ensino no estado de Minas Gerais, Brasil. Rev UNINGÁ Review, 2015; 21(3) 05-07.

Disponível em:

<http://andorinha.epagri.sc.gov.br/consultawebsite/busca?b=ad&id=23222&biblioteca=vazio&busca=autoria:%22MERTEN,%20G.%20H.%22&qFacets=autoria:%22MERTEN,%20G.%20H.%22&sort=&paginacao=t&paginaAtual=1>

Artigo 4:

Avaliação físico-química da qualidade de água de poços e minas destinada ao consumo humano

Physico-chemical evaluation of drinking water quality from wells and springs for human consumption

Maria Anita SCORSAFAVA, Arlete de SOUZA, Monica STOFER, Claudete Azevedo NUNES, Thaís Valéria MILANEZ*

RESUMO

A água para o consumo humano foi avaliada segundo os parâmetros estabelecidos pela Portaria nº 518 do Ministério da Saúde, que dispõe as normas de qualidade em sistemas de abastecimento público e soluções alternativas. O potencial de risco das águas provenientes de poços e minas de 100 municípios do estado de São Paulo, incluindo a capital, foi avaliado por meio de análise dos seguintes parâmetros: ferro, cor aparente, turbidez, nitrato, nitrito, amônia e flúor. No período de 2005-2008 foram coletadas 1759 amostras de águas, sendo 1356 de poços e 403 de minas. Das amostras de águas de poços analisadas, 8,5% apresentaram níveis de ferro superiores ao valor máximo permitido (VMP), 7,5% mostraram cor aparente, 5,0% turbidez, 10,8% nitrato, 0,4% amônia, 0,3% nitrito e 1,1% altos níveis de flúor. No mesmo período, em 7,0% das amostras de águas de minas analisadas, foram observadas alterações nos parâmetros ferro, 9,6% apresentaram cor, 5,2% turbidez, 14,5% com nitrato em níveis acima do VMP, 1,0% para nitrito, 0,4% amônia e 0,2% para flúor. Considerando os resultados obtidos torna-se de grande importância o monitoramento da qualidade dessas águas para o consumo humano.

Palavras-chave. água, poços, minas.

INTRODUÇÃO

A água tem importância vital para todos os seres humanos e a avaliação de sua potabilidade e das condições higiênico-sanitárias são primordiais para a saúde da população. Para tanto, existem padrões de controle da sua qualidade atualmente regidos pela Portaria nº 518/2004 do Ministério da Saúde (MS)¹, que dispõe sobre as normas de qualidade para o consumo humano em sistemas de abastecimento público e soluções alternativas. Desta forma, a água é considerada própria para o consumo humano quando seus parâmetros microbiológicos e físico-químicos atendem aos padrões de potabilidade estabelecidos e não oferecem risco à saúde da população.

De acordo com a Sabesp², houve um aumento do uso de água subterrânea para o abastecimento público nas últimas décadas, principalmente no estado de São Paulo, considerado o maior usuário das reservas subterrâneas do país. Cerca de 65% da sua zona urbana é abastecida por poços artesianos e na região metropolitana de São Paulo, cerca de 3 milhões de habitantes recebem água proveniente de poços profundos.

Em São Paulo, a licença para perfuração e utilização de um poço é concedida pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica - DAEE, que estabelece as normas que regem o projeto de construção de poços tubulares profundos e controlam sua utilização².

O objetivo deste trabalho foi reunir dados para avaliação do potencial de risco das águas provenientes de poços (águas subterrâneas) e minas (águas superficiais) de 100 municípios do Estado de São Paulo, incluindo a capital, levando em consideração o aspecto e a presença de depósito, além dos seguintes parâmetros fixados pela portaria nº 518 do MS: ferro, cor aparente, turbidez, nitrato, nitrito, amônia e fluoreto (flúor).

MATERIAL E MÉTODOS

No período de 2005 a 2008, foram coletadas 1759 amostras de águas, sendo 1356 de poços e 403 de minas de 100 municípios do Estado de São Paulo, incluindo a capital. As metodologias aplicadas para estas determinações foram: espectrofotometria de absorção atômica para ferro; espectrofotometria UV/VIS para nitrato, nitrito e amônia; turbidimetria para turbidez; nefelometria para cor; potenciometria para determinação de fluoreto. Os métodos utilizados estão descritos no livro de Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz³. A avaliação do aspecto, e da presença de depósito nas amostras foi realizada por observação visual.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos nas análises das águas de poços e minas do Estado de São Paulo no período 2005-2008 estão apresentados na Tabela 1. Nesta tabela estão os valores máximos permitidos pela portaria nº 518 do Ministério da Saúde (MS) para os parâmetros avaliados: fluoreto, nitrato, nitrito, amônia, cor aparente, ferro e turbidez. Os resultados estão expressos em termos de porcentagens das amostras em desacordo com a mesma portaria.

O aspecto e a presença de depósito não estão incluídos na portaria nº 518 (MS). O aspecto límpido é uma característica para a água ser considerada potável, de consumo alimentar, pela norma técnica do Estado de São Paulo, a NTA 60⁴. Neste estudo estes critérios foram observados por se tratar da avaliação inicial do próprio consumidor.

Todas amostras que apresentaram aspecto alterado apresentaram também alterações em outros parâmetros, como por exemplo: água com aspecto turvo apresentava turbidez alterada, aspecto opalino apresentava ferro ou cor acima do VMP. Todas as amostras que apresentaram depósito também apresentaram turbidez e ferro acima do VMP.

Segundo a Tabela 1, o parâmetro com maior porcentagem de amostras em desacordo com a legislação é nitrato, chegando a atingir 15% em 2008, nas amostras de poços. O mesmo parâmetro se mostrou ainda mais crítico nas amostras de minas, também em 2008, quando ultrapassou os 30%.

O nitrato é tóxico aos seres humanos e se ingerido em excesso pode provocar a metahemoglobinemia infantil mais conhecida por “doença do sangue azul” dos bebês, onde é reduzido no organismo o nitrito, que por sua vez compete com o ferro pelo oxigênio livre na corrente sanguínea. Quando o nitrito está presente na água e é ingerido, este processo é ainda mais rápido. O nitrato também pode ser transformado em nitrosaminas e nitrosamidas, ambas carcinogênicas⁵. O valor máximo permitido para este

contaminante é 10mg/L¹ e sua presença, bem como a do nitrito e da amônia, sugerem condições higiênicas sanitárias insatisfatórias. Sabe-se que em muitas regiões isto pode significar que a quantidade de matéria orgânica na água aumentou, o que é um indício de poluição ou provável degradação ambiental⁶. Efluentes de indústrias químicas, siderúrgicas, farmacêuticas, alimentícias, frigoríficos e matadouros podem contribuir com descargas de nitrogênio, orgânico e amoniacal⁶. A própria atmosfera também pode ser uma fonte de nitrogênio (como nitrato/nitrito/amônia) em função da biofixação desempenhada por bactérias e algas, que incorporam o nitrogênio em seus tecidos. Nas áreas agrícolas, pode haver escoamento das águas pluviais pelos solos fertilizados, e, nas áreas urbanas, as águas pluviais podem carregar alguma fonte de nitrogênio relacionada à deficiência de limpeza pública⁶.

Com relação às minas, a presença destes contaminantes nitrogenados pode ser devida à própria natureza da água superficial que tem maior exposição aos contaminantes externos. Nitrato, nitrito ou amônia, são considerados nutrientes nas águas naturais podendo concorrer para a eutrofização do meio e grandes quantidades de algas também prejudicam o sistema de abastecimento público⁶. A amônia, que é tóxica aos peixes, consome o oxigênio dissolvido na água ao ser oxidada biologicamente⁶, este presente nas amostras de poços e de minas em valores inferiores a 1,1%. Isto já era esperado, pois ele se oxida rapidamente a nitrito, e este, a nitrato, ou é adsorvida pelas partículas do solo. Alaburda e Nishihara⁷ avaliaram compostos de nitrogênio em amostras de águas de poços da região metropolitana de São Paulo em 1998 e observaram que 4% delas apresentavam valores acima de 10mg/L. Não há muitos dados na literatura e não se pode afirmar se 2008 foi um ano atípico ou se trata de uma tendência que indica uma degradação ambiental. O monitoramento contínuo das águas de minas e poços é importante, uma vez que se observou um aumento nos teores de nitrato em água, que é um indício de contaminação ambiental, e um aumento das doenças de veiculação hídrica.

Tabela 1. Porcentagem de amostras de águas de poços e minas com aspecto alterado, presença de depósito e em desacordo com parâmetros da portaria nº 518, no período de 2005 a 2008

Parâmetros avaliados	VMP(1)	2005		2006		2007		2008		Média dos anos	
		poços	mina	poços	minas	poços	minas	poços	minas	poços	minas
		%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Fluoreto	1,5 mg/L	1,0	0,6	0,6	0,0	1,0	0,0	1,1	0,2		
Nitrato (como N)	10 mg/L	7,7	7,1	10,9	10,2	15,3	32,1	10,8	14,5		
Nitrito (como N)	1 mg/L	0,2	0,0	0,6	2,0	0,5	1,8	0,3	0,9		
Amônia (como NH ₃)	1,5 mg/L	0,6	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,4		
Cor aparente	15 uH(2)	7,3	11,6	7,0	5,1	7,4	3,6	7,5	9,6		
Ferro	0,3 mg/L	8,3	9,7	8,5	6,1	8,4	7,1	8,5	7,0		
Turbidez	5 UT	5,6	7,7	7,6	7,1	4,0	3,6	5,0	5,2		
Aspecto(3)	límpido(3)	4,0	5,8	2,6	2,0	1,5	3,6	2,4	1,0		
Depósito(3)	ausência(3)	1,8	3,9	1,8	2,0	0,0	0,0	3,6	1,5		

(1) Valor Máximo Permitido, fonte: Portaria nº 518 do Ministério da Saúde (MS).; (2) Unidade Hazen (mg Pt-Co/L); (3)

parâmetros não incluídos na Portaria nº518 do Ministério da Saúde (MS)

Os parâmetros cor e turbidez são indicativos da presença de sólidos dissolvidos em suspensão ou material em estado coloidal, sejam eles orgânicos ou inorgânicos (areia, argila); porém muitas vezes eles podem estar relacionados com a elevada concentração de ferro. Segundo os dados da Tabela 1, o ferro esteve presente em valores acima do permitido em cerca de 8,5% das amostras de águas de poços avaliadas, sendo que, no decorrer dos anos, a variação foi de 8,3 a 8,8%. Observou-se que, das 115 amostras com ferro acima do máximo permitido, 33 delas, cerca de 29%, também apresentaram cor e turbidez em valores superiores aos da legislação. O ferro pode ser proveniente tanto da má condição da bomba do poço (encanamento enferrujado), ou mesmo da própria natureza das rochas, com a sua dissolução pelo gás carbônico da água. Com relação às amostras de águas de minas, 7% em média apresentaram valores superiores ao estabelecido pela legislação, mas este percentual não teve qualquer correlação com os dados de cor e turbidez. Nas águas superficiais o ferro pode ocorrer com a erosão das margens ou ainda ser produto dos efluentes industriais da região². A cor na água, neste caso, gera um impacto, estético, pode provocar manchas nas roupas e utensílios⁶, alterar o sabor da mesma e trazer problemas como depósitos em tubulações². O consumo excessivo de ferro pode causar uma doença chamada hemocromatose, que se caracteriza pelo depósito deste metal nos tecidos de órgãos como fígado, pâncreas, coração e hipófise⁶, e a sua presença pode favorecer o desenvolvimento das ferro bactéria, que não são prejudiciais à saúde mas dão cor e odor à água. Desta forma, sua determinação é essencial e o seu valor máximo permitido na Portaria nº 518 é 0,3mg/L. Catorze amostras de águas de poços, cerca de 1% do total avaliado, apresentaram flúor em quantidade superior à permitida, que é de 1,5 mg/L. O flúor nestas amostras variou na faixa entre 1,77 a 18,0 mg/L, sendo que as duas das amostras que apresentaram os valores mais elevados, 13,7 e 18,0 mg/L foram provenientes da capital. Leva-se a crer que neste caso não é provável a presença natural de flúor e sim uma contaminação particular. Apenas uma amostra de água de mina apresentou flúor acima do valor permitido, 2,43 mg/L. O flúor pode estar presente naturalmente na água devido à presença de cristais de fluoreto nas rochas subterrâneas ou pode ser proveniente dos efluentes das indústrias de vidro e de fios condutores de eletricidade que descartam fluoretos². A presença de flúor deve ser rigorosamente controlada, pois tanto seu excesso como sua falta podem ser prejudiciais à saúde. Sua falta está relacionada à cárie dental⁸ e seu excesso pode causar entre outros a fluorose dentária (manchas esbranquiçadas nos dentes) e pode também ser um dos fatores que provocam a gengivite e a fluorose do esqueleto⁸. O fator protetor do flúor começa com uma concentração mínima de 0,5mg/L e vai até o máximo de 2,0. Entretanto, foi observado que numa concentração entre 0,9 e 1,2 mg/L, dependendo da quantidade de água ingerida, da exposição à outras fontes de flúor, já se pode observar uma leve fluorose dentária⁹. Fluorose do esqueleto pode ser observada quando a água de consumo apresenta de 3 a 6 mg de fluoreto por litro, principalmente quando o consumo desta água é alto⁹. Nas águas de poços e minas o valor máximo permitido é de 1,5mg/L, que também é o valor máximo recomendado pela Organização Mundial da Saúde. Acredita-se que concentrações acima deste valor aumentem o risco de fluorose dentária⁹. Em muitas regiões onde a população não tem acesso à água de abastecimento público tratada, a água utilizada é proveniente de minas e poços. Estas águas geralmente apresentam características físicas perfeitamente compatíveis com os padrões de potabilidade devido à ação de filtração lenta através das camadas permeáveis do solo; apresentam baixos teores de cor e turbidez, não sendo necessário sofrer processos de tratamento¹⁰. São isentas também de bactérias normalmente encontradas em águas superficiais, a não ser que o lençol esteja próximo de

alguma fonte poluidora¹⁰. Considerando os resultados levantados neste estudo, torna-se evidente a importância do monitoramento da qualidade destas águas para um consumo seguro.

REFERÊNCIAS

1. Ministério da Saúde. Portaria nº 518, de 25 de março de 2004. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativas ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade e dá outras providências. Diário Oficial da União. 26 mar 2004; Seção 1: 266.
2. Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo. SABESP Ensina. Intermediário. Poços Artesianos.[internet]. [acesso em 02/12/2009] Disponível em: (<http://www.sabesp.com.br/CalandraWeb/CalandraRedirect/?temp=4&proj=sabesp&pub=T&db=&docid=525EF64B81536513832571C6006B651E>).
3. Zenebon O, Pascuet NS, coordenadores. Métodos físico-químicos para análises de alimentos, 4ed, Brasília: Ministério da Saúde; 2005.
4. São Paulo. Decreto Estadual nº 12486 de 20 out 1978. Aprova normas técnicas especiais relativas a alimentos e bebidas. Norma Técnica Alimentar 60 Águas de consumo alimentar. Diário Oficial do Estado de São Paulo. 21 out 1978; Seção 1: 29.
5. Alaburda J, Nishihara L. Presença de compostos de nitrogênio em águas de poços. Rev Saúde Pub. 1998; 32(2):160-5.
6. Companhia Estadual de Tecnologia e Saneamento Ambiental. Qualidade das águas interiores no Estado de São Paulo. Apêndice A. Significado Ambiental e Sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem. São Paulo: CETESB; 2008.
7. Batalha BHL, Parlatore AC, editores. Controle da qualidade da água para consumo humano. Bases Conceituais e operacionais. São Paulo: CETESB; 1993.
8. Fawell J, Bailey K, Chilton J, Dahi E, Fewtrell L, Magara Y, editors. Fluoride in Drinking-water. World Health Organization/ WHO Drinking-water Quality Series. London: World Health Organization; 2006.
9. Moore JW. Inorganic Contaminants of Surface Water. Research and Monitoring Priorities. New York: Springer-Verlag; 1991.

Disponível em:

https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKewipwuSB0e_sAhVZF7kGHWijBU_MQFjIAegQIBRAC&url=http%3A%2F%2Fperiodicos.ses.sp.bvs.br%2Fpdf%2Fria1%2Fv69n2%2Fv69n2a13.pdf&usq=AOvVaw3MsbbJI03K5TXK4TX6BG4K

Após as apresentações, realizar uma socialização, em círculo, para que ocorra a sistematização coletiva dos conhecimentos.

Avaliação: Será avaliado a postura, a participação e o engajamento dos estudantes.

➔ Orientações diante de uma aula à distância

Essa aula poderá ser trabalhada também de forma virtual, o professor poderá conduzir alterando algumas etapas da aula. No primeiro momento, pode-se apresentar dois copos para os alunos, um somente com água e o outro copo com água e sal e fazer o seguinte questionamento aos alunos:

- Qual a diferença entre esses dois copos e como podemos explicar se esta água do copo é própria para o consumo?

Os alunos deverão levantar suas hipóteses para responder a pergunta. Para isso, os alunos anotarão suas idéias no caderno de biologia.

Dar seguimento à aula explicando aos alunos o que tem nos copos.

Enfatizar que esta atividade visa fazer com que eles compreendam que não é possível consumir a água levando em consideração apenas a sua aparência.

Após o levantamento de hipóteses sobre a qualidade da água, os alunos trabalharão os artigos científicos citados. Serão formados grupos e distribuído um artigo por grupo. Poderá ser utilizada uma dinâmica adaptada de forma online, denominada **Phillip 66**, cujo nome se inspira em seu criador J.D. Phillips. O complemento '66' corresponde ao número de pessoas em cada grupo de discussão formado (arranjos de 6 integrantes).

A dinâmica segue a seguinte estrutura:

1. Grupo maior é dividido em grupos menores de seis pessoas;
2. Após divisão, o facilitador apresenta o tema para discussão (um artigo para cada grupo), sem interações intergrupais. Os integrantes terão 6 minutos para alcançar os resultados;
3. Concluído o tempo de discussão, cada integrante receberá um número (definido no intervalo de 1 a 6). Aqueles que receberem o número 1 irão compor um novo grupo. Os demais grupos se formarão empregando a mesma lógica.
4. Cada grupo, tratará de discutir o mesmo tema (principais ideias de cada artigo), definindo-se o tempo de 6 minutos.
5. Ao término do tempo, cada grupo elegerá um representante que apresentará suas conclusões.

Nos ambientes virtuais, a aplicação da técnica pode se viabilizada por meio de fóruns, com a mediação do professor.

6ª e 7ª aula

Atividade lúdica - Jogo – água e sustentabilidade

Introdução: Após a sistematização das idéias apresentadas nas aulas anteriores é apresentado o jogo – água e sustentabilidade. Este é um jogo que dinamiza o estudo de forma divertida, levando o aluno a desenvolver seus conhecimento sobre a água.

Estratégia aplicada: Atividade lúdica - Jogo

Recursos Didáticos: Tabuleiro e cartelas impressas (disponível em: <<http://dspace.ana.gov.br/conhecerh/handle/ana/290>>), um dado que também poderá ser confeccionado e marcadores para identificar cada equipe.

Metodologia: O jogo é composto por um tabuleiro contendo uma trilha, totalizando quarenta e nove casas, cinquenta e quatro cartas-perguntas, divididas em quatro grupos com cores diferentes, sinalizando os níveis de dificuldade de cada pergunta. O jogo pode ser disputado por dois a quatro jogadores e ter o professor como mediador da atividade. Para vencer a partida, é necessário percorrer todo o tabuleiro, respondendo corretamente às perguntas.

Como jogar:

Para melhor dinâmica, a turma deve ser dividida em quatro equipes, escolhendo um representante para cada, que sorteia a ordem do jogo pelo lançamento do dado. O professor deve atuar como mediador da atividade;

- Após definida a ordem, cada representante escolhe o seu peão;
- O representante do primeiro grupo lança o dado, anda o número de casas correspondentes e responde a uma pergunta da mesma cor, lida pelo mediador;
- Errando a resposta, fica no mesmo lugar e a vez passa para a equipe seguinte;
- Acertando a resposta, a equipe avança uma casa e a vez passa para a equipe seguinte;
- Vence a partida a equipe que obtiver (no lançamento do dado) o número exato de casas necessárias para alcançar a chegada.

Avaliação: A avaliação deve acontecer durante todo o processo, considerando a participação, o desempenho e a colaboração dos alunos.

Orientações diante de uma aula à distância

Este jogo pode ser substituído por um formulário online, como o *Google Forms*, utilizando as mesmas perguntas presente no jogo.

Link de acesso a vídeos com o passo a passo para criação de formulários online:

- ***Google Forms: Passo-a-passo para Criar Formulários Online***
https://www.youtube.com/watch?v=Np6Et_r6ak4
- ***Tutorial Google Forms (Formulários Online)***. Passo a passo para fazer provas, questionários, etc.

<<https://www.youtube.com/watch?v=ETvFEnKg7w0&list=RDCMUC4YgHIDSdCr>

8ª aula

Fechando o trabalho...

Para finalizar este trabalho os alunos elaborarão um relatório de suas impressões e observações com este conjunto de atividades. É importante expor as ideias que exprimem a aceitação ou refutação das hipóteses apresentadas, sobre a possibilidade de consumo da água no copo.

Referências

ANA - Agência nacional de Águas. Ministério do Meio Ambiente. Catálogo de materiais didáticos com o tema água para a educação básica. Brasília – DF. 2018. Disponível ≤ <http://dspace.ana.gov.br/conhecerh/handle/ana/290>>. Acesso em: 30 jun. 2020.

BACCI, Denise Corte; PATACA, Ermelinda Moutinho. Educação para a água. **Instituto de Estudos Avançados da USP**, n. 22. p. 63, 2008. Disponível em: <<http://periodicos.usp.br/eav/article/view/10302/11957>>. Acesso em: 01 out. 2020. DOI - <https://doi.org/10.1590/S0103-40142008000200014>

BRASIL. Ministério de Educação. **Consumo sustentável**: Manual de educação. Brasília: ConsumersInternational/ MMA/ MEC/IDEC, 2005. 160 p. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/dmdocuments/publicacao8.pdf>>. Acesso em: 19 jul. 2020.

LOUREIRO, Carlos Frederico; LAYRARGUES, Philippe Pomier; (Org.). **Educação ambiental**: repensando o espaço da cidadania. 5 ed. São Paulo: Cortez, 2011.

Diante da atual situação pandêmica (COVID-19), não foi possível a aplicação da sequência didática em sala de aula. Durante o desenvolvimento deste projeto, houve interrupção das aulas presenciais nas escolas mineiras, devido a pandemia. Depois de dois meses de interrupção total das aulas, houve uma retomada do ensino de forma remota. O governo de Minas Gerais optou pela elaboração de Planos de Ensino Tutorado – PET, visando à manutenção do processo ensino e aprendizagem e da rotina de estudo dos estudantes. São constituídos por atividades semanais que devem ser realizadas pelo aluno e enviado ao

professor da disciplina, por meios digitais. Para aqueles que não tem acesso à internet, a escola fornece o material impresso ao aluno e este depois de um período estipulado devolve a escola para registro. Então, as atividades seguem um roteiro pré-estabelecido, impossibilitando no momento a inserção de projetos ou atividades complementares fora desse roteiro. Assim, não foi possível a aplicação desta sequência didática nem mesmo de forma adaptada. Contudo, tentativas foram feitas no intuito dos alunos terem acesso aos planos de aula da sequência didática, como a elaboração de um formulário online com a sequência didática e questões para que os alunos avaliassem a viabilidade dessa sequência. No entanto, as amostras obtidas foram insuficientes para a realização de uma análise dessa avaliação dos estudantes.

5.4 Formulário para a avaliação da sequência didática

FORMULÁRIO ON-LINE PARA AVALIAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Caros alunos, essa atividade faz parte da minha prática acadêmica como aluna do PROFBIO – Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional - Universidade de Brasília - UnB, orientada pelo Prof. Dr. Umberto Euzebio.

Solicito a vocês que leiam a sequência didática no link abaixo e logo depois, respondam as perguntas que seguem nesse formulário e para finalizar, clique em ENVIAR. Agradeço imensamente a participação de vocês.

Professora Patrícia Medeiros da Silva

https://drive.google.com/file/d/1IYnnum_QtbDgXNsFIa4aP5idl9sGIBZg/view?usp=sharing

1) Qual série você está cursando?

2ª série do Ensino Médio

3ª série do Ensino Médio

2) Diante da sequência de aulas apresentadas, como você acredita que pode colaborar na sua vida diária, se essas aulas fossem aplicadas na sua turma?

3) Como estudante, o que você acha sobre as aulas envolvendo jogos e aulas práticas?

4) Qual a sua sugestão para que essas aulas apresentadas se tornem melhores e mais atraentes para serem aplicadas a sua turma?

Foram obtidas apenas seis participações nesse formulário online. Também foi enviado via rede social, nos grupos de estudo, para cada respectiva turma. Dessas respostas, a maioria

afirmou a viabilidade e interesse em participar das aulas referentes a sequência didática apresentada.

Diante da pouca participação dos estudantes na avaliação da sequência didática e da impossibilidade de aplicá-la da forma que foi direcionada, buscou-se fazer uma reformulação desta sequência, permitindo uma flexibilização do professor em aplicar as atividades também em momentos que dificultem a presença física do professor e dos alunos em sala de aula.

6. CONCLUSÃO

O letramento científico é alcançado quando se consegue estabelecer critérios para aplicar conhecimentos científicos na resolução de problemas do cotidiano. A promoção do letramento científico de alunos do Ensino Médio da Escola Estadual “João Guimarães Rosa”, a partir da temática – água para o consumo humano, está em processo de construção, tendo em vista a aplicação parcial das atividades propostas, diante da impossibilidade de aplicação da sequência didática desenvolvida. O fato de ter iniciado o debate de questões como a qualidade da água que consomem, a origem, os possíveis processos de tratamento da água e o descarte de resíduos domésticos, despertaram o interesse e aguçaram a curiosidade dos alunos diante de situações do seu cotidiano.

A elaboração da sequência foi realizada conforme a necessidade e possibilidade no presente momento, marcado por uma pandemia. Foram desenvolvidas etapas ligadas entre si para tornar o processo de aprendizagem mais eficiente e sanar as dificuldades identificadas no questionário inicial, aplicado aos alunos. Foram necessárias adaptações e reformulações da sequência didática para que a mesma atendesse os objetivos propostos em uma nova realidade que surgiu no decorrer do desenvolvimento desta, perante uma situação pandêmica (COVID-19).

Assim, diante de todo percurso desenvolvido, houve contribuição para a aprendizagem dos estudantes, considerando a promoção e o estímulo aos estudantes a refletirem sobre as questões presentes no seu dia a dia.

REFERÊNCIAS

ALMOULOU, Saddo Ag; COUTINHO, Cileda Queiroz e Silva. Engenharia Didática: características e seus usos em trabalhos apresentados no GT-19/ANPEd. **REVEMAT: Revista Eletrônica de Educação Matemática**, Florianópolis, SC, v. 3, p. 62-77, 2008. DOI - <https://doi.org/10.5007/1981-1322.2008v3n1p62>

APOITIA, Lílian Fátima Moura. **Caracterização preliminar do quimismo das águas subterrâneas em Cuiabá - MT**. 2003. 130 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Departamento de Geologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.

AULER, Décio. Enfoque ciência-tecnologia-sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. **Revista Ciência e Ensino**, v. 1, n. especial, p. 01 – 20, 2007. Disponível em: <http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=rcen&cod=_enfoqueciencia-tecnologia> Acesso em: 29 out. de 2020.

AZEVEDO, Paula Schmidt; PEREIRA, Felipe Welson Leal; PAIVA, Alberto Paiva. Água, hidratação e saúde. **Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição**, 2016. Disponível em: <sban.cloudpaine.com.br/source/Agua-HidrataAAo-e-SaAde_Nestle.pdf>. Acesso em: 14 mar. 2019.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.

BARROS, Jorge Gomes Cravo. Origem, distribuição e preservação da água no planeta terra. **Revista GT Águas**, v. 6, n. 11, fev. 2010. Disponível em: <<http://revistadasaguas.pgr.mpf.gov.br/edicoes-da-revista/edicao-atual/materias/origem-distribuicao-e-preservacao-da-agua-no-planeta-terra>> Acesso em: 20 ago. de 2019.

BIZZO, Nélio Marcos. **Ciências: fácil ou difícil**. São Paulo: Ed. Ática, 1998. 144p.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular - BNCC**. Ministério da educação, 2018b. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wp-content/uploads/2018/04/BNCC_EnsinoMedio_embaixa_site.pdf>. Acesso em: 07 ago. 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Secretaria de Vigilância em Saúde**. Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. – Brasília: Ministério da Saúde, 2015.

BRASIL, CONAMA. **Resolução nº 274 de 29 de novembro de 2000**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/pot/conama/res/res00/res27400.html>. Acesso em: 07 maio 2020.

BRASIL. IBGE. **Censo demográfico**, 2015. Disponível em: <<https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2015/>> Acesso em: 20 jun. 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Resolução de Diretoria Colegiada nº 216, 15 de setembro de 2004. Disponível em: <<http://elegis.bvs.br/leisref/public/showAct.php?id=12546>> Acesso em: 20 ago. 2019.

BRASIL. **Conselho Nacional de Educação (CNE)**. Resolução CNE/CEB nº 2 de 30 de janeiro de 2012. Define Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Brasília, DF, 19 fev. de 2012. Disponível em <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=17417&Itemid=866>. Acesso em: 02 abril 2020.

CARDOSO, Ryzia Cassia Vieira; SOUZA, Eva Vilma Araújo; SANTOS, Patrícia Quadros. Unidades de alimentação e nutrição nos campi da Universidade Federal da Bahia: Um estudo sob a perspectiva de alimento seguro. **Ver Nutr**, v. 18, n 5; p. 669-680, 2001. DOI - <https://doi.org/10.1590/s1415-52732005000500010>

CARDOSO, Ryzia Cassia Vieira. Qualidade da água utilizada em escolas atendidas pelo Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE), em Salvador-BA. **Rev Inst Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 66, n. 3, p. 287-291, 2007.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa. O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. **Ensino de ciências por investigação**. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

CHASSOT, Attico. Alfabetização Científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**. n. 22, jan – abr., p. 89-100, 2003. Disponível em:<<http://www.scielo.br/pdf/rbedu/n22/n22a09>>. Acesso em: 10 abril de 2020. DOI - <https://doi.org/10.1590/S1413-24782003000100009>.

CUNHA, Luis Veiga.; GONÇALVES, Antôno Santos; FIGUEIREDO, Vitor Alves.; LINO, Mario Correia. **A gestão da água**: princípios fundamentais e sua aplicação em Portugal. Lisboa: Fundação Calauste Gulbenkian, 1980.

DEMO, Pedro. **Educação e alfabetização científica**. Papyrus, 2010.

DIAS, Priscila. Franco. **O tema água no ensino de ciências**: uma proposta didático pedagógica elaborada com base nos três momentos pedagógicos. 2016. 141 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2016.

FOUREZ, Gerard. “Crise no Ensino de Ciências?”, **Investigações em Ensino de Ciências**, v.8, n. 2, 2003. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID99/v8_n2_a2003.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2020.

FRANCO, Maria Laura Puglisi Barbosa. **Análise de conteúdo**. 2 ed. Brasília: Liber Livro Editora, 2005.

GERMANO, Pedro Manuel Leal; GERMANO, Maria Izabel Simões. A água: um problema de segurança nacional. **Hig Aliment**. v. 15, n. 90/91, p. 15-18, 2001. <<http://www.fiocruz.br/bibsp/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?tpl=home>> Acesso em: 20 fev. 2020.

GIOMBELLI, Audecir; RECH, Helenice; TORRES, Vlademir Stolzemberg. Qualidade microbiológica da água proveniente de poços e fontes de dois municípios da Região do Alto Uruguai Catarinense. **Hig Aliment.** v. 12, n. 56, p. 49-51, 1998.

KLEIMAN, Angela. **Preciso “ensinar” o letramento? Não basta ensinar a ler e escrever?** Campinas: Cefiel – Unicamp; MEC, 2005. 60 p.

KRASILCHIK, Myriam. Ensino de ciências e a formação do cidadão. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos. Em Aberto**, Brasília, n. 40, p. 55-60, 1988. Disponível em: <<http://www.emaberto.inep.gov.br/>>. Acesso em: 19 jun. 2020.

KRASILCHIK, Myriam. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. **Em Perspectiva**. São Paulo, vol.14, n.1, p.85-93, 2000. DOI - <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-88392000000100010>.

KRASILCHIK, Myriam; MARANDINO, Martha. **Ensino de ciências e cidadania**. São Paulo: Moderna, 2004.

MARANDINO, Martha; SELLES, Sandra Escovedo; FERREIRA, Marcia Serra. **Ensino de biologia: histórias e práticas em diferentes espaços educativos**. São Paulo: Cortez, 2009. (Coleção Docência em Formação - Série Ensino Médio).

MARTINS, Heloisa Helena T. De S. Metodologia Qualitativa de Pesquisa. **Revista Educação e Pesquisa**. São Paulo, v. 30, n. 2, p. 289-300, maio/ago. 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_issuetoc&pid=1517-970220040002&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 19 maio 2020. DOI - <https://doi.org/10.1590/s1517-97022004000200007>

MORAES, Roque; GALIAZZI, Maria Carmo. Análise textual discursiva: processo constitutivo de múltiplas faces. **Ciência & Educação**, São Paulo, v.12, n.1, p. 118, abr. 2006.

MORTIMER, Eduardo Fleury. Uma agenda para a pesquisa em educação em ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. Faculdade de Educação da UFMG, 2002. Disponível em: <revistas.if.usp.br>. Acesso em: 02 mar. 2020.

NASCIMENTO, Tuliana Euzébio; COUTINHO Cadidja. Metodologias ativas de aprendizagem e ensino de Ciências. **Multiciência online**, p.17, 2016. Disponível em: <<http://urisantiago.br/multicienciaonline/?daf=numero&id=30> > Acesso em: 14 ago. 2019.

NEWMAN, Jane L.; DANTZLER, John; COLEMAN, April. Ciência em ação: como alunos do ensino médio estão mudando seu mundo através STEM projetos de serviço-learning. **Eric**, v. 54, n.1, p. 47-54, 2015. DOI – <https://doi.org/10.1080/00405841.2015.977661>

OLIVEIRA, Talita.; BIAR, Liana A. Letramento (s), relações étnico-raciais e a iniciação científica para o ensino médio: a relação entre a produção de conhecimento e a transformação do espaço escolar. **Revista da Associação Brasileira de Pesquisadores/as Negros/as (ABPN)**, v. 7, n.17, p. 82-101, 2015. Disponível em: <<http://www.abpnrevista.org.br/revista/index.php/revistaabpn1/article/view/73>>. Acesso em

19 nov. 2018.

PAIS, Luiz Carlos. **Didática da matemática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2002.

PISA. BRASIL. **Relatório preliminar do PISA 2006**. Disponível em: <http://www.portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&task....> Acesso em: 02 maio 2020.

PISA. BRASIL. **Relatório preliminar do PISA 2009**. Disponível em: <http://www.portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&task....> Acesso em: 02 maio 2020.

PISA. BRASIL. **Relatório preliminar do PISA 2012**. Disponível em: <http://www.portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&task....> Acesso em: 02 maio 2020.

PISA. BRASIL. **Relatório preliminar do PISA 2015**. Disponível em: <http://www.portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&task....> Acesso em: 02 maio 2020.

PISA. BRASIL. **Relatório preliminar do PISA 2018**. Disponível em: <http://www.portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&task....> Acesso em: 02 maio 2020.

REBOUÇAS, Aldo Cunha (Org.). **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 2. ed. rev. São Paulo: Escrituras, 2002.

REETZ, Emilene Fehn. **Avaliação quali-quantitativa dos recursos hídricos superficiais na bacia hidrográfica do Campus da Universidade Federal de Santa Maria**. 2002. 121 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, 2002.

ROSA, Paulo Ricardo Silva. **Instrumentação para o ensino de ciências**. Campo Grande: Editora da UFMS, 2010.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira. Educação Científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, vol. 12, n. 36. 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbedu/v12n36/a07v1236.pdf>>. Acesso em: 05 fev. 2020. DOI – <https://doi.org/10.1590/S1413-24782007000300007>.

SILVEIRA, Rosemari Monteiro Castilho Foggiatto; BAZZO, Walter. Ciência, tecnologia e suas relações sociais: a percepção de geradores de tecnologia e suas implicações na educação tecnológica. **Ciênc. educ. (Bauru)** [online]. v.15, n. 3, p. 681-694, 2009. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1516-73132009000300014>>. Acesso em: 30 jun. 2020.

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Ana Maria Pessoa. Almejando a Alfabetização Científica no ensino fundamental: A proposição e a procura de indicadores do processo. **Revista Investigações me Ensino de Ciências**, v. 13, n.3, p. 333 – 352. Rio, 2008. Disponível em: <www.if.ufrgs.br/ienci/?go=artigos&idEdicao=41>. Acesso em: 15 mar. 2020.

SOARES, Magda. **Alfabetização e letramento**. São Paulo: Contexto, 2008.

SOARES, Magda. **Letramento: um tema em três gêneros**. Belo Horizonte: Autêntica, 2ª ed., 2004.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira; MORTIMER, Eduardo Fleury. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. **Revista Ciência e Educação**. Bauru, v.7, n 1, p. 95–111, 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v7n1/07.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2020. DOI- <https://doi.org/10.1590/S1516-73132001000100007>

SILVA, Karolina Martins Almeida. **Abordagem CTS no ensino médio: um estudo de caso da prática pedagógica de professores de Biologia**. 2010. 161 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2010. Disponível em: <http://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tde/401>. Acesso em: 20 out. 2020.

SOUZA, Tadeu Teixeira de. "**O letramento científico e práticas dos professores de biologia do ensino médio**". 2015. 137 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Exatas) Universidade do Vale do Taquari - Univates, Lajeado, jan. 2015. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10737/801>>

TEIXEIRA, Jonny Nelson. **Categorização do nível de letramento científico dos alunos de Ensino Médio**. 2007. 139 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biociências e Faculdade de Educação, **Universidade de São Paulo**. São Paulo, 2007. Disponível em <www.teses.usp.br/disponiveis/81/.../Janny_Nelson_Teixeira.pdf>. Acesso em: 12 jun. 2020.

TOMAZELLO, Maria Guiomar Carneiro. O movimento ciência, tecnologia, sociedade – ambiente na educação em ciências. SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CIÊNCIAS, TECNOLOGIA E AMBIENTE, I, 2009, Paraná. **Anais do I Seminário Internacional de Ciência, Tecnologia e Ambiente**. Cascavel – Paraná: UNIOESTE, 2009.

TUNDISI, José Galizia. **Água no século XXI: enfrentando a escassez**. 2. ed. São Carlos: RIMA, 2003.

VILELA-RIBEIRO, Eveline Borges; COSTA, Lorenna Silva Oliveira; LIMA-RIBEIRO, Matheus Souza; BENITE, Anna Maria Canavarro. O Ensino de ciências no contexto das transformações contemporâneas. **Revista Didática Sistêmica**, v.8. Universidade Federal do Rio Grande – FURG, 2008. Disponível em: <www.seer.furg.br>. Acesso em: 19 jun. 2020.

ZABALA, Antoni. A prática educativa: como ensinar. Porto Alegre: **Artmed**, 1998.

APÊNDICE A - Questionário - Estudo da qualidade da água para o letramento científico em escola do campo em João Pinheiro – MG

QUESTIONÁRIO

Referente ao projeto de pesquisa - **Estudo da qualidade da água para o letramento científico em escola do campo em João Pinheiro - MG**. Professora pesquisadora Patrícia Medeiros da Silva - Universidade de Brasília – UNB.

Entrevistado: _____

Endereço: _____

Série/Turma: _____ Data de aplicação: __/__/__

1. Quantas pessoas compõem o grupo familiar?
() 1 () 2 () 3 () 4 () 5 () 6 ou mais pessoas
2. A família reside em casa
() Própria () Alugada () Emprestada
3. A água consumida na residência é:
() Encanada do poço artesiano da comunidade
() de poço artesiano na própria residência
() de cisterna
() Outra fonte, qual (is): _____
4. Possui sistema de armazenamento de água?
() Não () Sim, qual (is): _____
5. Qual o tipo de tratamento de água de água utilizado na sua residência?
() *In Natura*
() Fervura
() Cloração
() Outros, qual (is): _____
6. Você considera importante estudar sobre a água? Justifique.
7. Você se recorda de ter estudado sobre a água na escola? Em caso afirmativo, quais assuntos sobre a água foram estudados?
8. Qual sua opinião sobre a água que você consome? Aponte alguma informação adicional sobre a água que você consome e não foi abordada nesse questionário.

APÊNDICE B – Termo de consentimento livre e esclarecido – TCLE

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE

Você está sendo convidado(a) para participar, como voluntário(a), de uma pesquisa. Meu nome é **Patrícia Medeiros da Silva**, sou o pesquisador responsável e minha área de atuação é **Mestrado em Ensino de Biologia**. Após receber os esclarecimentos e as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável. Em caso de recusa, você não será penalizado(a) de forma alguma.

Se tiver qualquer dúvida em relação à pesquisa, por favor telefone para: Patrícia Medeiros da Silva, na Escola Estadual João Guimarães Rosa, no telefone (38) 35645058, pelo e-mail patricia.msbio@gmail.com ou ligação em qualquer horário para contato com o pesquisador, disponível inclusive para ligação a cobrar, no telefone (38)9 99829860.

Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências da Saúde (CEP/FS) da Universidade de Brasília. O CEP é composto por profissionais de diferentes áreas cuja função é defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos. As dúvidas com relação à assinatura do TCLE ou os direitos do participante da pesquisa podem ser esclarecidos pelo telefone (61) 3107-1947 ou do e-mail cepfs@unb.br ou cepfsunb@gmail.com, horário de atendimento de 10:00hs às 12:00hs e de 13:30hs às 15:30hs, de segunda a sexta-feira. O CEP/FS se localiza na Faculdade de Ciências da Saúde, Campus Universitário Darcy Ribeiro, Universidade de Brasília, Asa Norte.

INFORMAÇÕES IMPORTANTES SOBRE A PESQUISA

A pesquisa intitula-se: Estudo da qualidade da água para o letramento científico em escola do campo em João Pinheiro - MG.

Esta pesquisa tem o objetivo de investigar a formação em letramento científico de alunos do Ensino Médio da Escola Estadual “João Guimarães Rosa” no município de João Pinheiro- MG, a partir da temática água, utilizando a sequência didática investigativa como método de aprendizagem, resultando na construção de um material didático atrativo que melhore o aproveitamento e aprendizagem do estudante e avaliação do impacto desse material na prática docente. O produto educacional será experimentado em aulas da disciplina de Biologia do 2º e 3º ano do Ensino Médio da Escola Estadual João Guimarães Rosa, na cidade de João Pinheiro, estado de Minas Gerais.

Sua participação de estudante consiste em responder um questionário escrito, onde o tempo estimado seja de dez minutos, sobre os usos da água e descarte de resíduos.

Os riscos previstos decorrentes da participação na pesquisa incluem riscos de origem psicológica, intelectual e/ou emocional, como possibilidade de constrangimento e desconforto ao responder o questionário e

participarem da entrevista, cansaço, gasto de tempo no decorrer da aplicação dos procedimentos e quebra de anonimato.

Para a prevenção dos riscos previstos da participação na pesquisa as seguintes medidas serão adotadas: garantia de sigilo e participação voluntária, interrupção da aplicação do questionário ou das perguntas a qualquer momento e prontamente quando solicitado pelos participantes, esclarecimento prévio sobre a pesquisa para os voluntários, garantia que as respostas serão confidenciais e aplicação dos questionários no período regular de aula não sendo necessário tempo extra para respondê-los.

Você, voluntário, pode se recusar a participar ou retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma. Sua participação é voluntária, isto é, não há pagamento por sua colaboração.

Todas as atividades do projeto estão previstas para ocorrer durante o horário regular de aula. Porém havendo necessidade de vir à escola em horário extra, as despesas que você (você e seu acompanhante, quando necessário) tiver (tiverem) relacionadas exclusivamente ao projeto de pesquisa (tais como, passagem para o local da pesquisa, alimentação no local da pesquisa) serão cobertas pelo pesquisador responsável.

Caso haja algum dano direto ou indireto decorrente de sua participação na pesquisa, você deverá buscar ser indenizado, obedecendo-se as disposições legais vigentes no Brasil.

Os resultados da pesquisa serão divulgados na Universidade de Brasília podendo ser publicados posteriormente (reforçamos que seu nome não aparecerá, sendo mantido o mais rigoroso sigilo). Os dados e materiais serão utilizados somente para esta pesquisa e ficarão sob a guarda do pesquisador por um período de cinco anos, após isso serão destruídos.

Se você aceitar participar, estará contribuindo para ampliação da utilização de recursos didáticos, no ensino e aprendizagem de Biologia, que poderá promover uma aprendizagem eficiente, de qualidade no processo educativo da Educação Básica.

Nome / assinatura

Pesquisador Responsável: Patrícia Medeiros da Silva
João Pinheiro-MG, ____ de _____ de _____.

APÊNDICE C - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido aos Responsáveis - TCLE

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido aos Responsáveis - TCLE

O menor de idade pelo qual o(a) senhor(a) é responsável está sendo convidado(a) a participar da pesquisa, como voluntário(a), de uma pesquisa “Estudo da qualidade da água para o letramento científico em escola do campo em João Pinheiro - MG”.

Meu nome é **Patrícia Medeiros da Silva**, sou o pesquisador responsável e minha área de atuação é **Mestrado em Ensino de Biologia**. Após receber os esclarecimentos e as informações a seguir, no caso de aceitar que o menor na sua responsabilidade faça parte do estudo, assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável.

Se tiver qualquer dúvida em relação à pesquisa, por favor telefone para: Patrícia Medeiros da Silva, na Escola Estadual João Guimarães Rosa, no telefone (38) 35645058, pelo e-mail patricia.msbio@gmail.com ou ligação em qualquer horário para contato com o pesquisador, disponível inclusive para ligação a cobrar, no telefone (38)9 99829860.

Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências da Saúde (CEP/FS) da Universidade de Brasília. O CEP é composto por profissionais de diferentes áreas cuja função é defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos. As dúvidas com relação à assinatura do TCLE ou os direitos do participante da pesquisa podem ser esclarecidos pelo telefone (61) 3107-1947 ou do e-mail cepfs@unb.br ou cepfsunb@gmail.com, horário de atendimento de 10:00hs às 12:00hs e de 13:30hs às 15:30hs, de segunda a sexta-feira. O CEP/FS se localiza na Faculdade de Ciências da Saúde, Campus Universitário Darcy Ribeiro, Universidade de Brasília, Asa Norte.

INFORMAÇÕES IMPORTANTES SOBRE A PESQUISA

A pesquisa intitula-se: Estudo da qualidade da água para o letramento científico em escola do campo em João Pinheiro – MG.

Esta pesquisa tem o objetivo de investigar a formação em letramento científico de alunos do Ensino Médio da Escola Estadual “João Guimarães Rosa” no município de João Pinheiro- MG, a partir da temática água, utilizando a sequência didática investigativa como método de aprendizagem, resultando na construção de um material didático atrativo que melhore o aproveitamento e aprendizagem do estudante e avaliação do impacto desse material na prática docente. O produto educacional será experimentado em aulas da disciplina de Biologia do 2º e 3º ano do Ensino Médio da Escola Estadual João Guimarães Rosa, na cidade de João Pinheiro, estado de Minas Gerais.

Caso você autorize, seu menor irá: a participação do estudante consiste em responder um questionário escrito, onde o tempo estimado seja de dez minutos, sobre usos da água e descarte de resíduos, a partir da temática água, que ocorrerá em uma aula de trinta minutos.

Os riscos previstos decorrentes da participação na pesquisa incluem riscos de origem psicológica, intelectual e/ou emocional, como possibilidade de constrangimento e desconforto ao responder o questionário e participarem da entrevista, cansaço, gasto de tempo no decorrer da aplicação dos procedimentos e quebra de anonimato.

Para a prevenção dos riscos previstos da participação na pesquisa as seguintes medidas serão adotadas: garantia de sigilo e participação voluntária, interrupção da aplicação do questionário ou das perguntas a qualquer momento e prontamente quando solicitado pelos participantes, esclarecimento prévio sobre a pesquisa para os voluntários, garantia que as respostas serão confidenciais e aplicação dos questionários no período regular de aula não sendo necessário tempo extra para respondê-los.

Todas as atividades do projeto estão previstas para ocorrer durante o horário regular de aula. Porém havendo necessidade de vir à escola em horário extra, as despesas que você (você e seu acompanhante, quando necessário) tiver (tiverem) relacionadas exclusivamente ao projeto de pesquisa (tais como, passagem para o local da pesquisa, alimentação no local da pesquisa) serão cobertas pelo pesquisador responsável.

Caso haja algum dano direto ou indireto decorrente de sua participação na pesquisa, você deverá buscar ser indenizado, obedecendo-se as disposições legais vigentes no Brasil.

Os resultados da pesquisa serão divulgados na Universidade de Brasília podendo ser publicados posteriormente (reforçamos que seu nome não aparecerá, sendo mantido o mais rigoroso sigilo). Os dados e materiais serão utilizados somente para esta pesquisa e ficarão sob a guarda do pesquisador por um período de cinco anos, após isso serão destruídos.

O(A) senhor(a) e o menor de idade pelo qual é responsável não receberão remuneração pela participação. A participação dele(a) poderá contribuir no ensino e aprendizagem de Biologia, que poderá promover uma aprendizagem eficiente, de qualidade no processo educativo da Educação Básica.

Pesquisador Responsável
Patrícia Medeiros da Silva

João Pinheiro-MG, ____ de _____ de _____

ANEXO A – Parecer do Comitê de Ética

PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Letramento científico: a água potável em escolas do campo como sequência investigativa

Pesquisador: PATRICIA MEDEIROS DA SILVA

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 17860119.0.0000.0030

Instituição Proponente: Instituto de Ciências Biológicas - UnB

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.803.524

Apresentação do Projeto:

De acordo com o projeto da Plataforma Brasil:

"Resumo: Esta pesquisa visa investigar como a temática água pode influenciar na formação científica de alunos do Ensino Médio da Escola Estadual "João Guimarães Rosa" no município de João Pinheiro-MG. O desenvolvimento desse tema água será executado em uma sequência didática investigativa. A análise da situação-problema será explorada inicialmente através de um questionário com alunos da escola para avaliar a necessidade e os pontos a serem considerados no desenvolvimento do trabalho. A partir da problematização inicial, sugere-se a construção de uma sequência didática investigativa, levando em consideração a opinião do grupo sobre as questões a resolver e os conceitos necessários para resolução desses problemas. A sequência será dividida em momentos, com atividades variadas. Segue sugestões de possíveis tópicos a serem trabalhados na sequência didática: 1 – Compreender a importância da água na natureza e qual o papel do ser humano na sua utilização e preservação. 2 – Contaminação do solo e impactos na água. 3 – Análise da água e interpretação dos resultados. 4 – Soluções para os problemas detectados. Esses momentos serão subdivididos para melhor entendimento e está previsto um semestre para execução do trabalho."

"Introdução: Quando pensamos na formação cidadã dos alunos de educação básica, a formação por meio de estratégias de ensino que reconhecem a autonomia e fundamental, ainda mais se considerarmos os temas como saúde e meio ambiente. No caso tema Saúde, entende-se que não se pode transformar a situação saúde de um indivíduo ou de uma coletividade sem levar em conta que ela é produzida nas relações com o meio físico. Considerando a importância sobre a quantidade e a qualidade de água disponível para o consumo humano, bem como principais fatores envolvidos nessa questão, destacando que mesmo a água sendo um recurso renovável e abundante no planeta, condições naturais ou artificiais podem afetar o acesso a ela. A água é essencial para a vida e para a manutenção da saúde, desempenhando papel fundamental. A água participa de inúmeras funções no nosso organismo, como formação de líquidos corporais, solvente e meios para reações químicas, termorregulação, dentre outras, reforçam a importância para o organismo. Sendo assim, o tema água tem sido trabalhado no que se refere a um pensamento crítico, explorando principalmente questões referentes ao acesso a água para consumo e de métodos de tratamento."

"Hipótese: A temática água pode ser relevante na formação em letramento científico do aluno. A água oferecida aos alunos possui algum agente contaminante. O estudo trouxe benefícios para a comunidade escolar."

"Metodologia Proposta: A base metodológica a ser utilizada e a pesquisa qualitativa que justifica-se por analisar situações reais, que possuem resultados subjetivos e variáveis. Possibilitando a interpretação dos resultados com os vários fatores inseridos. A análise da situação-problema será explorada inicialmente através de um questionário com alunos da escola para avaliar a necessidade e os pontos a serem considerados no desenvolvimento do trabalho. A partir da problematização inicial, será sugerida a construção de uma sequência didático investigativa, levando em consideração a opinião do grupo sobre as questões a resolver e os conceitos necessários para resolução desses problemas. A sequência será dividida em momentos, com atividades variadas, sendo elaborado um plano de aula para cada tópico com objetivo, metodologia, materiais utilizados e avaliação. Segue sugestões de tópicos a serem trabalhados na sequência didática: 1 – Compreender a importância da água na natureza e qual o papel do homem na sua utilização e preservação. As estratégias utilizadas nesse momento serão tempestade cerebral e aula dialogada. 2 – Contaminação do solo e impactos na água. Nesta etapa, a pesquisa, seminários e exercícios complementares serão utilizados. 3 – Análise da água da escola e interpretação dos resultados. Esta etapa contemplará aula prática, interpretação de gráficos e comparação de resultados. 4 – Soluções possíveis para os problemas detectados. Sistematização de ideias, seleção de materiais, construção dos painéis e dos modelos escolhidos. Preparação para feira de ciências. Esses momentos serão subdivididos para melhor entendimento e está previsto um semestre para execução dessas atividades. De acordo com Marcelo (2012, p.7), as sequências de atividades (aulas) serão formas sistematizadas que precisam ter "algumas atividades-chaves: na maioria das vezes inicia-se por um problema, experimental ou teórico, contextualizado e que de condições para que pensem e trabalhem com as variáveis relevantes do fenômeno, assim tendo um aprendizado com maior profundidade. Os conteúdos referentes ao 2º e 3º ano do Ensino Médio serão inseridos no planejamento do projeto. A avaliação será feita através da construção de painéis com as soluções encontradas pelos alunos de acordo com a problematização inicial. Esse painel será apresentado para toda comunidade na feira de ciências da escola. Ainda como método avaliativo será utilizado também um sistema convencional como prova escrita, de acordo com normas internas da escola."

Objetivo da Pesquisa:

"Objetivo Primário: Investigar a formação em letramento científico de alunos do Ensino Médio da Escola Estadual "João Guimarães Rosa" no município de João Pinheiro- MG, a partir da temática água."

"Objetivo Secundário: Identificar através de situações de aprendizagem reflexões a respeito do uso da água. Incentivar os alunos a refletirem e solucionarem situações cotidianas. Identificar situações de risco inerentes ao consumo de água contaminada. Propor soluções para obtenção de água potável."

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

"Riscos: Aos participantes da pesquisa serão garantidos o sigilo absoluto das informações, assim com o anonimato de suas identidades nos resultados da pesquisa e em artigo(s) de divulgação(s). Além de assegurar aos mesmos o respeito a sua dignidade e integridade humana nas suas questões social, psicológica, cognitiva, espirituais, culturais e econômicas. Sobre os riscos e desconfortos possíveis de serem gerados pela pesquisa, pode-se salientar os de origem psicológica, intelectual e/ou emocional, como constrangimento, cansaço, gasto de tempo no decorrer da aplicação do procedimento experimental e quebra do anonimato. Para minimizar os riscos e desconfortos que poderão surgir, serão oferecidos ambiente adequado, suporte e atenção qualificada aos

participantes, garantia de sigilo, interrupção das etapas a qualquer momento e prontamente quando solicitado pelos participantes. E garantia que as respostas do questionário será confidencial. Estas providências serão tomadas em todos os momentos da pesquisa, incluindo o antes e o depois."

"Benefícios: Os alunos poderão compreender: 1 - A importância da água na natureza e qual o papel do homem na sua utilização e preservação. 2 – Contaminação do solo e impactos na água.

3 – Análise da água da escola e interpretação dos resultados. 4 – Soluções possíveis para os problemas detectados. Sistematização de ideias, seleção de materiais, construção dos painéis e dos modelos escolhidos."

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Trata-se de projeto de trabalho de conclusão de mestrado (TCM) do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional - PROFBIO a ser desenvolvido pela mestranda Patricia Medeiros da Silva, sob a orientação do Prof. Dr. Umberto Euzebio.

O projeto intitula-se "Letramento científico: a água potável em escolas de campo como sequência investigativa" e será desenvolvido na Escola Estadual "João Guimarães Rosa" no município de Joao Pinheiro- MG, com alunos do 2º e 3º ano do Ensino Médio em aulas da disciplina de Biologia.

A pesquisa envolverá 44 participantes e sera desenvolvida com recursos próprios.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Documentos acrescentados ao processo e analisados para emissão deste parecer:

1. Informações Básicas do Projeto: "PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1372320.pdf" postado em 13/01/2020.
2. Carta em resposta às pendências apresentadas no Parecer Consubstânciado No. 3.799.457: "Carta_para_resposta_de_pendencias_versao3.pdf e carta_para_resposta_de_pendencias_versao_3.doc" postado em 13/01/2020.
3. Modelo de Termos de Assentimento ATUALIZADO: "modelo_do_termo_assentimento_do_menor.doc" postado em 13/01/2020.
4. O questionário que será aplicado aos participantes: "QUESTIONARIOalunos.docx" postado em 13/01/2020.

Recomendações:

Não se aplicam.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Análise das respostas as pendências apontadas nos Pareceres Consubstanciados No. 3.648.175 e 3.799.457:

1 - Solicita-se incluir o curriculo Lattes da Pesquisadora Responsável na Plataforma Brasil. RESPOSTA:

Correcao: Foi incluido curriculo Lattes da Pesquisadora

ANÁLISE: Foi apresentado o documento "curriculo.docx", postado em 05/11/2019, conforme solicitado.

PENDENCIA ATENDIDA

2 - Solicita-se excluir o cronograma, o questionário e os modelos de TCLEs dos anexos do projeto detalhado para evitar duplicidade de documentos para análise.

RESPOSTA: Correção: Foram excluídos o cronograma, o questionário e os modelos de TCLEs dos anexos do projeto detalhado.

ANALISE: Documento "TCM_Patriciamedeiros_2excluidoanexos.docx", postado em 05/11/2019, foi adequado.

PENDENCIA ATENDIDA

3 - Solicita-se incluir arquivo separado do questionário.

RESPOSTA: Correção: Foi incluído arquivo separado do questionário. ANALISE: Documento não foi apresentado.

PENDENCIA NAO ATENDIDA

4 - O cronograma prevê aplicação de questionário para os participantes nos meses de setembro e outubro de 2019. Solicita-se informar em que etapa encontra-se a pesquisa. Se for o caso, atualizar o cronograma, prevendo o início da pesquisa para período posterior à aprovação do projeto pelo CEPFS. Ressalta-se que conforme item XI.2.a, Res. CNS 466/2012, cabe ao

pesquisador aguardar a decisão de aprovação ética, antes de iniciar a pesquisa. RESPOSTA: Correção: O cronograma foi atualizado.

ANALISE: Documento "CRONOGRAMA_pronto.docx", postado em 05/11/2019, foi apresentado e informa etapa de "Aplicação da sequência didática" para os meses de fevereiro e março de 2020.

PENDENCIA ATENDIDA

6 - Solicita-se rever o texto do arquivo "TCLE_RESPONSIVEIS_corrigido.docx". Algumas frases estão sem sentido ou incompletas.

RESPOSTA: Correção: O texto foi revisado e corrigido.

ANALISE: Documento "TCLE_RESPONSIVEIS_rubrica.docx", postado em 06/11/2019, foi adequado.

PENDENCIA ATENDIDA

7 - Solicita-se avaliar a necessidade do documento "TERMO_DE_CONSENTIMENTO.docx", visto que já foi apresentado o TCLE para o responsável pelo participante de pesquisa menor de idade.

RESPOSTA: Correção: Foi excluído o termo de consentimento. ANALISE: PENDENCIA ATENDIDA

8 - Solicita-se incluir Modelo de Termo de Assentimento, a ser apresentado ao participante de pesquisa menor de idade (Res. CNS 466/2012, item II.2 e II.24).

RESPOSTA: Correção: O modelo de termo de assentimento foi incluído.

ANALISE: Documento "modelo_do_termo_assentimento_do_menor_dadospesquisador.doc", postado em 05/11/2019, foi apresentado.

PENDENCIA ATENDIDA

NOVAS PENDENCIAS, gerada pela apresentação de novo documento:

9. No documento "modelo_do_termo_assentimento_do_menor_dadospesquisador.doc", postado em 05/11/2019:

9.1 A pesquisadora responsável refere-se aos participantes de 15 a 17 anos de idade como crianças.

Solicita-se a substituição do termo "crianças" por "adolescentes".

RESPOSTA: Correção: Houve a substituição do termo “crianças” por “adolescentes”. ANÁLISE: PENDÊNCIA ATENDIDA.

9.2 Ao final do documento le-se: "Uma cópia desse papel ficará com você.". Solicita-se substituir o termo "cópia" para "via" (Res. CNS 51-/2016, Art. 17, paragrafo 3o). RESPOSTA: Correção: Foi substituído o termo "cópia" para "via".

ANÁLISE: PENDÊNCIA ATENDIDA.

Todas as Pendências foram atendidas. Não foram observados óbices éticos. Protocolo de pesquisa em conformidade com as Resolução CNS 466/2012, 510/2016 e Complementares.

Considerações Finais a critério do CEP:

Conforme a Resolução CNS 466/2012, itens X.1.- 3.b. e XI.2.d, os pesquisadores responsáveis devem apresentar relatórios parciais semestrais, contados a partir da data de aprovação do protocolo de pesquisa; e um relatório final do projeto de pesquisa, após a conclusão da pesquisa.

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMACOES_BASICAS_DO_PROJETO_1372320.pdf	13/01/2020 19:30:18		Aceito
Outros	Carta_para_resposta_de_pendencias_versao3.pdf	13/01/2020 19:24:23	PATRICIA MEDEIROS DA SILVA	Aceito
Outros	carta_para_resposta_de_pendencias_verseo_3.doc	13/01/2020 19:22:16	PATRICIA MEDEIROS DA SILVA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	modelo_do_termo_assentimento_do_me_nor.doc	13/01/2020 18:48:21	PATRICIA MEDEIROS DA SILVA	Aceito
Outros	QUESTIONARIOalunos.docx	13/01/2020 18:35:56	PATRICIA MEDEIROS DA SILVA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_RESPONSAVEIS_rubrica.docx	06/11/2019 09:30:05	PATRICIA MEDEIROS DA SILVA	Aceito
Outros	curriculo.docx	05/11/2019 16:23:01	PATRICIA MEDEIROS DA SILVA	Aceito

Cronograma	CRONOGRAMA_pronto.docx	05/11/2019 16:18:54	PATRICIA MEDEIROS DA SILVA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	TCM_Patriciamedeiros_2excluidoan exos .docx	05/11/2019 16:14:13	PATRICIA MEDEIROS DA SILVA	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_rosto.pdf	24/07/2019 13:01:31	PATRICIA MEDEIROS DA SILVA	Aceito
Orçamento	Orcamentopronto.doc	24/07/2019 11:41:36	PATRICIA MEDEIROS DA SILVA	Aceito
Outros	Curriculo_Umberto_Euzebio.docx	23/07/2019 15:01:36	PATRICIA MEDEIROS DA SILVA	Aceito
Outros	Carta_de_encaminhamento.docx	23/07/2019 14:35:41	PATRICIA MEDEIROS DA SILVA	Aceito
Outros	Carta_de_encaminhamento.pdf	23/07/2019 14:34:48	PATRICIA MEDEIROS DA SILVA	Aceito
Outros	Termo_de_Instituicao_coparticipant e_co m_assinatura.pdf	23/07/2019 14:33:21	PATRICIA MEDEIROS DA SILVA	Aceito
Outros	instituicao_coparticipante.docx	16/07/2019 13:39:10	PATRICIA MEDEIROS DA SILVA	Aceito
Outros	TERMO_DE_RESPONSABILIDA DE.pdf	16/07/2019 13:31:36	PATRICIA MEDEIROS DA SILVA	Aceito
Outros	Termo_de_concordancia.pdf	16/07/2019 13:29:37	PATRICIA MEDEIROS DA SILVA	Aceito
Outros	TERMO_DE_CONCORDANCIA.d ocx	15/07/2019 20:56:35	PATRICIA MEDEIROS DA SILVA	Aceito
Outros	TERMO_DE_RESPONSABILIDA DE_E_ COMPROMISSO.docx	15/07/2019 20:51:12	PATRICIA MEDEIROS DA SILVA	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

BRASILIA, 20 de Janeiro de 2020.

**Assinado por:
Fabio Viegas Caixeta**

ANEXO B – Validação do Parecer do Comitê de Ética

Você está em: Público > Confirmar Aprovação pelo CAAE ou Parecer

CONFIRMAR APROVAÇÃO PELO CAAE OU PARECER

Informe o número do CAAE ou do Parecer:

Número do CAAF:	Número do Parecer:	
<input type="text" value="17860119.0.0000.0030"/>	<input type="text"/>	<input type="button" value="Pesquisar"/>

Esta consulta retorna somente pareceres aprovados. Caso não apresente nenhum resultado, o número do parecer informado não é válido ou não corresponde a um parecer aprovado.

DETALHAMENTO

Título do Projeto de Pesquisa:		
<input type="text" value="Letramento científico: a água potável em escolas do campo como sequência investigativa"/>		
Número do CAAE:	Número do Parecer:	
<input type="text" value="17860119.0.0000.0030"/>	<input type="text" value="3803524"/>	
Quem Assinou o Parecer:	Pesquisador Responsável:	
<input type="text" value="FADJO VIEGAS CADICTA"/>	<input type="text" value="PATRICIA MEDEIROS DA SILVA"/>	
Data Início do Cronograma:	Data Fim do Cronograma:	Contato Público:
<input type="text" value="01/08/2019"/>	<input type="text" value="30/07/2020"/>	<input type="text" value="PATRICIA MEDEIROS DA SILVA"/>

