

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DA FONTE DE ÁGUA DA UNIPÚNGUÈ

ASSESSMENT OF THE PHYSICAL-CHEMICAL QUALITY OF THE UNIPÚNGUÈ WATER SOURCE



DADOS DE ÁFRICA (S)

ISSN: 2675-7699

Vol. 04 | N°. 07 | Ano 2023

Félix Francisco
Afonso Filipe João
Agostinho Obra

RESUMO: A qualidade da água pode ser prejudicada pelas tubulações por onde percorre, apesar dos grandes avanços tecnológicos registrados. Em vários lugares do mundo, registra-se problemas de cólera devido ao descumprimento das condições públicas. O objetivo deste estudo foi avaliar a qualidade dos fatores físicos e químicos da água quanto ao seu nível de potabilidade na UniPúnguè. A interpretação dos resultados das análises mostrou que alguns parâmetros, como pH e densidade, estão dentro dos padrões recomendados e aceitáveis de potabilidade para consumo humano. Foi determinado o fator de correção e expresso por cálculos representativos. A turbidez foi verificada negativamente e, para validação da amostra, foi realizado o teste de recuperação.

PALAVRAS-CHAVE: Qualidade da água, parâmetro físico-química; sistema de abastecimento de água, Unipúnguè

The quality of water can be compromised by the pipes it runs through, despite significant technological advances. In several places around the world, cholera problems are reported due to non-compliance with public health standards. The aim of this study was to evaluate the physical and chemical quality factors of water at its potability level at UniPúnguè. The interpretation of the analysis results showed that some parameters, such as pH and density, are within the recommended and acceptable standards of potability for human consumption. The correction factor was determined and expressed through representative calculations. Turbidity was found to be negative, and the recovery test was performed to validate the sample.

KEY WORDS: Water quality, physical-chemical parameters, water supply system, Unipúnguè

Site/Contato

Editores

Rodrigo Castro Rezende
rodcastrorez@gmail.com

Ivaldo Marciano de França Lima
ivaldomarciano@gmail.com

AValiação DA QUALIDADE Físico-QUÍMICA DA FONTE DE ÁGUA DA UNIPÚNGUÊ

Félix Francisco¹
Afonso Filipe João²
Agostinho Oبرا³

INTRODUÇÃO

A vida na Terra depende da água, um recurso essencial para o equilíbrio dos ecossistemas e da sociedade humana. Com o crescimento populacional, aumenta gradativamente a demanda por água, visando seus usos múltiplos, tais como abastecimento público, irrigação, recreação e geração de energia elétrica (TUNDISI, 2006).

Os corpos hídricos, incluindo rios e reservatórios artificiais, vêm sofrendo degradação da qualidade de suas águas devido a diversas atividades antrópicas. Dentre essas atividades, as mais problemáticas para a qualidade da água superficial são o lançamento de cargas nos sistemas hídricos, alterações do uso do solo e modificações nos sistemas fluviais. Essas atividades resultam em assoreamento de corpos d'água, eventos de eutrofização, contaminação e modificação das comunidades biológicas, comprometendo seus usos múltiplos assegurados por lei (BRASIL, 1997).

Para o consumidor direto, a qualidade da água é avaliada, numa primeira impressão, por suas qualidades organolépticas. Para que possa ser bebida, incondicionalmente e sem repugnância, deve ser clara (incolor), inodora (sem cheiro) e não ter qualquer sabor desagradável. No entanto, uma água que apresente essas características pode não ser adequada para o consumo humano, podendo, por exemplo, estar contaminada com organismos patogênicos. Para ser consumida sem restrições, deve respeitar muitas outras exigências, não possíveis de avaliar sensorialmente (MENDES; OLIVEIRA, 2004).

A fonte de água da Universidade Púnguê abastece todo o campus e algumas residências de funcionários circunvizinhos também consomem a mesma. Todavia, a água do reservatório não é tratada e nunca foi submetida a análises de qualidade, colocando em risco a saúde dos funcionários e de todos os estudantes que consomem a água, causando problemas de saúde pública. A falta de higienização dos tanques de reservatórios pode causar contaminação, resultando em doenças de origem hídrica, como cólera, amebíase, hepatite A, leptospirose, giardíase, entre outras.

Essas doenças ocorrem na ausência de um sistema de saneamento, considerando que o saneamento básico é essencial para o consumo de água potável e manutenção de um bom estado

¹ Mestre em Gestão e Administração de Educação pela Universidade Católica de Moçambique. Docente na Universidade Pungue. felixmurandira@gmail.com

² Docente da Universidade Púngue. Doutor em Electroanalítica Aplicada pela Universidade Federal de Uberlândia afonso.filipe.joao.acad@gmail.com

³ Docente da universidade Púngue. cauchyobra@gmail.com

de saúde. A qualidade da água não se refere, necessariamente, a um estado de pureza, mas às características químicas, físicas e biológicas que condicionam suas diferentes finalidades de uso. De acordo com Mota (1995), água pura é praticamente inexistente na natureza, devido às impurezas presentes em maior ou menor quantidade. Quando essas impurezas alcançam valores elevados e tornam-se prejudiciais ao homem e ao meio ambiente, precisam ser limitadas conforme a finalidade da água.

A política nacional de água, na Resolução n.º 42/2016 de 30 de dezembro, tem como objetivos principais a satisfação das necessidades básicas do consumo humano de água potável segura e confiável. Este objetivo será materializado através de metas específicas para áreas urbanas, periurbanas e rurais, alinhadas com os objetivos de desenvolvimento sustentável de, até 2030, alcançar o acesso universal e equitativo a água potável e segura para todos, melhorar o nível de serviço e o saneamento, como ferramenta essencial para a prevenção de doenças de origem hídrica (malária, cólera, diarreia), melhoria da qualidade de vida e equilíbrio ambiental. Serão definidas metas específicas para áreas urbanas e rurais, visando cumprir a meta de desenvolvimento sustentável de, até 2030, alcançar o acesso a saneamento e higiene adequados e equitativos para todos e acabar com o fecalismo a céu aberto.

Na mesma linha, surge a investigação técnica: Qual o nível de potabilidade da água da fonte da Universidade Púnguè?

Com este objetivo, durante a avaliação, houve desconforto em avaliar a qualidade da água potável da fonte de água da Universidade Púnguè. Os procedimentos determinaram os componentes físico-químicos da água da fonte de água da Universidade Púnguè (pH, acidez, dureza, turbidez, alcalinidade e temperatura); aferiram os parâmetros microbiológicos da água da fonte de água da Universidade Púnguè; e compararam os parâmetros da água potável da fonte de água da Universidade Púnguè com os parâmetros de qualidade de água fornecidos pela OMS e pelo Ministério da Saúde.

Foram definidas possíveis respostas, destacando-se que a água fornecida pela fonte de água da Universidade Púnguè está dentro dos padrões de qualidade de água estabelecidos pela OMS e pelo Ministério da Saúde de Moçambique. Alternativamente, a água fornecida pela fonte de água da Universidade Púnguè pode não estar dentro dos padrões de qualidade de água estabelecidos pela OMS e pelo Ministério da Saúde de Moçambique.

1.1 Conceito de água e fonte de água

A água é uma substância incolor, insípida e inodora encontrada nas formas sólida, líquida ou gasosa na natureza. Sua fórmula molecular é H₂O, ou seja, é constituída por dois átomos de

hidrogênio, cujo símbolo é H, e um átomo de oxigênio, de símbolo O. Esses elementos estabelecem ligações covalentes e suas moléculas estabelecem pontes de hidrogênio. Os pontos de fusão (PF) e ebulição (PE) são, respectivamente, 0°C e 100°C nas condições normais de temperatura e pressão. A água cobre mais de dois terços da superfície terrestre e sem ela não existiria vida na Terra (LEÃO, 2011).

Segundo o Diploma Ministerial n.º 180/2004 de 15 de setembro, a água para consumo é toda água destinada ao consumo humano, ou seja, é toda a água no seu estado original ou após tratamento, destinada a ser bebida, a cozinhar, a preparar alimentos ou para outros fins domésticos, independentemente da sua origem e de ser fornecida a partir de um sistema de abastecimento de água com ou sem fins comerciais. E ainda, é toda a água utilizada numa empresa da indústria alimentar para o fabrico, transformação, conservação ou comercialização de produtos destinados ao consumo humano.

A água reage com os metais alcalinos (Li, Na, K, Rb e Cs) formando uma base e despreendendo hidrogênio:



Reage com alguns óxidos metálicos para formar hidróxidos, como por exemplo:



Reage com os não-metálicos para formar ácidos, como por exemplo:



1.2 Qualidade de água

Segundo o Diploma Ministerial n.º 180/2004 de 15 de setembro, o Controle de Qualidade da água é o conjunto de ações realizadas pela Autoridade Competente e pela Entidade Gestora dos sistemas de abastecimento de água visando a manutenção permanente da sua qualidade, em conformidade com as normas legalmente estabelecidas. A qualidade da água pode ser definida de diferentes formas. A qualidade da água não se refere, necessariamente, a um estado de pureza, mas às características químicas, físicas e biológicas que condicionam suas diferentes finalidades de uso. De acordo com Mota (1995), água pura é praticamente inexistente na natureza, devido às impurezas que podem estar presentes em maior ou menor quantidade e de acordo com a procedência e os usos da mesma.

1.3 Parâmetros indicadores da qualidade de água

De acordo com Lemos (2011), a água geralmente contém diversos componentes, os quais provêm do próprio ambiente natural ou são introduzidos a partir de atividades humanas. Para

caracterizar uma água, são determinados diversos parâmetros que representam suas características físicas, químicas e biológicas. Esses parâmetros são indicadores da qualidade da água e constituem impurezas quando alcançam valores superiores aos estabelecidos para determinado uso. Os principais indicadores de qualidade da água são discutidos a seguir, separados sob os aspectos físicos, químicos e biológicos (LEMOS, 2011).

1.4 Parâmetros Físicos

Condutividade Elétrica: capacidade que a água possui de conduzir corrente elétrica. Este parâmetro está relacionado com a presença de íons dissolvidos na água, que são partículas carregadas eletricamente. Quanto maior for a quantidade de íons dissolvidos, maior será a condutividade elétrica na água (SUTCLIFFE, 1980).

Cor: resulta da existência, na água, de substâncias em solução; pode ser causada pelo ferro ou manganês, pela decomposição da matéria orgânica da água (principalmente vegetais), pelas algas ou pela introdução de esgotos industriais e domésticos. Padrão de potabilidade: intensidade de cor inferior a 5 unidades (LIBARDI, 1995).

Caracterização da água subterrânea

O ser humano tem basicamente os dois recursos para o fornecimento de água sendo a superfície e a subterrânea. Sendo a subterrânea ela é utilizada já há anos. As bases históricas registaram o uso de poços mais profundos por chineses e egípcios, há 2.100 anos a.C (Natal & Nascimento, 2004). Mananciais subterrâneos e uma das mais importantes reservas para o suprimento de água, muitas vezes não necessitam para o seu tratamento no consumo humano devido à sua própria filtração no interior do solo fazem parte dos aquíferos profundos. As camadas subterrâneas que contêm água são chamadas de aquíferos sendo sua composição geológica com orifícios ou fissuras na sua parte interna. (Philippi, 2005).

1.5 Temperatura

Temperatura: a temperatura é a medida da intensidade de calor expresso em uma determinada escala. Uma das escalas mais usadas é grau centígrado ou grau Celsius (°C). A temperatura pode ser medida por diferentes dispositivos, como, por exemplo, termômetro ou sensor (MACEDO FILHO, 1964). Elevações da temperatura aumentam a taxa das reações físicas, químicas e biológicas (na faixa usual de temperatura), diminuem a solubilidade de gases (ex: oxigênio dissolvido) e também aumentam a taxa de transferência de gases (o que pode gerar mau cheiro, no caso da libertação de gases com odores desagradáveis) (MACEDO FILHO, 1964).

1.6 Parâmetros Químicos

Potencial hidrogeniônico (pH): representa o equilíbrio entre íons H⁺ e íons OH⁻; varia de 0 a 14; indica se uma água é ácida (pH inferior a 7), neutra (pH igual a 7) ou alcalina (pH maior do que 7); o pH da água depende de sua origem e características naturais, mas pode ser alterado pela introdução de resíduos; pH baixo torna a água corrosiva; águas com pH elevado tendem a formar incrustações nas tubulações; a vida aquática depende do pH, sendo recomendável a faixa de 6 a 9 (GASPAROTTO, 2011).

Alcalinidade: causada por sais alcalinos, principalmente de sódio e cálcio; mede a capacidade da água de neutralizar os ácidos; em teores elevados, pode proporcionar sabor desagradável à água, tem influência nos processos de tratamento da água (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, 1998).

Dureza: resulta da presença, principalmente, de sais alcalinos terrosos (cálcio e magnésio), ou de outros metais bivalentes, em menor intensidade; em teores elevados, causa sabor desagradável e efeitos laxativos; reduz a formação da espuma do sabão, aumentando o seu consumo; provoca incrustações nas tubulações e caldeiras. Classificação das águas, em termos de dureza (em CaCO₃):

Cloretos: os cloretos geralmente provêm da dissolução de minerais ou da intrusão de águas do mar; podem, também, advir dos esgotos domésticos ou industriais; em altas concentrações, conferem sabor salgado à água ou propriedades laxativas (CLESCERI et al., 1999).

Ferro e manganês: podem originar-se da dissolução de compostos do solo ou de despejos industriais; causam coloração avermelhada à água, no caso do ferro, ou marrom, no caso do manganês, manchando roupas e outros produtos industrializados; conferem sabor metálico à água; as águas ferruginosas favorecem o desenvolvimento das ferrobactérias, que causam maus odores.

Oxigênio Dissolvido (OD): é indispensável aos organismos aeróbios; a água, em condições normais, contém oxigênio dissolvido, cujo teor de saturação depende da altitude e da temperatura; águas com baixos teores de oxigênio dissolvido indicam que receberam matéria orgânica; a decomposição da matéria orgânica por bactérias aeróbias é, geralmente, acompanhada pelo consumo e redução do oxigênio dissolvido da água; dependendo da capacidade de autodepuração do manancial, o teor de oxigênio dissolvido pode alcançar valores muito baixos, ou zero, extinguindo-se os organismos aquáticos aeróbios (KEGLEY; ANDREWS, 1998).

Matéria Orgânica: a matéria orgânica da água é necessária aos seres heterótrofos, na sua nutrição, e aos autótrofos, como fonte de sais nutrientes e gás carbônico; em grandes quantidades,

no entanto, pode causar alguns problemas, como: cor, odor, turbidez e consumo do oxigênio dissolvido pelos organismos decompositores.

Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO): é a quantidade de oxigênio necessária à oxidação da matéria orgânica por ação de bactérias aeróbias. Representa, portanto, a quantidade de oxigênio que seria necessário fornecer às bactérias aeróbias para consumirem a matéria orgânica presente em um líquido (água ou esgoto). A DBO é determinada em laboratório, observando-se o oxigênio consumido em amostras do líquido durante 5 dias, à temperatura de 20 °C (CLESCERI et al., 1999).

1.7 Parâmetros Microbiológicos

Coliformes: são indicadores de presença de microrganismos patogênicos na água; os coliformes fecais existem em grande quantidade nas fezes humanas e, quando encontrados na água, significa que a mesma recebeu esgotos domésticos, podendo conter microrganismos causadores de doenças (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, 1998).

Procedimentos

Nesta pesquisa, com o objetivo fundamental de avaliar a qualidade da água da Unipúnguè, foram desenvolvidas atividades de campo e nos laboratórios de pesquisa, bem como as metodologias adotadas nas análises das amostras dos parâmetros da qualidade de água.

Quanto à natureza do estudo, é aplicada. O estudo de caso possui uma metodologia de pesquisa classificada como Aplicada, na qual se busca a aplicação prática de conhecimentos para a solução de problemas sociais (BOAVENTURA, 2004), complementa afirmando que as pesquisas com essa natureza estão voltadas mais para a aplicação imediata de conhecimentos em uma realidade circunstancial, relevando o desenvolvimento de teorias.

Quanto à forma de abordagem do problema, a pesquisa pode ser: quantitativa e qualitativa. Segundo SEVERINO (2008: 123), afirma que:

O estudo do campo torna-se importante pelo facto do objecto fonte é abordado em seu meio ambiente próprio, a colecta de dados também é feita nas condições naturais em que os fenómenos ocorrem sendo assim directamente observados, sem intervenção e manuseio por parte do investigador, abrange desde os levantamentos que são mais descritivos até estudos analíticos.

Tendo em consideração a natureza da pesquisa, utilizou-se a pesquisa de campo do tipo quantitativa/qualitativa, com abordagem mista, pois foi utilizada a observação direta. Para garantir

o sucesso da pesquisa, foram feitas visitas às farmácias e supermercados, observando-se a forma como os produtos são comercializados, o grau de exposição ao meio ambiente e as formas de armazenamento dos álcoois em gel.

2. Ao ponto de vista aos objetivos

A pesquisa, do ponto de vista dos objetivos, é exploratória, consistindo na familiarização do pesquisador com o objeto investigado. Essa abordagem contribuiu significativamente para a formulação das hipóteses da pesquisa e permitiu ao pesquisador escolher as técnicas mais adequadas para a investigação, além de decidir sobre questões que necessitarão de maior atenção durante o processo investigativo.

3. Bases científicas

Para Willizam (2008), este método é desenvolvido a partir do material já elaborado, principalmente livros e artigos científicos relacionados ao trabalho a ser produzido. O uso deste método ajudou na busca de informações que sustentaram a fundamentação teórica, as quais foram extraídas de bibliotecas virtuais, artigos científicos, livros e monografias que tratam de assuntos relacionados com o tema em estudo, de modo a fazer uma análise paralela com aquilo que o autor pretende.

É através deste método que o pesquisador passou a conhecer o que foi escrito e publicado por outros autores, quais aspectos foram abordados sobre o tema ou sobre a questão da pesquisa proposta. A parte experimental desta pesquisa consistiu em análises laboratoriais de amostras de água da fonte da Universidade Púnguè. Segundo Chizzonti (2001), a pesquisa experimental é aquela que submete um fato à experimentação em condições de controle e observação rigorosa, mensurando as incidências e suas exceções, admitindo como científico somente os conhecimentos possíveis de compreensão e controle, legitimados pela experimentação e comprovados pela mensuração.

A amostra é uma parcela representativa do universo que é examinada com o propósito de tirarmos conclusões sobre essa população (MULENGA, 2004). Foram selecionadas três (3) amostras de água, todas da mesma fonte e em três torneiras diferentes, que foram analisadas levando em conta que a escolha das amostras foi aleatória. As amostras foram adquiridas na fonte de água da Universidade Púnguè, armazenadas à temperatura ambiente, e em todos os testes as amostras foram analisadas individualmente.

4. Determinação Temperatura

Tabela 1: Materiais, equipamentos e reagentes.

Matérias	Equipamentos	Reagentes
<ul style="list-style-type: none"> Becker de 250 mL. 	<ul style="list-style-type: none"> Termómetro; 	<ul style="list-style-type: none"> Amostra da água

Fonte: Elaboração própria (2021)

Procedimentos

Coletou-se um pouco de água em um béquer de 250 mL. Mergulhe o termómetro na água e espere até que o material dilatante (mercúrio) se estabilize. Faça a leitura com o bulbo do termómetro ainda dentro da água.

Figura 1: procedimento experimental da medição de temperatura



Fonte: Elaboração própria (2021)

Determinação do pH

Tabela 2: Materiais, equipamentos e reagentes.

Matérias	Equipamentos	Reagentes
<ul style="list-style-type: none"> Frasco lavador; Papel absorvente. 	<ul style="list-style-type: none"> Potenciómetro; 	<ul style="list-style-type: none"> Soluções tampão de pH conhecido.

Fonte: Elaboração própria, (2021)

Procedimentos

Ligar o aparelho e esperar a sua estabilização. Lavar os eletrodos com água destilada e enxugá-los com papel absorvente. Calibrar o aparelho com as soluções padrão (pH 4, 7 ou 10). Lavar novamente os eletrodos com água destilada e enxugá-los. Introduzir os eletrodos na amostra

a ser examinada e fazer a leitura. Lavar novamente os eletrodos e deixá-los imersos em água destilada. Desligar o aparelho.

Figura 2: procedimento experimental para a determinação do pH



Fonte: Elaboração própria (2021)

Determinação da Acidez

Tabela 3: Materiais, equipamentos e reagentes.

Matérias	Equipamento	Reagentes
Bureta de 50 ml; Frasco Erlenmeyer de 250 ml; Pipeta volumétrica de 100 ml.		Reagentes: Solução de Hidróxido de sódio 0,02 N; Fenolftaleína.

Fonte: Elaboração própria (2021)

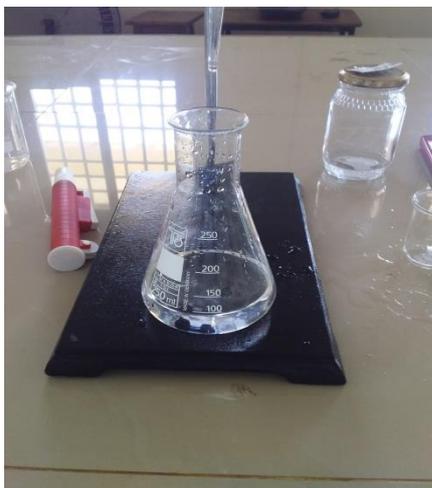
Procedimentos

Coloque 100 mL da amostra em um frasco de Erlenmeyer de 250 mL, tendo o cuidado de não agitar. Adicione 10 gotas da solução de fenolftaleína. Se houver coloração, significa que não existe CO₂; caso contrário, prossiga. Titule com uma solução de NaOH a 0,02N até surgir uma leve coloração rósea, que deve persistir por 30 segundos. Anote o volume gasto da solução tituladora.

Cálculo

$$Acidezem\ mg/L\ de\ CO_2 = \frac{volumegastodeNaOH0,02N \times f \times 1000}{mLdaamostra}$$

Figura 3: a) amostra em branco b) após a titulação com Hidróxido de sódio



a)



b)

Fonte: Elaboração própria (2021)

Determinação a Alcalinidade

Tabela 4: Materiais, equipamentos e reagentes.

Matérias	Reagentes
<ul style="list-style-type: none"> • Frasco Erlenmeyer; • Pipeta volumétrica; • Bureta. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ácido Sulfúrico 0,02; • Solução de Tiosulfato de sódio. • Metilorange; • Fenolftaleína.

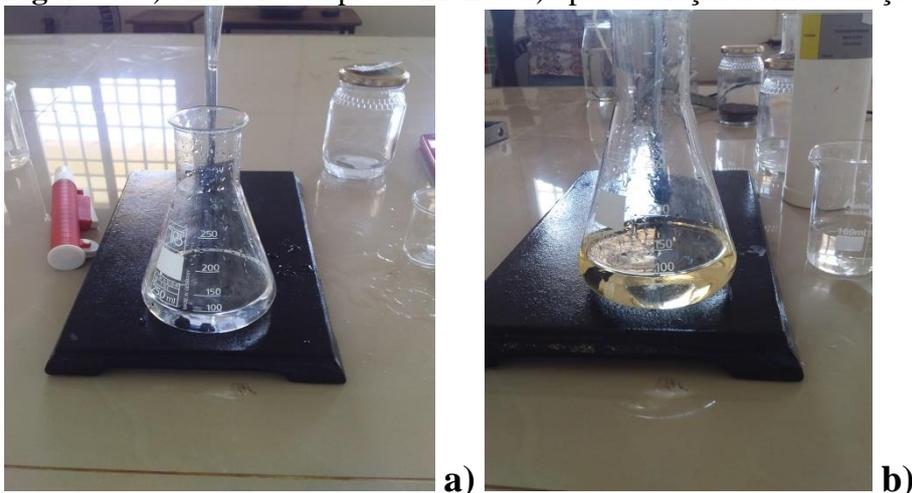
Fonte: Elaboração própria, (2021)

Procedimentos

1. Meça 100 mL da amostra com uma pipeta volumétrica.
2. Transfira para um erlenmeyer de 250 mL.
3. Remova o cloro residual pela adição de 2 gotas de $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (tiosulfato de sódio pentahidratado) a 0,1 N para amostras de água tratada.
4. Faça uma prova em branco, colocando em outro erlenmeyer 100 mL de água destilada.
5. Adicione 3 gotas de fenolftaleína em ambos os erlenmeyers.
6. Titule com H_2SO_4 a 0,02N, caso a amostra se torne rosa, até o descoloramento do indicador. Anote o volume gasto do H_2SO_4 a 0,02N com indicador fenolftaleína.
7. Adicione na amostra 3 gotas de metilorange e, à prova em branco, 1 gota de H_2SO_4 a 0,02N, que irá adquirir uma cor vermelho alaranjada, servindo como branco.
8. prossiga com a titulação com ácido, caso a amostra se torne amarela, até que a cor se iguale à do branco.
9. Anote o volume gasto e faça o cálculo.

$$\text{Alcalinidade total em mg/L de CaCO}_3 = \frac{\text{Cálculo}}{\text{mL da amostra}} = \frac{\text{volumegastodeH}_2\text{SO}_4\text{0,02N} \times f \times 1000}{\text{mL da amostra}}$$

Figura 4: a) Amostra em prova Branco b) após titulação com a solução de ácido sulfúrico



Fonte: Elaboração (2021)

Determinação de Cloretos

Tabela 5: Materiais, equipamentos e reagentes.

Matérias	Equipamentos	Reagentes
Bureta de 50 ml; Frasco Erlenmeyer de 250 ml; Becker de 250ml; Proveta de 100 ml.	Medidor de pH	Solução padrão de Nitrato de Prata 0,0141 N; Solução indicadora de Cromato de Potássio K_2CrO_4 ; Hidróxido de Sódio 1,0 N; Ácido Sulfúrico 1,0 N; Cloreto de Sódio 0,0141 N

Fonte: Elaboração própria, (2021)

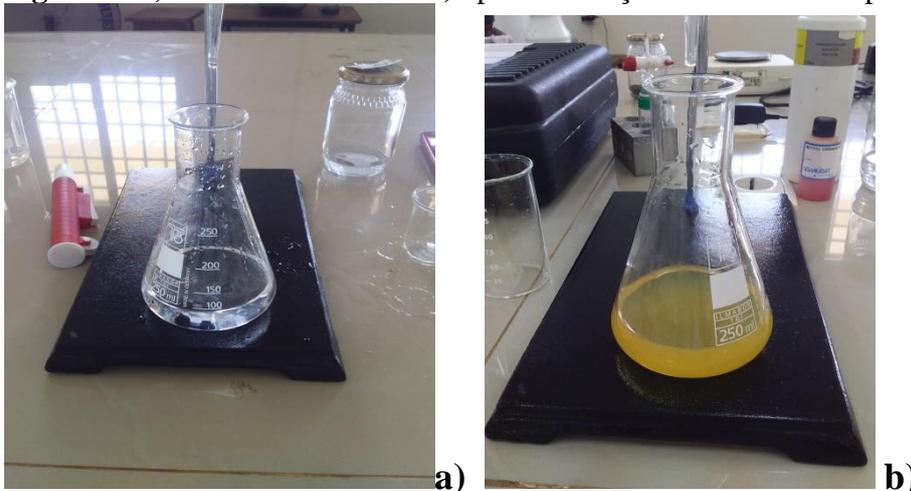
Procedimentos

1. Transfira 100 mL da amostra ou uma porção diluída para 100 mL com uma proveta para um erlenmeyer de 250 mL.
2. Caso a amostra esteja muito colorida, adicione 3 mL de suspensão de hidróxido de alumínio ($Al(OH)_3$) com pipeta graduada. Misture, deixe assentar e filtre.
3. Caso haja sulfetos, sulfitos ou tiosulfatos presentes na amostra, adicione 1 mL de H_2O_2 (peróxido de hidrogênio) com pipeta graduada e agite por 1 minuto.
4. Caso necessário, ajuste o pH da amostra para 7 a 10 com ácido sulfúrico 1N (H_2SO_4) ou hidróxido de sódio 1N ($NaOH$), usando pipetas graduadas.
5. Adicione 1 mL de solução indicadora de cromato de potássio (K_2CrO_4) com pipeta graduada. A solução apresentará uma coloração amarelada.
6. Titule com nitrato de prata ($AgNO_3$) 0,0141 N padronizado até que ocorra mudança da cor para alaranjado (firme).
7. Anote o volume gasto na titulação.

Cálculo

$$\text{Cloretos mg/L Cl} = \frac{(\text{volumegastodeAgN03xN}) \times f \times c \times 35.450}{\text{mL da amostra}} \times \text{volumegastox} 0,0141 \times f \times c \times 354,5$$

Figura 6: a) amostra em branco b) após a titulação com nitrato de prata



Fonte: Elaboração própria (2021)

Determinação da Dureza total

Tabela 5: Materiais, equipamentos e reagentes.

Matérias	Reagentes
Becquer	Calmogite;
Siriga	Carbonato de Cálcio (CaCO ₃);
	Solução HI 3812-0 EDTA.

Fonte: Elaboração própria, (2021)

Procedimentos

Alta Faixa - 0 a 300 mg / L CaCO₃

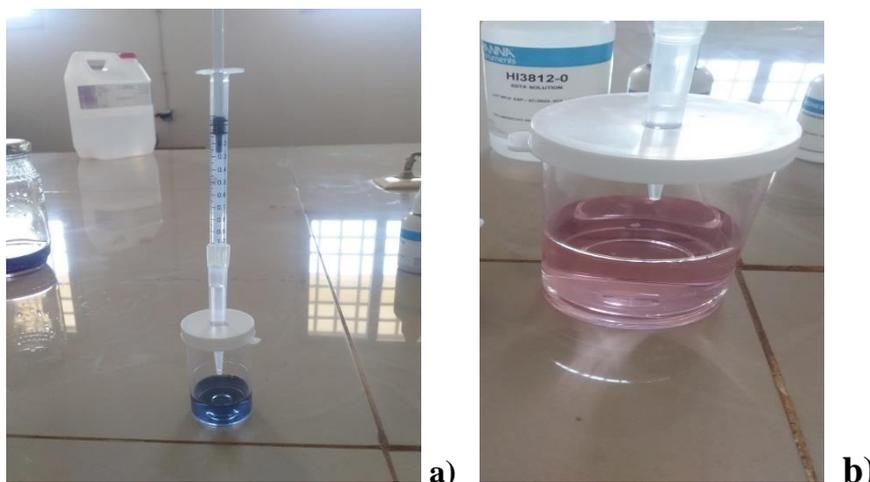
1. Remova a tampa do copo de plástico pequeno, enxágue o copo de plástico com a amostra de água, preencha até a marca de 5 mL e coloque a tampa.
2. Adicione 5 gotas de tampão de dureza através da porta da tampa e misture cuidadosamente, girando o copo em círculos suaves.
3. Adicione 1 gota de indicador Calmagite através do orifício da tampa e misture conforme descrito acima. A solução deve se tornar um vermelho-violeta.
4. Pegue a seringa de titulação e empurre o êmbolo completamente para dentro da seringa. Insira a ponta na solução HI 3812-0 EDTA e puxe o êmbolo para fora até que a borda inferior da vedação esteja na marca de 0 mL da seringa.
5. Coloque a ponta da seringa na tampa do copo de plástico e adicione lentamente a solução de titulação gota a gota, girando para misturar após cada gota.
6. Continue adicionando a solução de titulação até que a solução fique roxa, então misture por 15 segundos após cada gota adicional até que a solução fique azul.

7. Leia os mililitros de solução de titulação na escala da seringa e multiplique por 300 para obter mg/L (ppm) de CaCO₃.

Faixa Baixa - 0,0 A 30,0 MG / L CaCO₃

$$\text{Dureza total em mg/L} = \text{Volume gasto} \times 300$$

Se o resultado for inferior a 30 mg / L, a precisão do teste pode ser melhorada seguindo o procedimento abaixo; remova a tampa do copo grande de plástico. Enxágue com a amostra de água, encha até a marca de 50 mL e recoloque a tampa; prossiga com a titulação como para o teste de faixa alta; Leia os mililitros de solução de titulação na escala da seringa e multiplique por 30 para obter CaCO₃ mg / L (ppm).



Fonte: Elaboração própria 2021

Determinação de Oxigênio Consumido

Tabela 6: Materiais, equipamentos e reagentes.

Matérias	Equipamento	Reagentes
Erlenmeyers;	Balança analítica;	Amostra da água;
Pipetas;	Chapa de aquecimento;	Ácido Sulfúrico;
Buretas.	Termômetros.	Oxalato de Sódio;
Balão volumétricos.		Permanganato de Potássio (KMnO ₄);
		Ácido Oxálico.

Fonte: Elaboração própria, (2021)

Procedimento

Homogeneizar a amostra; Pipetar 100mL de amostra e transferir para um erlenmeyers de 250mL; Adicione 5mL de ácido Sulfúrico 1+3; Levar o conteúdo do erlenmeyers à ebulição e adicionar 10mL de solução Padrão de Permanganato de Potássio 0.01N; Logo após reiniciar a

ebulição, deixar ferver por 10 minutos; Titular com solução de ácido Oxálico 0.01N, a uma temperatura de 70 a 75°C, até o aparecimento de coloração rósea.

$$\text{OxigenioConsumido} = \frac{\text{Cálculo}}{\text{VolumedaAmostra}} = \frac{[(K - N)] - [(K - n)]. 100}{\text{VolumedaAmostra}}$$

Onde:

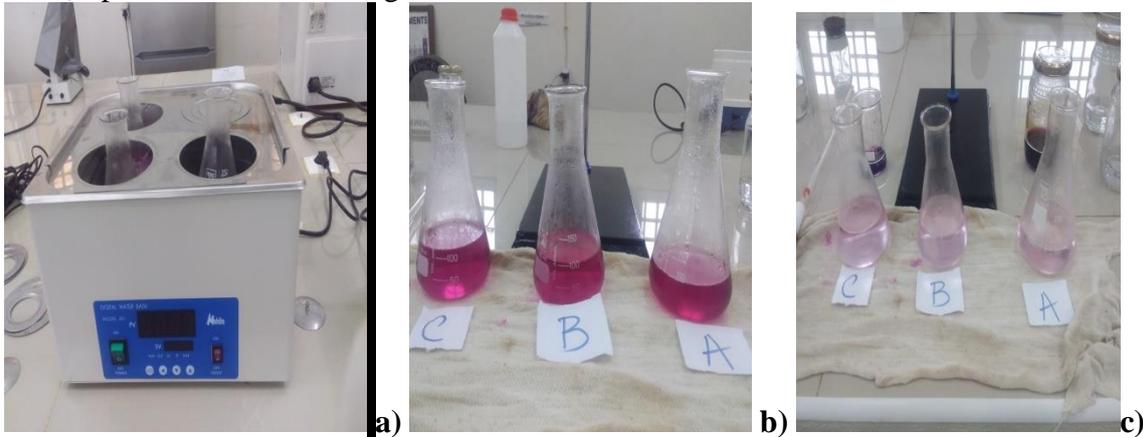
K = Volume total em mililitros de KMnO_4 , gasto na amostra, incluindo aquele adicionado antes da digestão;

N = volume, em mililitros, de Oxalato usado na amostra;

K = volume, em mililitros, de KMnO_4 usado no branco;

n = volume, em mililitros, de Oxalato usado no branco.

Figura 8: a) Adição da amostra maria b) após a retirada amostra no banho maria sem alteração da cor c) após titular com Permaganato de Potássio.



Fonte: Elaboração própria (2021).
Análise Microbiológica

Determinação qualitativa de coliformes totais

Tabela 8: Materiais, equipamentos e reagentes.

Materiais	Equipamentos	Reagentes
<ul style="list-style-type: none"> • Frascos ou bolsa estéril 		<ul style="list-style-type: none"> • mostra da água; • iossulfato de sódio.

Fonte: Autor (2021)

Procedimentos

1. Coletar 100 mL da amostra em frasco ou bolsa estéril, com ou sem tiossulfato de sódio e adicionar todo o conteúdo do frascote de Colilert.
2. O frasco e agitar levemente para dissolver o reagente.
3. Incubar o frasco contendo a amostra e o Colilert por 24 horas a 35°C.
4. Após a incubação, observar visualmente os frascos para a leitura dos resultados. Caso a amostra se apresente incolor, o resultado é negativo; entretanto, havendo desenvolvimento de coloração amarela, o resultado é positivo para Coliformes Totais.

Figura 9: procedimento experimental para determinação de coliformes totais



Fonte: Elaboração própria (2021)

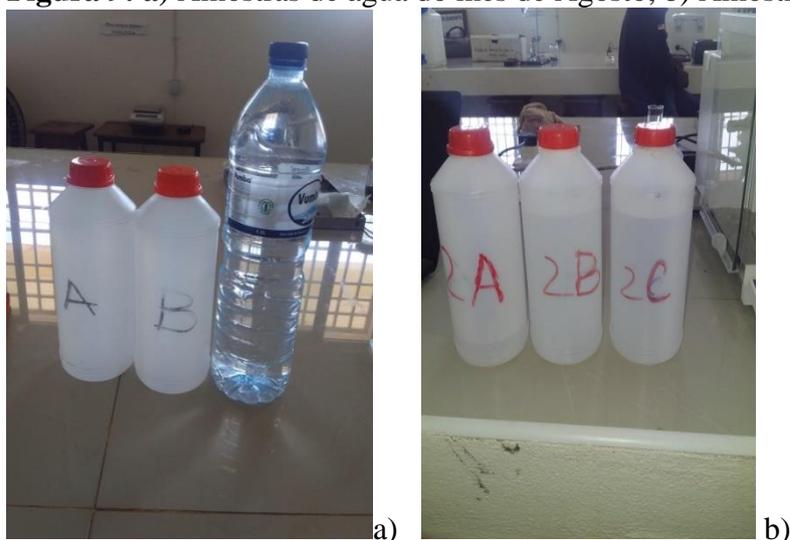
Determinação de Coliformes Fecais

Tabela 9:

Materiais	Equipamentos	Reagentes
3 Frascos ou bolsa estéril		Amostra da água; Tiosulfato de sódio.

Apresentação e discussão de resultados

As afirmações apresentadas durante o estudo discutem os resultados fazendo comparação com estudos similares e algumas bases científicas apresentadas por diferentes investigadores. Neste tópico são apresentados e discutidos os dados de Análise Físico-Química da água da fonte da Universidade Púnguè. De acordo com os resultados obtidos das amostras selecionadas nas torneiras dos campi da Universidade Púnguè, pode-se ter uma noção do seu nível de pH, temperatura, acidez, alcalinidade, cloretos, dureza total, oxigênio consumido e análise microbiológica. A parte experimental desta pesquisa consistiu em análises laboratoriais de amostras de água de três torneiras diferentes, adquiridas e coletadas nos campi da Universidade Púnguè, localizada no bairro Heróis Moçambicanos, na cidade de Chimoio. As amostras analisadas foram escolhidas de forma aleatória e são provenientes de diferentes torneiras distribuídas dentro dos campi da Universidade Púnguè, sendo as amostras do mês de agosto: I-A, I-B e I-C, e as amostras do mês de setembro: II-A, II-B e II-C, como mostra a figura abaixo.

Figura 9: a) Amostras de água do mês de Agosto, b) Amostras de água do mês de Setembro

Fonte: Elaboração própria (2021)

As amostras foram bem transportadas e conservadas em condições que não produzam, desenvolvam ou agreguem substâncias físicas, químicas ou biológicas que possam contaminá-las, e foram tratadas em condições adequadas até chegarem ao Laboratório de Química/Biologia da Universidade Púnguè e ao Laboratório de Análises de Alimentos da Universidade Católica de Moçambique. A seguir, estão ilustrados os resultados da análise laboratorial dos parâmetros físico-químicos da água dos meses de agosto e setembro.

Tabela 10: resultados da análise Laboratorial do mês de Agosto e Setembro

Parâmetros-físicos químicos da água	Ponto I-A	Ponto I-B	Ponto I-C	Ponto II-A	Ponto II-B	Ponto II-C	Unid.	Legislação MISAU
Temperatura	20.7 °C	21.0 °C	22,2 °C	25 °C	22,8°C	22,8 °C	°C	20 a 30 °C
pH	7.1	7.2	7.2	7.2	7.2	7.2	pH	6,0 e 9,5.
Acidez	2,680	8.588	2,062	4.8044	4.464	4.124	Mg Ca CO ₃ /L	pH > 8.2
Cloretos	0.1843	0.00015	0.1822	0.208	0.215	0.238	mg/l Cl	15 mg Cl l ⁻¹
Alcalinidade	8,667	3.381	2.956	9,301	7.823	7.398	mg/l	400 a 500 mg/l
Dureza total	30	39,9	30	60	60	30	ppm	500 ppm
Oxigénio consumido	- 22,041	-2,071	-2,058	-1.228	-2.064	-1,225	mg/l	5 mg l ⁻¹

Fonte: Elaboração própria (2021)

Determinação da Temperatura

Temperatura

De acordo com Macedo Filho (1964), a temperatura é a medida da intensidade de calor expressa em uma determinada escala. Uma das escalas mais usadas é grau centígrado ou grau Celsius (°C). A temperatura pode ser medida por diferentes dispositivos, como, por exemplo, termômetro ou sensor. Elevações da temperatura aumentam a taxa das reações físicas, químicas e biológicas (na faixa usual de temperatura), diminuem a solubilidade de gases (ex: oxigênio dissolvido) e também aumentam a taxa de transferência de gases (o que pode gerar mau cheiro, no caso da libertação de gases com odores desagradáveis) (MACEDO FILHO, 1964).

Variações de temperatura são parte do regime climático normal e corpos de água naturais apresentam variações sazonais e diurnas, bem como estratificação vertical. A temperatura superficial é influenciada por fatores tais como latitude, altitude, estação do ano, período do dia, vazão e profundidade. A elevação da temperatura em um corpo de água geralmente é provocada por despejos industriais (indústrias canavieiras, por exemplo) e usinas termoelétricas (MACEDO FILHO, 1964).

Determinação do pH

Para Messias (2008) *apud* Gasparotto (2011), o pH pode ser considerado uma das variáveis ambientais mais importantes e uma das mais difíceis de se interpretar. Tal complexidade resulta dos inúmeros fatores que podem influenciá-lo, podendo estar relacionado a fontes de poluição difusa ou pontual.

O potencial hidrogeniônico (pH) representa a intensidade das condições ácidas ou alcalinas do meio líquido por meio da medição da presença de íons hidrogênio (H⁺). O valor do pH influi na distribuição das formas livre e ionizada de diversos compostos químicos, contribui para um maior ou menor grau de solubilidade das substâncias e define o potencial de toxicidade de vários elementos. As alterações de pH podem ter origem natural (dissolução de rochas, fotossíntese) ou antropogênica (despejos domésticos e industriais). Para a adequada manutenção da vida aquática, o pH deve situar-se geralmente na faixa de 6 a 9 (Gasparotto, 2011).

Segundo Sperling (2005), o pH (potencial hidrogeniônico) da água é a medida da atividade de íons H⁺ e expressa a condição do meio, ácido (pH < 7,0) ou alcalino (pH > 7,0), sendo influenciado por uma série de fatores, de origem antropogênica ou natural. Sua quantificação é importante para águas destinadas ao consumo humano, por ser um fator preponderante em reações

e solubilização de várias substâncias. Valores fora das faixas recomendadas podem alterar o sabor da água e contribuir para corrosão dos sistemas de distribuição de água, ocorrendo com isso uma possível extração de ferro, cobre, chumbo, zinco e cádmio, e dificultar a despoluição das águas. Água com pH baixo compromete o gosto, a palatabilidade e aumenta a corrosão, enquanto águas com pH elevado comprometem a palatabilidade, aumentam a formação de incrustações e diminuem a eficiência da desinfecção por cloração. O Ministério da Saúde prevê valores de pH aceitáveis para consumo humano situados entre 6,0 e 9,5.

Cloretos (Cl^-) De acordo com Gomes Filho et al. (2013), os cloretos (Cl^-) são encontrados basicamente em todas as águas naturais, em maior ou menor escala. Sua presença pode ser de origem mineral ou resultante de contaminação marinha de suprimentos subterrâneos, despejos humanos e animais, efluentes industriais e contaminação em decorrência de sais utilizados na agricultura. No estudo da determinação de cloretos na água, após a análise, os valores variaram entre 0,1822 e 0,238 (tabela 8). A análise de cloretos na água mostrou resultados em todas as amostras, onde as amostras do mês de agosto apresentaram: I-A 0,1843, I-B 0,00015 e I-C 0,1822. Nas análises das amostras do mês de setembro, os resultados foram: II-A 0,208, II-B 0,215 e II-C 0,238.

Alcalinidade total

Segundo a American Public Health Association (1998), a alcalinidade é a medida da capacidade que a água tem de neutralizar ácidos, isto é, a quantidade de substâncias na água que atuam como tampão. É a soma de todas as bases tituláveis. Esta capacidade é devida à presença de bases fortes, de bases fracas e de sais de ácidos fracos. Os compostos responsáveis pela alcalinidade total são sais que contêm carbonatos (CO_3^{2-}), bicarbonatos (HCO_3^-), hidróxidos (OH^-) e, secundariamente, os íons hidróxidos, como cálcio e magnésio, silicatos, boratos, fosfatos e amônia. Os minerais com capacidade tampão mais comuns são calcita (CaCO_3), magnesita (MgCO_3), dolomita ($\text{CaCO}_3 \cdot \text{MgCO}_3$) e brucita ($\text{Mg}(\text{OH})_2$).

Dureza total

Para Di Bernardo; Dantas (2005), a dureza da água é a soma dos cátions bivalentes presentes na sua constituição e expressa em termos da quantidade equivalente de CaCO_3 . Os principais íons metálicos que garantem dureza à água são alcalino-terrosos, como cálcio e manganês, que quase sempre estão associados a íons sulfato. Outros cátions, como ferro, manganês, estrôncio, zinco e alumínio, também podem conferir dureza à água. Em menor

frequência, os cátions estão associados a nitritos e a cloretos. A dureza da água pode ser obtida pela soma das durezas de carbonatos (dureza temporária) e de não-carbonatos (dureza permanente). É obtida por titulometria.

Oxigênio consumido

De acordo com Valente et al. (1997), a determinação do Oxigênio Consumido (OC) em amostras de água fornece a quantidade de material orgânico que é oxidável nas condições impostas durante o ensaio. A informação sobre a quantidade de OC é útil para a definição de alterações da qualidade da água, além de indicar o desenvolvimento de microrganismos na mesma. Esse termo tem o mesmo sentido químico que a Demanda Química de Oxigênio (DQO), mas é mais utilizado quando o oxidante é o permanganato.

No estudo da determinação do Oxigênio Consumido na água, após a análise, os valores variaram entre -22,041 e -2,064 (tabela 8). A análise da determinação da Dureza Total mostrou que, nas amostras do mês de agosto, os resultados foram: I-A -22,041, I-B -2,071 e I-C -2,058. Nas análises das amostras do mês de setembro, os resultados foram: II-A -1,228, II-B -2,064 e II-C -1,225.

3.6 Análise Microbiológica da Água

Tabela 9: parâmetros da Análise Microbiológica da água

Ensaio	Métodos	Resultados das amostras		Unidades
		Agosto	Setembro	
Coliformes totais	ISSO 48-35: 2013	Ausência	Ausência	ufc/ml
Coliformes Fecais	ISSO 48-35: 2013	23	21	NMP/ml

Fonte: Elaboração própria (2021)

Conclusões

Segundo o Ministério da Saúde, para que a água seja potável e adequada ao consumo humano, deve apresentar características microbiológicas, físicas, químicas e radioativas que atendam a um padrão de potabilidade estabelecido. Dos resultados obtidos nos parâmetros analisados, merece consideração o crescimento do número de estudantes e o uso de água com pressão de bombas automáticas. Tubos quebrados pressionam a quebra de alguns sistemas de abastecimento de água, influenciando negativamente a qualidade da água. As quebras de tubos resultam em grandes concentrações de matéria orgânica, o que é prejudicial à adequação do meio ambiente. Outros parâmetros como pH, DBO, cor e temperatura apresentaram melhores condições

para o consumo humano. No período de estiagem, verifica-se a falta de água conforme as condições ambientais destacadas para o consumo humano. Recomenda-se que o monitoramento seja mantido nos meses de setembro e outubro para os parâmetros de pH, TA, DBO, condutividade elétrica e cheiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ana - agencia nacional de águas. monitoramento da qualidade da água de rios e reservatórios. disponível em: < <http://www.academia.edu/16993720/05/08/2024>

Ana - agencia nacional de águas. monitoramento da qualidade da água de rios e reservatórios. disponível em: < <http://www.academia.edu/16993720/05/08/2024>

Ana_monitoramento_da_qualidade_da_agua_de_rios_e_reservatorios_1> acesso em: 11 de junho de 2019.

Di Bernardo, L.; Dantas, A. D. B. **Métodos e técnicas de tratamento de água**. São Carlos: RiMa, 2005.

<https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/tipos-termometros.htm>05/08/2024

FASOLA, G. B. *et al.* Potencial de Economia de Água em Duas Escolas em Florianópolis, SC. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 11, n. 4, p 65-78, out/dez. 2011.

GONÇALVES, R. F. **Uso racional da água em edificações**. Rio de Janeiro: Prosab/ABES, 2006.

MENDONÇA, T. R. **Conservação de água em residências unifamiliares**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Sergipe, 2009.

NATAL, Lilian, NASCIMENTO, Renata. Águas subterrâneas: conceitos e controvérsias.

Boletim Midia Ambiente. São Paulo, ano II, no. 6, out/nov, 2004.

Disponível em <http://www.midiaambiente.org.br/UserFile/Boletins/Boletim.05/08/2004./out,nov.pdf>.

OLIVEIRA, L. H. de; ILHA, M.; REIS, R. P. A. Água. PCC- USP, 2007. Disponível em: <<http://pcc2540.pcc.usp.br/Material%202007/Cap%204%20-%20Agua.pdf>>. Acesso em: 12 out. 2013.

SILVA, S. R. *et al.* O cuidado domiciliar com a água de consumo humano e suas implicações na saúde: percepções de moradores em Vitória (ES). *Eng. Sanit. Ambient.*, v.14, n.4, p. 521-532, 2009.

SIMÕES, M.; QUEIRÓS, M.; Simões, T. *Técnicas Laboratoriais de Química*, Bloco III, Porto Editor, 1998.

Recebido em: 12/01/2023

Aprovado em: 04/05/2023