Uso Das Sementes Da Moringa Oleifera No Tratamento Da Água Com Turbidez, Captada Diretamente Do Rio Búzi Para O Consumo Humano

Use of Moringa oleifera seeds in the treatment of turbidity water, captured directly from the Búzi River for human consumption

Dilone Tiago Luis Victor Alexandre[1]
Manuel Bendecene Levene[2]
Fátima Tiago Manuel[3]
Gerre Zebedias Samo Sithole[4]

[1] Licenciado em Ensino de Química com Habilitação em Técnicas de Gestão de Laboratórios, 2014 (Moçambique), pela extinta Universidade Pedagógica, Delegação da Beira, atual Universidade Licungo. Atualmente, é Docente de Química na Escola Secundária de Chibabava – Sede Sofala (Moçambique). Email: dilonealexandre2@gmail.com

[2] Licenciado em Ensino de Química com Habilitação em Técnicas de Gestão de Laboratórios, 2016 (Moçambique), pela extinta Universidade Pedagógica, Delegação da Beira, atual Universidade Licungo. Atualmente, Mestrando Programa de Pós-graduação Interdisciplinar em Energia Sustentabilidade (PPGIES), Instituto Latino-Americano de Tecnologia, Infraestrutura e Território, UNILA, Foz do Iguaçu, Brasil. Email: manuellevene@gmail.com

[3] Licenciada em Ensino de Química com Habilitações em Técnicas de Gestão de Laboratórios, 2024 (Moçambique), pela Universidade Pungué – Chimoio. Email: fatimanueltiago2000@gmail.com

[4] Licenciado e Mestrado em Ensino de Química pela Pädagogische Hochschule "Liselotte Hermann", Alemanha Democrática, 1989; Doutorado em Educação/Currículo pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, Brasil, 2004; Engenheiro de Construção Civil pela Universidade Licungo, Moçambique (2019); Docente de Química Orgânica I e II pela extinta Universidade Pedagógica, Delegação da Beira, Atual Universidade Licungo (1993-2019); Docente de Química Geral e Inorgânica na Universidade Jean Piaget de Moçambique, (2019- 2021); Docente de Química Orgânica I e II na Universidade Católica de Moçambique desde 2020. Email: gzebedias@gmail.com

Resumo

Água potável pode ser definida como a água própria para o consumo humano, ou seja, livre de substâncias e organismos patogénicos que possam trazer doenças, além de não possuir cor, gosto ou cheiro**.** A turbidez da água pode ser ocasionada pela erosão das margens do rio Búzi em estações chuvosas, decorrente de falta de fixação da vegetação no solo. Os esgotos sanitários e diversos efluentes industriais e atividades de mineração decorrentes, algumas vezes, ao longo do rio também provocam elevações na turbidez da água. Um dos grandes desafios para a comunidade científica é buscar processos metodológicos que diminuam o impacto nefasto para a saúde humana. As sementes de Moringa oleíferas contêm proteínas com baixo peso molecular quando o seu pó é dissolvido em água turva adquirindo cargas positivas que atraem partículas negativamente carregadas tais como, argilas e siltes, formando flocos densos que sedimentam. Neste contexto, o trabalho teve como objetivo avaliar a quantidade de pó necessária da semente da Moringa oleífera, tempo para sedimentação e remoção da turbidez, efeito no pH da água captada no rio Búzi para o consumo da população das regiões que ele atravessa. A experiência decorreu com amostra de 50, 100, 150, e 250 mg de pó de moringa para 500 ml de água; e apenas uma amostra de 500 ml de água não foi adicionado o pó de moringa. Os resultados da pesquisa mostram uma diminuição de até 95% da turbidez na concentração de 50 mg bem como na otimização do pH.

Palavras-chave: Sementes da Moringa oleífera. Coagulante natural. Turbidez. Consumo humano.

Abstract
Potable water can be defined as water suitable for consumption, that is, free of substances and organisms that can cause diseases, 1 and also without color, taste, or odor. The turbidity of water bodies can be caused by the erosion of river banks during the rainy season, resulting from the misuse of the soil, such as the lack of vegetation fixation. Sanitary sewage and various industrial effluents and mining activities also cause increases in water turbidity. One of the great challenges for the scientific community is to seek methodological processes that reduce the impact on the environment. Moringa oleifera seeds contain low molecular weight proteins, which, when their powder is dissolved in water, acquire positive charges that attract negatively charged particles such as clays and silts, forming dense flocs that sediment. In this context, the study aimed to evaluate the ideal amount of Moringa oleifera seed powder and the best sedimentation time for the removal of turbidity and its effect on the pH of water from the Búzi River consumed by the population of regions whose only source of acquisition of the precious liquid are rivers. The experiment was carried out with 50, 100, 150, and 250 mg of powder/500 mL and another 500 mL of water to which no Moringa powder was added. The research results show a reduction of up to 95% in turbidity at a concentration of 50 mg, as well as optimization of pH.
Keywords: Moringa oleifera seeds, natural coagulant, turbidity.

1. Introdução

Água é a fonte da vida. Todos os seres vivos, indistintamente, dependem dela para viver. No entanto, por maior que seja sua importância, as pessoas continuam poluindo os rios e suas nascentes, esquecendo o quanto eles são essenciais para a permanência da vida no Planeta.

A água para ser consumida pelo Homem não pode conter substâncias dissolvidas em níveis tóxicos e nem transportar em suspensão microrganismos patogênicos que provocam doenças, por isso se faz importante a análise de suas qualidades de Potabilidade antes de ser consumida.

A presente pesquisa intitulada “uso das sementes da moringa oleífera no tratamento da água com turbidez, captada diretamente do rio Búzi para o consumo humano”, foi concebida mediante o estudo com a amostragem colhida nas margens do rio Búzi por ter sido este recurso hídrico que despertou a atenção para que fosse levado a cabo o presente estudo, daí que o estudo foi desenvolvido ao longo das margens deste rio, concretamente na vila sede do Distrito de Chibabava, atravessado a norte por este rio.

A pesquisa teve a duração de dez (10) meses, isto é, de novembro de 2016 à setembro de 2017.

O presente trabalho tinha como objetivo geral, avaliar a eficácia da semente da moringa oleífera na clarificação da água com turbidez que é consumida pelas comunidades ao longo do rio Búzi;

E como objetivo específico o mesmo visou:

✓ Determinar a quantidade ideal de pó das sementes de moringa para a clarificação da água com turbidez;

✓ Verificar a alteração dos parâmetros organolépticos, físico-químicos e microbiológicos da água tratada com o pó das sementes da moringa oleífera;

✓ Analisar o grau da turbidez e pH da água bruta e tratada com o pó de sementes da moringa oleífera.

A população que vive ao longo das margens do rio Búzi tem como fonte de aquisição da água não tratada para seu consumo, ainda que esta ofereça riscos à saúde devido a não potabilidade da mesma. Face a este pressuposto, levantou-se a seguinte questão de pesquisa*:*

✓ *"Que quantidade de pó da semente de moringa oleífera é necessária para a clarificação da turbidez da água captada no rio Búzi para o consumo humano?"*

Aliada a esta pergunta foi também tida como questão auxiliar da pesquisa a seguinte:

✓ *"Qual benefício advém do uso do pó de sementes de Moringa oleífera no tratamento da água do rio Búzi para o consumo humano?"*

Para a concretização dos objetivos do presente trabalho foram usados como metodologia:

✓ Consulta Bibliográfica

✓ Método Experimental

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Conceitos Importantes

2.1.1 Água potável

Segundo Afonso e Domingos (2009) a água própria para beber deve ser incolor, inodora, insípida e estar isenta de bactérias ou microrganismos patogênicos.

Segundo Souza (2014) água potável pode ser definida como a água livre de substâncias e micro-organismos que possam trazer doenças, além de não possuir cor, gosto ou cheiro. Para que uma água seja considerada potável, devemos, portanto, analisar as suas características físicas, químicas, biológicas e até mesmo radioativas**.**

Muitas pessoas pensam que a água cristalina é potável e que, portanto, não necessita de tratamento. Entretanto, apenas cor e odor não são suficientes para garantir que a água seja própria para o consumo, haja vista que organismos patogénicos sub-microscópicos podem estar presentes e causar sérios danos à saúde. Sendo assim, a água potável não pode ser avaliada apenas visualmente, sendo fundamentais os testes de potabilidade.

Segundo Souza (2014), normalmente as águas de rios e lagos não são próprias para consumo humano, sendo fundamental que passem por processos específicos em estações de tratamento de água. Após o tratamento, é importante que sejam realizados testes de análises para confirmar se a água tratada corresponde ao padrão de potabilidade exigido pelo Ministério da Saúde. Caso esteja de acordo, a água poderá ser enviada para a população.

Dentre os padrões exigidos pelo Ministério da Saúde**,** destacam-se a análise dos coliformes fecais, monitoramento de *Escherichia coli,* análise da turbidez e das substâncias químicas presentes, incluindo-se as ciano-toxinas e verificação de pH, gosto, odor e radioatividade. (Souza, 2014)

A Organização Mundial de Saúde estima que cerca de 748 milhões de pessoas não possuam acesso de forma sustentada a água potável no mundo e aproximadamente 1,8 bilhão de pessoas utilizam água contaminada. Isso significa que uma grande parcela da população está sujeita a contrair doenças que podem, inclusive, levá-las à morte. (OMS, 2006)

A falta de água potável no mundo apresenta diversas causas, destacando-se a poluição e a falta de planificação na distribuição desse recurso**.** Sendo assim, é importante que políticas sejam criadas urgentemente para garantir a conservação dos corpos hídricos, a despoluição de rios e que a distribuição ocorra de maneira adequada. Também é fundamental o investimento constante em saneamento, pois este garante um destino adequado ao esgoto e que a água de qualidade chegue à população. (OMS, 2006)

É importante destacar que a água potável é um bem valioso que merece atenção não só por parte dos governantes. Cada pessoa, ao desperdiçar a água em sua casa ou poluir um rio, por exemplo, está contribuindo para que a quantidade de água potável seja reduzida.

Fazer a nossa parte é garantir qualidade de vida para a nossa geração e para as gerações futuras.

2.1.2 Normas de qualidade

As substâncias na água podem ser classificadas de acordo com as suas propriedades específicas (inorgânicas, biológicas, radiológicas) ou de acordo com outras características associadas, por exemplo, aos seus usos e funções. (Alves, 2007).

As normas de qualidade são o instrumento quantitativo que expressa as características mínimas a que a água destinada ao consumo humano deve obedecer (Alves, 2007).

Ainda segundo Alves (2007), cada país deve estipular os seus critérios legais tendo em consideração os seguintes objetivos:

- Inexistência de substâncias químicas em concentrações tóxicas e de micro-organismos patogénicos;
- Inexistência de características prejudiciais à manutenção do sistema de abastecimento;
- Ser incolor, inodora, fresca, de sabor agradável e isenta de micro-organismos.

2.1.3 Fontes de água bruta

Segundo Suluda (2012), as principais fontes da água bruta são quatro (4) a saber:

- ***Água de chuva*** são as que resultam da precipitação das chuvas, são águas para o consumo Humano, porém carecem de sais dissolvidos e estão saturadas de oxigénio e nitrogénio;
- ***Águas continentais superficiais*** são as que se encontram a percorrer a superfície terrestre e podem classificar-se sob ponto de vista da sua origem em três (3) classes:
- Á***gua da montanha*** (águas lóticas);
- ***Águas dos rios*** (águas lênticas);
- ***Águas de lagos e das albufeiras***.

2.1.4 Qualidade de água para o consumo humano

Segundo Paulos (2008), o conceito de qualidade apresenta, simultaneamente, uma grande ambiguidade e uma grande diversidade. Para este autor, *Qualidade* não é, portanto, uma palavra cujo significado seja objetivo e unívoco. Este conceito de qualidade é relativo, uma vez que se baseia na objetividade do utilizador, ou do fim a que a água se destina. Uma água com qualidade para ser bebida pode não servir para outros fins (agricultura, indústria, etc.), e vice-versa. Por exemplo:

- A água destilada, quase pura, não serve para beber, ou, mais rigorosamente, o seu consumo conduziria a prazo à morte do consumidor, por perda de minerais que seriam retirados do organismo;
- Uma água para consumo humano não é adequada, por exemplo, para a indústria da pasta de papel branqueada, visto conter determinada quantidade de ferro, elemento essencial à vida, que provocaria no papel manchas de ferrugem.

Assim, não existe nenhuma água cuja qualidade, em termos absolutos, seja adequada para todos os fins.

Ainda segundo Paulos (2008), para o consumidor direto, a qualidade da água é avaliada, numa primeira impressão, pelas suas propriedades organolépticas. Para que possa ser bebida, incondicionalmente e sem repugnância, deverá ser clara (incolor), inodora (sem cheiro) e não ter qualquer sabor desagradável. No entanto, uma água que apresente estas características pode não ser adequada para o consumo humano, visto que pode estar por exemplo contaminada com organismos patogénicos. Para poder ser consumida sem restrições deverá respeitar muitas outras exigências, não possíveis de avaliar sensorialmente.

Pode concluir-se que a água para o consumo humano tem como requisitos de qualidade não pôr em risco à saúde, não causar danos nos sistemas de distribuição e possuir características organolépticas que não afetem negativamente a sua aceitação por parte do consumidor.

2.2 Características organolépticas

As características organolépticas compreendem a cor, o cheiro e o sabor. A origem da cor apresentada pelas águas naturais deve-se, isoladamente ou em conjunto, às seguintes causas:

- Origem natural inorgânica, devido à presença de compostos metálicos, principalmente de ferro e de manganês;
- Origem orgânica, animal ou vegetal;

Origem industrial, devido à descarga de efluentes industriais (têxteis, pasta de papel, refinarias, indústrias químicas). (Paulos, 2008),

É usual definir dois tipos de cor: a aparente e a verdadeira. A cor aparente é a coloração da água tal como ela se apresenta, isto é, com todas as matérias em suspensão. A cor verdadeira é aquela que a água apresenta uma vez removida as matérias em suspensão. O fato de uma água não se apresentar límpida, não significa que ela esteja isenta de produtos tóxicos ou perigosos.

O cheiro, segundo Rodier et al., (2011), pode definir-se como:

- O conjunto de sensações apreendidas pelo sentido de olfato quando estiver em presença de certas substâncias voláteis;
- A qualidade de cada sensação particular ou individualizada provocada por cada uma daquelas substâncias.

A existência de cheiro e de sabor na água pode ser, como no caso da cor, um sinal de poluição ou da presença de matéria orgânica em decomposição.

2.3 Características Físico-químicas

Serão tratadas as características que se consideram mais relevantes a este estudo, e que são as seguintes:

2.3.1 Potencial Hidrogeniônico (pH)

O pH expressa a concentração de iões hidrogénio, o seu valor para água pura a 25 ºC é igual a 7,0, inferior a 7,0 em meio ácido e superior a 7,0 em meio alcalino. Naturalmente é alterado por dissolução de rochas, fotossíntese ou de forma antropogênicas através dos

despejos domésticos e industriais. É importante para o ambiente, já que as reações químicas são fortemente afetadas pelo seu valor (Silva, 2012).

De acordo com Loriatti e Matheus (2009) o pH é um importante parâmetro que pode fornecer indícios do grau de poluição, o metabolismo de consumidores ou ainda impactos em um ecossistema aquático. As águas naturais apresentam um pH entre 4 e 9, influenciado pela dissolução de CO_2, que origina baixos valores de pH. Em geral, quando o pH se aproxima de

9 é porque ocorreu a retirada de gás carbónico das águas por algas no processo de fotossíntese.

2.3.2 Turbidez

A turbidez, segundo Cordeiro (2008), é evidenciada pela presença de partículas em suspensão e em estado coloidal, apresentando uma forte relação com a contaminação biológica.

Henning (2011) reforça esta informação quando afirma que a turbidez pode causar danos à saúde, principalmente quando é antropogênica, pois nas partículas agregam-se os micro-organismos causadores de diversas doenças de veiculação hídrica e compostos tóxicos.

Segundo a OMS (2006), a turbidez é uma característica da água devida à presença de partículas em estado coloidal em suspensão, matéria orgânica e inorgânica finamente dividida, plâncton e outros organismos sub-microscópicos. É expressa pela interferência da passagem da luz através do líquido sendo medida em um turbinímetro ou nefelómetro e é expressa em unidade nefelométrica de turbidez (NTU).

Por isso a turbidez é uma expressão da propriedade óptica que faz com que a luz, através da amostra, seja espalhada e absorvida e não transmitida em linha reta. A clareza de um corpo de água natural é um dos principais determinantes da sua condição e produtividade (Parron, 2011).

A turbidez dos corpos pode ser causada pela erosão das margens dos rios em estações chuvosas, decorrente do mau uso do solo, como a falta de fixação da vegetação no mesmo. Os esgotos sanitários e diversos efluentes industriais e atividades de mineração também provocam elevações na turbidez das águas. A primeira causa mostra o caráter sistêmico

da poluição, quando no ambiente ocorrem inter-relações ou transferências de problemas de um para o outro, como do solo para a água (Piveli, Kato, 2006).

As águas brutas dos mananciais superficiais apresentam variações em sua turbidez entre períodos chuvosos e de estiagem quando está represada a turbidez se reduz devido a sedimentação das partículas. Na água bruta, ela é considerada um dos principais parâmetros de seleção de tecnologias de tratamento e de controle dos processos de tratamento (OMS, 2006).

Quando a presença da turbidez provoca a redução de intensidade dos raios luminosos que penetram no corpo de água, influi nas características do ecossistema presente e quando as partículas se sedimentam formam bancos de lodos onde a digestão anaeróbica leva à formação de gases metano e gás carbônico, principalmente, além de nitrogénio gasoso e gás sulfídrico que é malcheiroso (Piveli, Kato, 2006).

A elevação dessa variável desequilibra a cadeia trófica causando modificações nos ciclos biodinâmicos, interferindo na velocidade e na intensidade da ação fotossintética sendo prejudicial aos peixes (Alcântara, 2006).

Os mananciais que são mais vulneráveis às fontes de contaminação e susceptíveis a variações sazonais de qualidade de água são respectivamente os mananciais superficiais, o lençol não confinado (freático) e confinado (artesiano). Já com relação às partículas em suspensão (turbidez) e organismos patogénicos sedimentáveis (por exemplo, protozoários), as águas subterrâneas represadas, lagos naturais ou barragens em geral, apresentam melhor qualidade que as águas correntes, porém podem eutrofizar acentuando a cor por causa da proliferação de algas e cianobactérias. As protegidas são as águas subterrâneas, pois só estão sujeitas a fontes de poluição ou contaminação naturais, decorrentes das características do solo, tais como ferro, manganês, arsênio e fluoretos (OMS, 2006).

Na água filtrada, a turbidez é considerada um indicador sanitário, sua remoção por meio de filtração indica a remoção de partículas em suspensão, cistos e oocistos de protozoários.

2.3.3 Dureza

Em geral, designam-se águas duras aquelas que exigem muita quantidade de sabão para produzir espuma ou que dão origem a incrustações de água quente nas panelas ou noutros

equipamentos, nos quais a temperatura da água é elevada. Forma-se, o que se designa em linguagem corrente a "pedra das panelas". Embora com o aparecimento dos detergentes o problema da dureza, no que respeita ao consumo de sabão, tenha perdido o seu impacto, o mesmo já não se poderá dizer quanto às incrustações. (RODIER, et al, 2011)

A dureza das águas naturais varia consideravelmente de lugar para lugar, sendo em geral a dureza das águas superficiais menor do que a das águas subterrâneas. A dureza de uma água reflete a natureza das formações geológicas com as quais ela esteve em contato. (Piveli, Kato, 2006).

A dureza (em geral expressa em mg/L de carbonato de cálcio $CaCO_3$) de uma água é devido à presença de catiões metálicos bivalentes principalmente iões cálcio (Ca2+) e magnésio (Mg2+). Uma água dura é aquela que contém grande quantidade de cálcio e magnésio. Estes iões metálicos bivalentes estão, em geral, associados com o anião bicarbonato (HCO_3^-), sulfato (SO_4^{2-}), cloreto (Cl-) e nitrato (NO_3^-). (RODIER, et al, 2011)

No entanto, é habitual distinguir-se entre dureza temporária (ou carbonatada) e dureza permanente (ou não-carbonatada). A primeira é devida ao cálcio e magnésio que se encontram ligados aos bicarbonatos e, que são eliminados quando a água é fervida. A dureza permanente é devido ao cálcio e ao magnésio que se encontram associados aos sulfatos, cloretos, nitratos, etc. e, que não são eliminados quando a água é fervida. (RODIER, et al, 2011)

2.3.4 Condutividade

A condutividade é uma expressão numérica da capacidade de uma água conduzir a corrente elétrica. Dependendo das concentrações iônicas e da temperatura indicada, a quantidade de sais existentes na coluna de água, e, portanto, representa uma medida indireta da concentração de poluentes. Em geral, níveis superiores a 100 mS/cm indicam ambientes impactados. (RODIER, et al, 2011)

A condutividade também fornece uma boa indicação das modificações na composição de uma água, especialmente na sua concentração mineral, mas não fornece nenhuma indicação das quantidades relativas dos vários componentes. À medida que mais sólidos dissolvidos são adicionados, a condutividade da água aumenta. Altos valores podem indicar características corrosivas da água. (Piveli, Kato, 2006).

2.4 Fontes de Poluição da Água

Segundo Cesan (2011), durante sua circulação pela superfície da Terra, a água pode ser contaminada pelo homem e animais. Isso acontece principalmente nas cidades, onde os esgotos das casas, hospitais e fábricas são lançados sem tratamento nos rios, lagos e mares.

A água contaminada é um poderoso veículo de transmissão de doenças. As doenças relacionadas com a água têm diversas origens e são causadas principalmente por bactérias, vírus ou parasitas. Cesan (2011),

2.5 Padrões da água utilizada em Moçambique (limites máximos e mínimos admissíveis)

De acordo com MISAU (2004), a água é considerada potável quando estiver ausente de coliformes totais, fecais e vibrião colérico, apresentar sabor insípido, incolor, PH no intervalo de 6,5 a 8,5, turvação não superior a 5 NTU e concentrações baixas de parâmetros químicos. Mas para a água de abastecimento público sem o tratamento, ainda pode-se considerar um parâmetro de coliformes fecais não superiores a 10.

2.6 Tratamento de Água

É comum que a água dos rios antes de ser tratada (água bruta) possui um aspecto barrento, turvo e com coloração que vai do amarelo ou roxo-claro ao roxo-escuro. Quem proporciona turbidez à água são partículas de material que ficam em suspensão (argila, areia, microalgas). A coloração da água é provocada por substâncias orgânicas dissolvidas ou finamente divididas. Na estação de tratamento da água essas substâncias são removidas de maneira a tornar a água própria para o consumo humano. (Heller, et al.,2006),

O tratamento da água tem como objetivo assegurar a sua potabilidade, ou seja, proteger a saúde pública tornando-a tão agradável à vista e ao paladar quanto possível, e evitar a destruição dos materiais do sistema de abastecimento de água.

Segundo Heller, et al. (2006), dois mecanismos principais de transmissão de doenças pela água são observados: por agentes biológicos a ingestão de água contaminada por micro-organismos patogênicos e a transmissão por falta de higiene devido a diminuição da

quantidade da água. Embora seja comum dizer, do ponto de vista técnico, pode-se potabilizar (tornar potável) qualquer tipo de água, o risco sanitário e os custos envolvidos no tratamento de água contaminada podem ser muito elevados, exigindo o emprego de técnicas cada vez mais custosas e sofisticadas, como desinfecção da água por uso de produtos químicos (cloro e ozônio) ou até mesmo luz ultravioleta, por esse motivo deve-se priorizar ações de proteção dos mananciais, ou seja, onde segundo Heller (2006, p. 55) "o tratamento começa na escolha da captação da água bruta".

Consoante o clima, características geológicas, biológicas e atividades antropogênicas existentes, as características da água e suas necessidades de tratamento variam (Ribeiro, 2010). Segundo CESAN (2011), o tratamento da água acontece em etapas e envolve processos químicos e físicos. A adição de produtos químicos contribui para tornar a água potável. As Etapas do Tratamento da Água e Produtos Químicos utilizados são:

1ª Etapa: Crivagem: No ponto de captação de água bruta existe um sistema de crivagem que não permite a passagem de folhas ou resíduos sólidos de grandes dimensões, os quais podem entupir o sistema de bombagem e tratamento.

2ª Etapa: Coagulação

Produto químico adicionado: Sulfato de Alumínio ou Cloreto de Polialumínio (PAC)

3ª Etapa: Floculação

Produto químico adicionado: polímero catiônico, aniônico ou neutro.

4ª Etapa: Decantação ou Flotação

Não é adicionado produto químico nessa etapa do tratamento.

5ª Etapa: Filtração

Também não é adicionado produto químico nessa etapa de tratamento.

6ª Etapa: Desinfecção (Cloragem) ***Produto químico adicionado:*** *Cloro (Cl_2)* **7ª Etapa: Fluoretação**

***Produto químico adicionado*:** Ácido Fluossilícico (H_2SiF_6)

8ª Etapa: Neutralização ou correção do pH

Produto químico adicionado: Cal Hidratada (Ca(OH)2)

A cal hidratada ou hidróxido de cálcio é um produto químico utilizado no tratamento da água para correção do pH (potencial de hidrogênio). Durante o tratamento a água entra em contato com produtos químicos que conferem característica de acidez à água e isso precisa ser corrigido. (Cesan, 2011).

2.7 Vantagens de Uso de Coagulantes Biológicos em Relação aos Coagulantes Químicos

A utilização de coagulante natural produzido no local e a baixo custo financeiro, pode atenuar os problemas ligados ao consumo de água não potável e despejo de águas residuais, sem tratamento, em corpos hídricos receptores. O coagulante/floculante tem demonstrado vantagens em relação aos químicos, especificamente em relação a biodegradabilidade, baixa toxicidade e baixo índice de produção de lodos residuais (Monaco et al. 2010).

Os polímeros naturais, como os amidos de mandioca e de batata tem seu uso comprovado como auxiliares de floculação e/ou filtração. Além dos amidos, que são largamente empregues como auxiliares de floculação e/ou filtração, é possível citar outros biopolímeros que podem ser empregados com a mesma finalidade, como o Quiabo e a moringa (Scariotto, 2013).

Uma das pesquisas realizadas é a utilização de biopolímeros da semente de Moringa Oleífera, no processo de tratamento da água, pois promove a coagulação da matéria orgânica com fração menor do que a dos coagulantes químicos, diminuindo a formação de lodos, não alterando o pH da água, diminuindo a turbidez e a cor, contribuindo também para a remoção de até 90% das bactérias, pois, a maior parte delas encontram-se agregadas as partículas disseminadas na água, com isso diminuindo a quantidade de cloro no processo de desinfecção tornando o processo biodegradável (Santos, 2013).

Yarahmedi et al. (2009) mostram experimentalmente, quando compararam a eficiência de coagulação do cloreto de alumínio e do extrato da semente de moringa que o pH final da amostra de água não foi alterado com extrato de moringa, já o cloreto de alumínio provocou a redução do mesmo.

2.8 As sementes da moringa oleífera

As sementes, quando comparadas às folhas, vagens e cascas, apresentam melhor potencial de coagulação/floculação. Ainda de acordo com os resultados experimentais, as proteínas ativas estão contidas apenas nas sementes, portanto para garantir a eficácia no tratamento de água é ideal utilizar as sementes da moringa oleífera colhidas

recentemente, pois, a eficiência de coagulação diminui com o passar do tempo de armazenamento das sementes. Entretanto, são consideradas altamente ativas pelo fato de produzirem altas reduções na turbidez da água bruta por um período máximo de 18 meses, diminuindo o seu potencial significativamente e, tornando-se ineficiente após 24 meses, especialmente, para água bruta com turbidez inferior a 100 NTU (Valverde et al., 2014).

As sementes de moringa oleíferas contêm proteínas com baixo peso molecular, quando o seu pó é dissolvido em água adquirem cargas positivas que atraem partículas negativamente carregadas tais como, argilas e siltes, formando flocos densos que sedimentam (Valverde et al. 2014).

Tabela 1 **– Composição química centesimal das sementes da moringa oleífera**

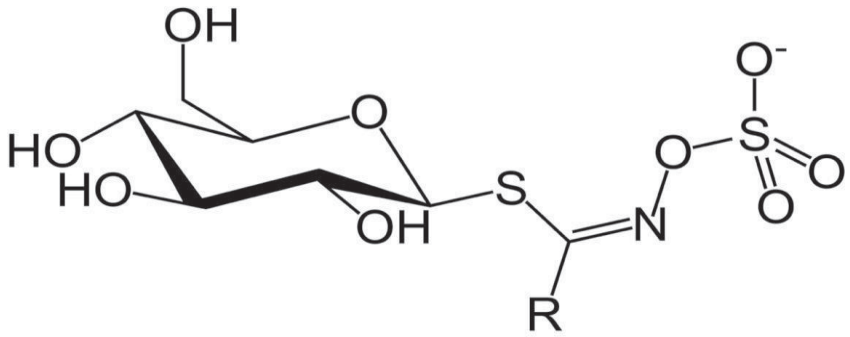
Composição centesimal (em g)	***Sementes (100g)***
Humidade	3,27
Matéria inorgânica Proteínas	3,09
Lipídeos	25,14
Matéria orgânica	22,17
	46,33

Fonte: FERNANDES, et al. (2012)

2.8.1 Estrutura da substância coagulante presente na semente da moringa

Nos cotilédones das sementes são encontradas substâncias ativas possuindo três componentes principais: os floculantes – que são polipeptídios (proteínas), substâncias ainda não claramente identificadas e substâncias antimicrobianas, que no processo de purificação da água podem reduzir a carga bacteriana em até 97% em pouco tempo (Almeida, et al. 2008).

Figura 1: **Estrutura da substância coagulante presente na semente da moringa (Glucosinolato)**



Fonte: https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/13/Glucosinolateskeletal.

2.9 Importância do tratamento adequado da água

A água é um elemento essencial à vida, porém, é necessário que tenha qualidade. Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2006), muitas crianças morrem anualmente de doenças relacionadas com águas contaminadas.

Segundo Miranda (2007), o processo de coagulação – floculação tem por objetivo remover a turbidez orgânica ou inorgânica que não sedimenta rapidamente, a cor verdadeira e aparente, eliminar bactérias, vírus e organismos patogénicos susceptíveis de serem separados por coagulação, destruir algas e plâncton em geral e remover fosfatos, os quais servem como nutrientes para o crescimento de algas, eliminar substâncias produtoras de sabor e odor e de precipitados químicos.

3 MATERIAL E MÉTODO

3.1. Metodologia da pesquisa

Segundo Gil (2008, p.8), método é "um conjunto de procedimentos intelectuais e técnicos" necessários à investigação científica. Como o conhecimento científico se fundamenta na razão, é necessário que seja sistemático, de modo que possa ser testado e comprovado por outros membros da comunidade científica, daí a necessidade do método.

Para a concretização dos objetivos do presente trabalho foram usados como metodologia:

3.1.1 Consulta Bibliográfica

Com base nesta técnica coletou-se informações, ideias relevantes de determinadas obras bibliográficas relacionados com o tema, tais como, artigos, livros, obras bibliográficas, etc. A partir dessas fontes se escreveu a fundamentação teórica deste trabalho investigativo.

3.1.2 Método Experimental

O método experimental consiste, especialmente, em submeter os objetos de estudo à influência de certas variáveis, em condições controladas e conhecidas pelo investigador, para observar os resultados que a variável produz no objeto (Gil, 2008).

Este trabalho é meramente experimental e consistiu na execução de várias atividades desde a preparação das amostras até a análise dos parâmetros da qualidade de água. Com base neste método realizou-se experiência relacionada com a clarificação da água com turbidez usando as sementes de moringa oleífera, análise físico-química da água a qual foi determinada o pH, a condutibilidade elétrica, a turvação, a quantidade de iões de cálcio, dureza total da água antes e após o tratamento, como também se determinou os parâmetros microbiológicos tais como: coliformes totais, fecais e vibrião colérico.

3.2 Instrumento de recolha de dados

3.2.1 Observação Direta

Técnica de coleta de dados, que não consiste em apenas ver ou ouvir, mas examinar os fatos ou fenômenos que se desejam estudar, elemento básico da investigação científica. (Lakatos e Marconi, 1991).

Com esta técnica de recolha de dados observou-se, primeiramente, o aspecto que a água do rio Búzi apresentava-se muito turva e, mesmo assim, a população a consumia pelo fato de ser a única disponível. A turbidez era mais acentuada na época chuvosa. Depois da coleta da amostra observou-se o aspecto organoléptico, físico-químico e microbiológico da água oriunda do rio Búzi antes e depois do tratamento com o pó das sementes da moringa oleífera, a qual permitiu determinar a quantidade adequada deste pó no tratamento da água para o consumo humano.

3.2.2 Realização da experiência

A experiência de clarificação da água usando as sementes da moringa oleífera foi realizada no laboratório de Química da Universidade Pedagógica – Delegação da Beira, pois, este laboratório dispõe de condições mínimas para o efeito. Por falta de materiais para a realização de análise química e Microbiológica, estas foram realizadas no Laboratório de Higiene de águas e alimentos.

a) ***Materiais***

- ✓ Provetas Funil
- ✓ Papel de filtro;
- ✓
- ✓ Espátula;
- ✓ Vidro de relógio; Copos de
- ✓ béquer;
- ✓ Almofariz e seu pistilo;
- ✓ Garrafas vazias de 500mL de água

b) ***Aparelhos***

- ✓ Balança analítica com precisão
- modelo de 0,0001g Denver Instrumental, XE-100;
- ✓ Eletrômetro; pH – metro.
- ✓ ***Reagentes e soluções***

c)

- ✓ Pó de sementes de moringa oleífera;
- ✓ Água do rio Búzi (amostra).

3.2.2.1 Recolha e preparação das amostras

A amostra da água em estudo foi coletada no rio Búzi, concretamente na região de Chibabava, para recolha da amostra lavou-se cuidadosamente um recipiente de 5 litros e em seguida cartou-se a água introduzindo o recipiente diretamente dentro do rio, fechou-se e levou- se ao Laboratório onde foram realizadas as análises.

3.2.2.2 Procedimentos

- As sementes da moringa oleífera foram colhidas, postas a secar ao sol e descascadas;
- Em seguida com a ajuda de um almofariz e seu pistilo, foram trituradas as sementes até formarem pó;
- O pó foi conservado em um recipiente plástico com tampa para evitar a exposição à humidade;
- Pesou-se separadamente 50, 100, 150 e 250 mg do pó;

- A cada dose do pó adicionou-se 500 ml da água turva proveniente do rio Búzi;
- Agitou-se muito bem a mistura e deixou-se repousar durante 1 hora;
- No final deste tempo filtrou-se a mistura;
- Finalmente, com a água filtrada fez-se as análises Físico-químicas e microbiológicas.
- As análises Físico-químicas e Microbiológicas foram realizadas no laboratório de higiene de águas e alimentos da cidade da Beira.

3.2.3 Análises das amostras realizadas no laboratório de higiene de águas e alimentos

De modo a verificar a eficácia dos resultados da experiência de tratamento da água com o pó das sementes da moringa oleífera, realizou – se no Laboratório de higiene de águas e alimentos as seguintes análises: turbidez, coliformes (totais e fecais) e Vibrião colérico, cálcio e dureza total. Para tal, levou-se ao laboratório cinco (05) amostras sendo, água do rio Búzi não tratada, água tratada com 50, 100, 150 e 250 mg de pó das sementes de moringa oleífera respectivamente. Os boletins das análises no LHAA constam no anexo deste trabalho.

4 Resultados e Discussão

A água constitui um recurso limitado, sendo, no entanto, indispensável e essencial. O Homem necessita de consumir diariamente, direta e indiretamente, cerca de 2 a 3 litros de água. Essa água tem que apresentar características de qualidade que garantam a sua potabilidade, de modo a não constituir um veículo de doenças e poluentes.

O objetivo deste trabalho é determinar a quantidade adequada do pó das sementes da moringa oleífera para o tratamento da água com turbidez.

Para tal usou-se o método comparativo que consistiu na análise dos parâmetros de qualidade da água das amostras tratada com sementes de moringa oleífera em diferentes doses. Portanto, considerou-se a quantidade eficiente aquela que os seus parâmetros se aproximam mais ao dos estabelecidos pelo MISAU para água potável.

As sementes da moringa oleífera foram trituradas em pilão e pistilo pouco antes da sua aplicação, tendo-se adicionado diretamente na água com turbidez em quatro doses diferentes.

Nesta seção são apresentados e discutidos os dados em tabela ou gráfico de PH, turbidez, coliformes fecais e totais das cinco amostras, das quais quatro tratadas com sementes de moringa oleífera, nas doses únicas de 50, 100, 150 e 250 mg/0,5L respectivamente, e, uma amostra de 500 ml não tratada.

4.1 Características Físicas e organolépticas

Sobre as características organolépticas, foi determinada a turbidez pelo método Turbidimetria, no LHAA, tendo-se obtido os seguintes resultados por amostra:

- Para água bruta (não tratada) obteve-se 41,64 NT;
- Amostra A_1 obteve-se 2,09 NTU, amostra A_2 2,43 NTU, A_3 2,66 NTU e A_4 3,05 NTU

A **tabela 2** consta um delineamento dos resultados da análise das características físicas e organolépticas da água bruta e da água tratada com as sementes da moringa oleífera nas doses únicas de 50, 100, 150 e 250 mg/0,5L respectivamente.

Tabela 2: Características Físicas e organolépticas (turbidez) das amostras

Amostra	***Valor de Turbidez (em NTU)***
Água bruta	41,64
A_1 A_2 A_3 A_4	2,09
Limite máximo admissível pela OMS	2,43
	2,66
	3,05
	05

Fonte: Laboratório de higiene de água e alimentos da Beira, 2017.

(***Amostra A1***) – amostra tratada com 50 mg/0,5L; (***Amostra A2***) – amostra tratada com 100 mg/0,5L; (***Amostra A3***) – amostra tratada com 150 mg/0,5L; (***Amostra A4***) – amostra tratada com 250 mg/0,5L.

A designação de uma água turva é aplicada às águas que contenham materiais em suspensão, as quais interferem com a passagem da luz através da água. A turvação pode ser causada por uma enorme variedade de materiais em suspensão, de origem orgânica ou inorgânica, as quais variam desde partículas coloidais e sólidos de certas dimensões.

No caso das águas oriundas do rio Búzi a sua turvação é devido a partículas coloidais e a partículas de certa dimensão. Concordando com (Piveli, Kato, 2006), a turbidez das águas pode ser causada pela erosão das margens dos rios em estações chuvosas, decorrente do mau uso do solo, como a falta de fixação da vegetação. O mesmo se pode observar ao longo das margens do rio Búzi.

Os resultados da pesquisa mostraram uma redução significativa da turbidez da água tratada com sementes da moringa oleífera em comparação com o valor da turbidez da água bruta. Segundo (Valverde et al. 2014), esta redução da turbidez deveu-se ao fato de as sementes de moringa oleíferas possuírem proteínas com baixo peso molecular, e quando o seu pó é dissolvido em água bruta adquirem cargas positivas que atraem partículas carregadas negativamente tais como, argilas e siltes, formando flocos densos que sedimentam.

4.2 Análise Química

Na análise química determinou-se os seguintes parâmetros: pH pelo método potenciómetro; Condutibilidade eléctrica, através do método eletrométrico; Cálcio (mg/L de Ca2+) pelo método de Titulação com nitrato de prata ($AgNO_3$) e Dureza total (mg/L de $CaCO_3$) pelo método Titulação com EDTA.

Os resultados desta análise são apresentados na tabela abaixo:

Tabela 3: Comparação entre os resultados da análise Química da água bruta e tratada com os parâmetros recomendados pela OMS.

Amostra	**Cálcio (mg/L de Ca2+)**	**Dureza total (mg/L de $CaCO_3$)**
pH		
CE (mS/cm)		

Água bruta	7,9	0,06	5,6	56
A_1	7,6	0,07	7,2	52
A_2	7,5	0,08	7,2	60
A_3	7,6	0,09	8,0	52
A_4	7,7	0,14	8,0	66
Parâmetros recomendados pela OMS	6,5 a 8,5	0,050 a 20	50	100

CE – *Condutibilidade eléctrica*

Fonte: Laboratório de Higiene da água e alimentos da Beira, 2017.

4.3 Potencial Hidrogeniônico (pH)

Observando a tabela número 03 verifica-se que o potencial Hidrogeniônico (pH) não sofreu grande alteração, isto deve-se à propriedade que o coagulante apresenta em não alterar o pH do fluído aquoso, deixando uma faixa neutra. Esta propriedade faz com que este coagulante tenha uma vantagem muito grande quando comparado aos coagulantes químicos, como o Sulfato de alumínio, que altera o pH, necessitando por isso a sua correção, conforme afirma (Monaco, et al. 2010).

4.4 Condutibilidade Elétrica (CE)

A condutividade fornece uma boa indicação das modificações na composição de uma água, especialmente na sua concentração mineral, mas não fornece nenhuma indicação das quantidades relativas aos vários componentes. Segundo Lima (2015), à medida que mais sólidos dissolvidos são adicionados, a condutividade da água aumenta. O mesmo foi observado pela autora, segundo ilustram os dados da tabela 3, referentes a resultados da análise química da água.

4.5 Cálcio e Dureza

Segundo Sousa (2001), a dureza (em geral expressa em mg/L de carbonato de cálcio $CaCO_3$) de uma água é devido à presença de catiões metálicos bivalentes principalmente cálcio (Ca2+) e magnésio (Mg2+). Uma água dura é, portanto, aquela que contém grande quantidade de cálcio e magnésio.

Segundo os dados da análise apresentados na tabela 3, verifica-se um aumento de iões cálcio na medida que aumenta a quantidade das sementes da moringa oleífera aplicada,

porém estes valores estão de acordo com os estabelecidos pelo MISAU, que segundo a legislação deste órgão o valor máximo permitido para água do consumo é de 50mg/L.
Em relação a dureza total, nota-se uma variação não linear na medida que aumenta a quantidade das sementes da moringa oleífera aplicada conforme ilustram os valores da tabela 3, contudo são valores aceites pelo MISAU para a água de consumo humano, pois o valor máximo permitido segundo este órgão é de 50mg/L. Salienta-se que esta dureza é temporária (ou carbonatada), pois, o cálcio e o magnésio que se encontram ligados aos bicarbonatos, são eliminados quando a água é fervida.

4.6 Análise Microbiológica

Nesta análise determinou-se os coliformes totais e fecais pelo método de tubos múltiplos e Vibrio Cholerae (Vibrião colérico), pelo método de sementeira em placa.

Tabela 4: Resultados da análise Microbiológica coliformes totais e fecais Vibrio Cholerae

Amostra	Coliformes Totais	Coliformes Fecais	Vibrio Cholerae
Água bruta	9	< 3	_
A_1	≥ 2400	< 3	_
A_2	≥ 2400	< 3	_
A_3	≥ 2400	< 3	_
A_4	≥ 2400	< 3	_
Limites máximos e mínimos recomendados pela OMS	Ausente	0 10	Ausente

(–) – Ausente.
Fonte: Laboratório de Higiene de água e alimentos da Beira, 2017.

Concordando com Souza (2014), a presença de coliformes fecais na água analisada indica que a água tinha sido contaminada com o material fecal do Homem ou outros animais, o que dá uma indicação de que possam existir microrganismos patogénicos na mesma.
Em relação à tabela número 04, verifica-se um aumento drástico dos coliformes totais depois de aplicado o pó de sementes de moringa oleífera nas amostras A_1 até A_4. Este aumento deve-se à degradação da matéria orgânica (pó de semente de moringa oleífera) que serviu de alimentação dos micro-organismos existentes na água. Em síntese, pode-se chegar a conclusões que as sementes de moringa não eliminam os coliformes totais e fecais pois os resultados mostram que apenas reduz a turvação até aos padrões recomendados pela OMS e fecais mantiveram-se.

5 Considerações Finais

Nesta secção são apresentadas as conclusões e as recomendações da pesquisa intitulada "***Uso das sementes da moringa oleífera no tratamento da água com turbidez, captada diretamente do rio Búzi para o consumo humano***" com o trabalho pretendia-se encontrar a melhor quantidade de pó das sementes da moringa que oferece melhores resultados no tratamento da água com turbidez. A água para ser consumida pelo homem não pode conter substâncias dissolvidas em níveis tóxicos e nem transportar em suspensão micro-organismos patogênicos que provocam doenças.

A forma de avaliar a sua qualidade é através das análises físico-químicas e microbiológicas (bacteriológicas) realizadas por laboratórios especializados. Assim sendo chegou-se às seguintes conclusões:

✓ A realização da experiência de tratamento de água com pó das sementes da moringa oleífera apresentou resultados satisfatórios, demonstrando sua eficiência no processo de remoção da turbidez da água como coagulante químico, demonstrando ser uma alternativa

viável para ser utilizado no tratamento da mesma pois os resultados obtidos atenderam as

exigências do MISAU (vide tabela 03) no que respeita os parâmetros da turbidez, PH, CE, Ca2+, dureza total.

✓ Todas as quantidades de pó da moringa oleífera aplicadas obtiveram reduções da turbidez, contudo, a dose que mostrou maior eficiência para tratar a água com turbidez é de 50 mg de pó da moringa em 500 ml de água bruta.

✓ Também foi observado na experiência que a Moringa não influencia outros parâmetros físico-químicos como o pH, quando não altera significativamente o valor do mesmo.

Por isso, não será necessária a utilização de outras substâncias químicas para corrigir o PH até a faixa neutra, diminuindo desta forma o custo de tratamento.

✓ Com base na experiência, também foi possível mostrar que à medida que mais sólidos dissolvidos são adicionados, a condutividade da água aumenta.

✓ Algo negativo anotado na moringa é que ela incentiva a reprodução dos micro-organismos manifestados pelo número elevado de coliformes totais.

✓ A utilização da moringa oleífera é alternativa viável para tratar a água com turbidez destinada ao consumo em zonas rurais, pois, apresenta fatores positivos sendo economicamente
viável, com uma amplitude de utilização grande, tornando-se, assim, sustentável, não oferece risco ao homem e ao ambiente, contudo, deve-se ter o cuidado de fazer a desinfecção depois da redução da turbidez.

Referências

ALMEIDA, M. L. P. de; **Como elaborar monografias***;* 4ª Ed; Revisão; e atual. Belém: CEJUP; 1996.

ALVES, C. **Tratamento de Águas de Abastecimento**; editora Publindústria*;* 2.ªed.; Porto;2007.

ANDRADE, M.M. **Introdução a Metodologia de Trabalho Científico**; 2a ed.; São Paulo; Atlas; 2007.

CESAN; **Apostila Tratamento da água.** Brasil, s/d.

FERNANDES, et al; **Utilização da semente da moringa para o tratamento da água**; Brasil, 2012.

FUNASA (Fundação Nacional de Saúde); **Manual Prático de análise de água**; Brasília; 2006.

HELLER, et al; **Abastecimento de água para o consumo Humano**; Editora UFMG; 2006.

LAKATOS, E. M; MARCONI, M. de A.; **Fundamentos de metodologia científica**; 3ª Ed. São Paulo: Atlas, 1991.

MINISTÉRIO DA SAÚDE (MISAU). **Regulamento sobre a qualidade de água para o consumo humano**, Maputo, 2014.

Ministério da Saúde; **Manual Prático de Análise de água**; Editora FUNASA/MS; 2ª ed.; Brasília; 2006.

MONACO, et al; Utilização de extrato de semente de moringa como agente coagulantes no Tratamento de água para abastecimento e águas residuais. **Revista Ambiente e Água**; S/d; V. 5; São Paulo; 2010.

PAULOS, E. M. dos S; **Qualidade da água para consumo humano**; Covilhã; 2008.

PILETTI, C.*,* **Didática Geral**, 23ª Edição; São Paulo: editora Ática; 2002.

RODIER, et al; **Análisis del agua**; 9ª ed.: Ediciones Omega; Barcelona; 2011.

SANTOS, et al; Estudo do Tratamento e Clarificação de água com torta de sementes de Moringa oleifera Lam; **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**; 13 v. Campina Grande (Brasil); 2011.

SILVA; et al; Caracterização Físico-Química da Moringa (Moringa oleifera Lam); **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**; 12v., Campina Grande (Brasil); 2010.

SOUZA, M. de F; **Água potável:** um desafio para o planeta terra; 2014. SULUDA, A. I. C; **Tratamento e Distribuição de água**; Pemba; 2009.