

Vol XIII, Núm 2, jul-dez, 2021, pág. 193-208.

AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICO E MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA DOS POÇOS RASOS USADA PARA O CONSUMO HUMANO APÓS TRATADA POR SEMENTES DE *Moringa oleifera*-LOCALIDADE DA MADAL (MOÇAMBIQUE)

Tarciso P. J. Armazeno
Esperança E. A. Chibite
Alegre N. Cadeado

RESUMO

O presente estudo com o tema: Avaliação Físico-Químico e Microbiológica da Água dos Poços Rasos Usada para o Consumo Humano após Tratada por Sementes de *Moringa oleifera*-Localidade da Madal, centrou-se, em avaliar a qualidade físico-química e microbiológica da água dos poços rasos usada para o consumo humano após tratada por sementes de *Moringa oleifera*. A população residente nessa localidade tem dificuldades na obtenção de água para o consumo Humano, por falta de uma rede de distribuição de água potável, vivendo com base na água proveniente da abertura de poços rasos, os que não oferecem mínimas condições de segurança sanitárias. Para tornar realidade ao estudo, recorreu-se a uma pesquisa aplicada que consistiu na colheita, tratamento e análise da água dos poços rasos a partir das sementes de *Moringa oleifera*, foi abordado de forma quali-quantitativa que consistiu em descrever as características dos poços rasos e enumerar, amostras de água, componentes físico-químico e microbiológico antes e depois de tratamento. Aplicou-se a actividade experimental, que serviu como alicerce do estudo e foi realizado em quatro etapas: a primeira consistiu na preparação do pó das sementes da *Moringa oleifera*, a segunda foi a colecta da água em quatro poços seleccionados, a terceira foi o tratamento da amostra de água com o pó da semente de *Moringa oleifera*, e a última análise laboratorial. Constituiu como técnica de recolha de dados observação sistemática e análise laboratorial. O estudo teve uma amostra de quatro (4) poços rasos, seleccionados intencionalmente. Durante a análise laboratorial observou-se que em todos os poços antes de tratamento apresentavam alto nível de contaminação por bactérias coliformes que variou de 289 a 507 Unidades Nefelométricas de Turbidez (UFC) e nível elevado de turvação de 7.59 Unidades Formadoras de Colónia (UNT) e de ferro que variou de 0.71 a 1.01mg/L, após o tratamento com o pó de semente de *Moringa oleifera*, houve total correcção dos parâmetros como a turbidez que baixou de 7.59 para 1.68 UNT, o ferro foi corrigido de 0.71 para 0.03mg/L assim como remoção total das bactérias coliformes totais nos poços número 1, 2 e 3 e, apenas o poço número 4 a carga bacteriana reduziu de 507 UFC para 2UFC que corresponde a redução de 99,6% das colónias de bactérias coliformes totais. Contudo, houve total remoção de *Escherichia coli* em todas amostras dos poços. Concluiu-se que a água dos poços rasos estudados após tratada a partir de semente de *Moringa oleifera* na localidade da Madal apresentava boa Qualidade físico-químico e microbiológica.

Palavras-chave: Qualidade, Água, Poço raso, Semente de *Moringa oleifera*.

ABSTRACT

The present work, subordinated to the theme: Physical-Chemical and Microbiological Evaluation of Water from Poços Shallows Used for Human Consumption after Treated by *Moringa oleifera* Seeds-Madal Locality, focused on evaluating the physical-

chemical and microbiological quality of the water of shallow wells used for human consumption at the study site after being treated with *Moringa oleifera* seeds. The population residing in this location has difficulties in obtaining water for human consumption, due to the lack of a drinking water distribution network, living on the basis of water from the opening of shallow wells, which do not offer minimal sanitary security conditions. To make the study a reality, an applied research was used, which consisted of the treatment and analysis of water in shallow wells from *Moringa oleifera* minds, was approached in a qualitative and quantitative way that consisted of describing and enumerating the characteristics of shallow wells, water samples, physicochemical and microbiological components before and after treatment. The experimental activity was applied, which served as the foundation of the study and was carried out in four stages: the first consisted of the preparation of the powder of the seeds of *Moringa oleifera*, the second was the collection of water in four selected wells, the third was the treatment of the water sample with the *Moringa oleifera* seed powder, and the last laboratory analysis. It constituted systematic observation as a data collection technique. The study had a sample of four (4) shallow wells, selected intentionally. During the laboratory analysis, it was observed that in all wells before treatment they had a high level of contamination by coliform bacteria ranging from 289 to 507 CFU and a high level of turbidity of 7.59 UNT and iron that ranged from 0.71 to 1.01 mg / L, after treatment with *Moringa oleifera* seed powder, there was complete correction of parameters such as turbidity, which dropped from 7.59 to 1.68 UNT, iron was corrected from 0.71 to 0.03 mg / L as well as total removal of total coliform bacteria in the wells number 1, 2 and 3 and, only well number 4, the bacterial load reduced from 507 CFU to 2 CFU which corresponds to a 99.6% reduction in total coliform bacteria colonies. However, there was total removal of *Escherichia coli* in all samples from the wells. It was concluded that the water in the shallow wells studied after being treated with *Moringa oleifera* seed in Madal locality had good physical-chemical and microbiological quality.

Keywords: Quality, Water, Shallow well, *Moringa oleifera*.

INTRODUÇÃO

A pesquisa tem como tema: Avaliação Físico-Químico e Microbiológica da Água dos Poços Rasos Usada para o Consumo Humano após Tratada por Sementes de *Moringa oleifera*-Localidade da Madal (Moçambique).

A água de boa qualidade é fundamental para a saúde e o bem-estar humano. A maior parte da população mundial ainda não tem acesso a este bem precioso. Mais do que isto, existem estudos que apontam para uma escassez cada vez mais acentuada de água para a produção de alimentos e desenvolvimento económico, (GRASSI, 2013:31).

O acesso à água potável e ao saneamento seguro continuam a ser um dos maiores desafios em África e em Moçambique em particular. Estima-se que a higiene precária e a falta de saneamento adequado contribuem em cerca de 90% para todas as mortes

devido a doenças diarreicas nos países em desenvolvimento como Moçambique, (ROSC, 2014).

O Inquérito Demográfico e de Saúde (IDS) de 2011, estima que cerca de 51% dos agregados familiares em Moçambique bebem água de fontes melhoradas, no entanto, as disparidades entre a zona urbana e rural permanecem elevadas na ordem de 84% e 37% respectivamente. Por outro lado, o inquérito de Base 2011 do Programa Nacional de Abastecimento de Água e Saneamento Rural (ORINASAR), indica que grande maioria dos agregados familiares (94%), não usa nenhum método de tratamento de água, o que é preocupante, na medida em que 55% dos agregados familiares nas zonas rurais buscam água para o consumo em poços não protegidos e em rios ou lagoas. Na província da Zambézia, uma das províncias mais populosas, apenas 30,6% tem acesso a água potável e 13% tem acesso ao saneamento melhorado (UNICEF, 2014).

Entretanto, não basta que a água esteja disponível, é necessário que esta tenha alguma qualidade. Assim, como forma de garantir a ausência de agentes patogénicos, a água destinada ao consumo humano deve ser tratada e analisada periodicamente do ponto de vista físico-químico e microbiológico.

De acordo com GALLÃO (2006:105) citado por LIMA (2015:34) argumenta que:

O uso de sementes de moringa tem sido apontado /e muito estudado como uma das alternativas de baixo custo e eficaz para o tratamento da água em países em via de desenvolvimento, pelo facto de suas sementes conterem proteínas com alto peso molecular e quando seu pó é dissolvido em água adquire carga positiva que atraem partículas negativamente carregadas tais como, argilas e siltes, formando flocos densos que sedimentam.

A população residente nesta localidade, não possui um sistema de abastecimento de água potável e por conseguinte, tem grandes dificuldades na obtenção de água para o consumo Humano, e no entanto, recorre a água proveniente de poços rasos, o que muitas das vezes não seguem critérios técnicos de abertura e são poços que não estão protegidos o que pode, favorecer o desenvolvimento e proliferação dos microrganismos patogénicos, assim como a retenção de sedimentos biológicos, químicos e físicos os quais podem ser nocivos à saúde.

MATERIAL E MÉTODOS

Madal é uma localidade do distrito de Quelimane, província da Zambézia, Moçambique, e pertence ao posto administrativo de Maquival e sita a uma distância de dez quilómetros (10km) da cidade de Quelimane, com uma população estimada de 35000 pessoas. O clima predominante é do tipo tropical chuvoso de savana, com duas estações distintas: a estação chuvosa e seca. O seu lençol aquífero é pouco profundo, apresentando dois tipos de solo nomeadamente: argiloso e arenoso, (INE, CENSO DE 2017).

A pesquisa foi de natureza aplicada porque, consistiu no tratamento da água dos poços rasos usada para o consumo Humano, a partir do pó de sementes de *Moringa oleifera*, com vista a minimizar o problema de falta de água potável, que afecta as populações. Quanto à abordagem, foi mista, onde a componente qualitativa consistiu em descrever as características dos poços seleccionados e, com duas amostras de água, sendo uma antes e a outra depois de ser tratada com sementes de *Moringa oleifera*. A parte quantitativa cingiu-se em enumerar os poços, amostras, os microrganismos e os componentes físicos-químicos.

Para a colecta de dados, recorreu-se a observação sistemática e a análise experimental. Para a observação foi elaborada uma ficha de observação, com as seguintes variáveis observadas: tipo de poço, forma de protecção dos poços, profundidade dos poços, distância entre o poço e latrina ou esgoto. Com auxílio de uma fita métrica, uma corda, uma máquina fotográfica, GPS e um bloco de anotações, foram utilizados estes matérias para fotografar os poços (a máquina fotográfica), retirar a medida de profundidade dos mesmos (corda e fita métrica), as coordenadas geográficas dos pontos de colecta de água (GPS) e registo desses dados observados (bloco de anotações), seguindo as orientações de RICHARDSON (1989:213).

Localização (Coordenadas geográficas) dos pontos de colecta da amostra

1. **Namitacha** (Poço Nº 1): S 17° 52'32" ; E 36° 55' 27"
2. **Massangano Centro** (Poço Nº 2): S 17° 53'41; E 36° 57'51"
3. **Mongama** (Poço Nº 3): S 17° 53'50"; E 36° 57'97"
4. **Namatamanga** (Poço Nº 4): S 17° 54'12"; E 36° 57' 10".

ACTIVIDADE EXPERIMENTAL

PREPARAÇÃO DO PÓ DAS SEMENTES DA *Moringa oleifera* E TRATAMENTO DA ÁGUA

Na base de 60 frutos de *Moringa oleifera* adquiridos na localidade da Madal foram transportados para o laboratório de Ciências Naturais e Tecnológicas, da Universidade Licungo-Quelimane, onde foi efectuada a preparação do pó e tratamento da água utilizada para o consumo Humano, proveniente dos poços da localidade da Madal.

Preparação do pó de semente de *Moringa oleifera*, compreendeu os seguintes passos:

- I. Colheita, descasque e secagem das sementes de moringa;
- II. Triturou-se com a ajuda de um almofariz e pistilo até formar pó e foi ceifado;
- III. O pó foi condicionado em recipiente plástico para evitar a exposição a humidade;

Figura 1: Preparação do pó de semente de *Moringa oleifera*, realizada no laboratório da Universidade Licungo de Quelimane.

	
<p>Frutos de <i>Moringa oleifera</i></p>	<p>Descasque da semente de moringa</p>
	
<p>Trituração das sementes de moringa</p>	<p>Ceifa da semente de moringa</p>
	
<p>Pó de semente de moringa</p>	<p>Pó de moringa conservado</p>

Fonte: Autor, 2018.

Após a preparação do pó de sementes de *Moringa oleifera*, fez-se o tratamento da água, que consistiu nos seguintes passos recomendados por MENDES & COELHO, (2007):

- I. Adicionou-se 1.00 grama de pó de sementes *Moringa oleifera* por 2litros de água a ser tratada, (no SI: 1 grama corresponde à 1000mg);
- II. Mexeu-se com força por 1 minuto e lentamente por mais 5 minutos e o tempo de sedimentação em média foi de 2 horas.

Figura 2: Tratamento de água a partir do pó de semente de *Moringa oleifera*, realizada no laboratório da Universidade Pedagógica de Quelimane



Fonte: Autor, 2018.

Após a sedimentação separou-se a água dos sedimentos com auxílio de um recipiente plástico contendo uma torneira aplicada a uma distância de $\frac{1}{4}$ acima da base do recipiente, em que internamente da mesma, foi colocada algodão como filtro. A água tratada foi condicionada em um recipiente desinfetado e transportado de imediato ao laboratório do FIPAG.

ANÁLISE LABORATORIAL DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICO E MICROBIOLÓGICO DA ÁGUA DOS POÇOS ANTES E DEPOIS DO TRATAMENTO

A análise realizou-se no laboratório do FIPAG na cidade de Quelimane. Utilizou-se para análise Físico-química os métodos instrumentais, titulométricos, fotómetro multiparametro HACH DR 900, titulométricos com indicador. Os parâmetros microbiológicos foram analisados a partir do método *petrifilm*, com o uso da membrana filtrante. Estas técnicas aplicadas no laboratório do FIPAG são recomendadas pelo **Standard of Methods for the Examination of Water and Waster**, (1992).

As análises laboratoriais obedeceram três volumes respectivamente:

- Volume 1 (V_1) água destilada;
- Volume 2 (V_2) água da amostra não tratada;
- Volume 3 (V_3) água da amostra tratada com pó de sementes de *Moringa oleifera*.

Os procedimentos para análise físico-química e microbiológica da água antes e depois de tratamento com o pó de sementes de *Moringa oleifera*, foram os mesmos, apenas trocava-se os volumes de água (volume 2 e volume 3).

ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA

a) Análise da Turbidez

A turbidez foi analisada por "Turbidímetro HI 93703", onde preparou-se três cuvetes de 10mL de capacidade a cada, em seguida, encheu-se respectivamente: a primeira cuvette com água destilada (V_1), a segunda com água da amostra não tratada (V_2) e a última com a água da amostra tratada com pó de semente de *Moringa oleifera* (V_3). Calibrou-se o aparelho com a cuvette contendo água do V_1 , clicando no teclado " Read " onde o aparelho leu 0.00 UNT, após a calibração, colocou-se a cuvette contendo a água do V_2 , clicando novamente no teclado " Read " os resultados no visor do aparelho. Leu-se os valores da turbidez em UNT, repetindo o procedimento para todas amostras, trocando apenas o V_2 para V_3 , (APHA, AWWA & WPCF, 1992).

b) Análise do PH

O PH foi analisado pelo multiparametro "HQ 40 d", compreende os seguintes procedimentos: primeiro ligou-se o instrumento e em seguida fez-se a calibração do mesmo; Segundo, introduziu-se a sonda do instrumento no recipiente contendo a água do V_2 . Por fim, leu-se os valores do PH no visor do instrumento. Repetindo o procedimento para amostra de água do volume 3, (APHA, AWWA & WPCF, 1992).

A sonda do instrumento, era sempre lavada com água do V_1 para cada amostra que se analisava, para evitar a interferência dos resultados das amostras.

c) Determinação da série nitrogenada (NH_3 , NO_3^- e NO_2^-)

A série nitrogenada foi analisada pelo método directo, descrito no manual APHA, AWWA & WPCF (1992), o método consistiu na introdução de reagentes correspondentes a cada amostra: 388N-Amoniaci livre, 361 N-Nitrato HR AV e 375 N Nitrito LR. Para esses parâmetros o procedimento foi o mesmo, apenas trocou-se de reagente.

ANÁLISE DE AMONÍACO

Para a análise de amoníaco, usou-se o espectrofotômetro "DR 900", onde primeiro preparou-se três cuvetes de 10 mL de capacidade, em seguida encheu-se as três cuvetes, a primeira com água do V_1 , a segunda com água do V_2 e a ultima com água do V_3 , adicionou-se o reagente em pó do amoníaco nas cuvetes contendo água do V_2 e V_3 e agitou-se por alguns segundos para que o reagente se dissolvesse na totalidade. Calibrou-se o espectrofotômetro com a cuvete contendo água do V_1 , após a calibração, retirou-se a cuvete do V_1 do instrumento e introduz-se a cuvete contendo o V_2 , pressionando a botão (ler) e leu-se os valores de amoníaco em mg/L, repetindo os mesmos procedimentos para a cuvete contendo o V_3 . Para nitrato e o nitrito segue-se mesmo procedimento. (APHA, AWWA & WPCF, 1992).

d) Cálcio

Para análise do cálcio foi usado o fotômetro e compreendeu as seguintes fases: em uma cuvete de 10mL de capacidade, encheu-se com água do V_1 e, em duas cuvetes de 25 mL de capacidade, mediu-se 20 mL da água do V_2 e V_3 e, foi pipetada a 1mL da solução de EDTA a uma concentração de 0.005N, em seguida colocou-se a cuvete contendo o V_1 no orifício de medição do fotômetro e premindo o botão ZERO para a calibração do aparelho. Após a calibração do instrumento de medição, transferiu-se 10mL do V_2 e V_3 respectivamente para as cuvetes de capacidade 10mL e colocou-se no orifício de medição do aparelho e premindo o botão ENTER para a leitura. A medição realizou-se automaticamente, após a leitura, o resultado no visor do aparelho é expresso em mg/L de CaCO_3 e tendo a medição do carbonato de cálcio, efectuou-se o cálculo para se obter o valor do cálcio. Repetindo o procedimento para todas as amostras, (APHA, AWWA & WPCF, 1992).

e) Análise do Ferro (Fe^{2+})

Preparou-se três cuvetes, uma de 10mL e duas de 25 mL de capacidade, encheu-se respectivamente a primeira com água do V_1 , e as restantes mediu-se 20 mL do V_2 e V_3 , adicionou-se o reagente (ferrous ironn) nas cuvetes contendo amostra do V_2 e V_3 , agitou-se até a dissolução completa do reagente. Deixou-se em repouso por 3 minutos, de seguida calibrou-se o espectrofotômetro "DR 900" com a cuvete contendo V_1 . Após a calibração, mediu-se 10 mL da solução do V_2 preparada anteriormente numa cuvete de

capacidade 10 mL e leu-se os valores do ferro em mg/L, (APHA, AWWA & WPCF, 1992).

ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

a) Análise de coliformes totais e *Escherichia coli*

Baseou-se no método de Petrifilm, que consistiu nas seguintes etapas:

1ª Etapa: Introdução e espalhamento da amostra em meio de cultura apropriado

Primeiro agitou-se o frasco contendo água do V₂ com uma pipeta, mediu-se 1 mL da amostra de água do V₂, cuidadosamente foi introduzida na membrana lactosa, onde a água foi espalhada de modo a preencher toda a membrana, repetindo o procedimento para o V₃.

2ª Etapa: Incubação

Após o processo anterior, a membrana lactosa, foi introduzida numa incubadora a 37°C durante um período de 24 horas para permitir o desenvolvimento das bactérias.

3ª Etapa: Contagem dos coliformes

Após o período de 24 horas, as amostras foram retiradas e verificadas, pois, cada ponto vermelho na membrana representava uma colônia de coliforme total e os pontinhos azuis representavam a colônia de *Escherichia coli*.

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

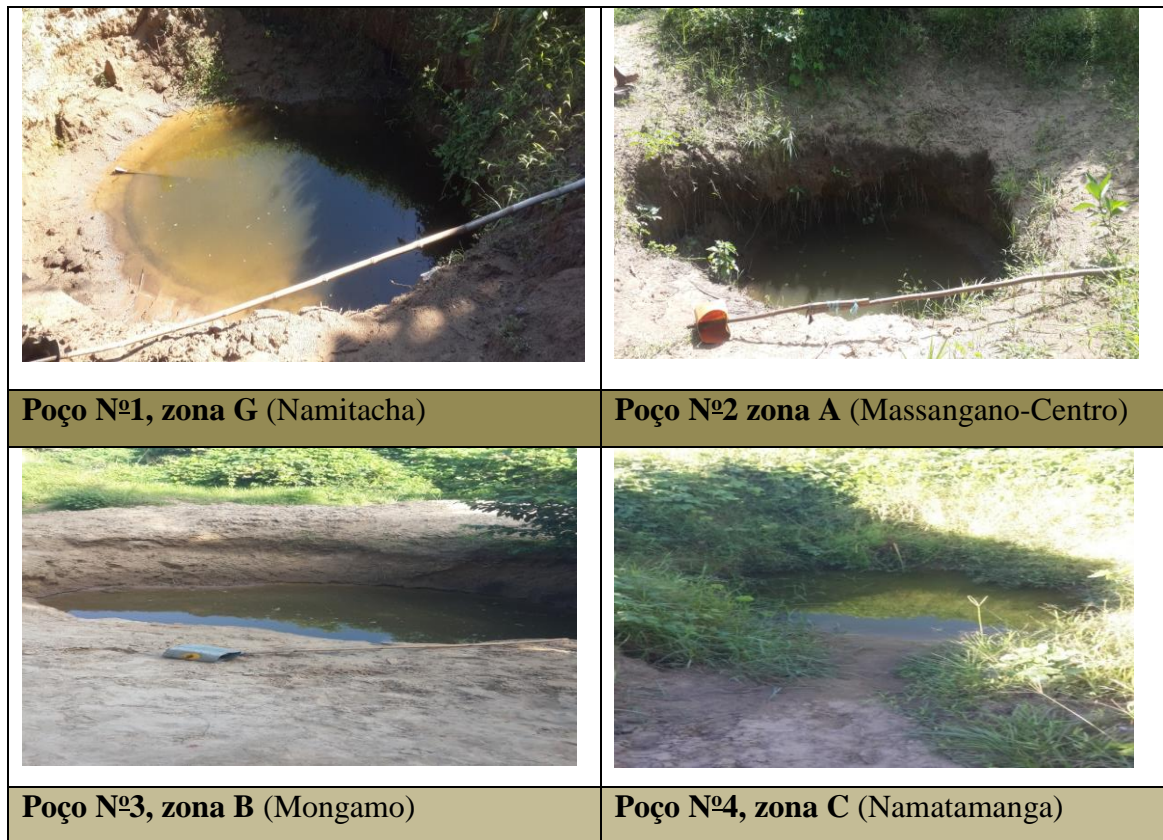
Tabela 1: Aspectos observados no local de origem da água

	Poço 1	Poço 2	Poço 3	Poço 4
Proteção	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Profundidade	1.1m	0.8m	1.6m	0.4m
Distância poço-latrina	-----	-----	-----	-----

Fonte: Autor, 2018. ----- Significa (latrina fora do raio de 15metros em relação ao poço)

A inexistência de formas de proteção dos poços rasos (tabela 1) que está aliada a menor profundidade é uma situação de risco para a população que depende basicamente destas fontes, uma vez que, os poços, ficam expostos à contaminação pelas águas de escoamento superficial e pelas águas que infiltram no solo principalmente na época chuvosa.

Figura 3: Poços de abastecimento público do Bairro Massangano-Madal



Fonte: Autor, 2018.

GELDREICH (1998:64) afirma que, “a água de escoamento superficial é o principal factor que modifica a qualidade microbiológica da água subterrânea, tornando-a de risco à saúde”. Mais ainda, STUKEL *et al.*, (1990:573) acrescenta que, “esse risco é alto no meio rural, principalmente pela possibilidade de contaminação bacteriana das águas de poços inadequadamente protegidos”.

RESULTADOS DA ANÁLISE LABORATORIAL DE AMOSTRAS DA ÁGUA

Tabela 2. Resultados da análise dos parâmetros Físico-químico.

Parâmetro Físico-químico	Amostra de água sem tratamento				Amostra de água tratada com pó de sementes de moringa				L.M.A (OMS)
	P.1	P.2	P.3	P.4	P.1	P.2	P.3	P.4	
Turbidez	2.58	2.04	5.12	7.59	1.36	1.43	2.52	1.68	5 UNT
PH	7.00	6.71	7.01	6.63	7.10	7.00	6.86	6.90	6-9
Amônia	0.10	0.11	0.16	0.03	0.02	0.00	0.01	0.00	1.5mg/L
Nitrato	20.5	11.3	16.1	10.9	15.5	9.0	15.1	7.8	50mg/L
Nitrito	0.055	0.093	0.075	0.061	0.049	0.062	0.055	0.046	3.0mg/L
Cálcio	11.04	13.01	12.02	11.22	9.13	10.44	11.04	10.91	50mg/L
Ferro	1,01	0.81	0.71	0.91	0.71	0.02	0.03	0.04	0.3mg/L

Fonte: Autor, 2018.

Os valores obtidos nas análises físico-químicas no período chuvoso, em relação à turbidez, após o tratamento da água a partir do pó de semente de moringa para todos os poços, as amostras da água estavam dentro dos limites máximos (5.0 UNT) recomendados pela OMS, (tabela 2). Para amostras de água sem tratamento nos poços números 1, 2 e 3, os valores encontravam-se dentro do limite de tolerância de 5.0 UNT, enquanto a amostra de água do poço número 4 sem tratamento, estava acima de 5.0 UNT, considerado o máximo aceitável. O alto nível de turbidez nas amostras de água sem tratamento, favorece condições para desenvolvimento e proliferação dos microrganismos patogênicos (tabela 3), levando a sua acomodação.

No tratamento das mesmas amostras de água, por coagulação, floculação, sedimentação e filtração das impurezas presentes, a partir do coagulante biológico (semente de *Moringa oleifera*), após 2 horas de contacto com 1.00g/2L, houve a remoção total de *Escherichia coli* para todos os poços e a remoção das bactérias Coliformes totais para os poços número 1, 2 e 3 (tabela 3). Na fase de floculação durante o tratamento as impurezas e as bactérias existentes devido a sua carga negativa foram atraídas pela carga positiva presente no coagulante e conseqüentemente separadas durante o processo de sedimentação e filtração.

A amostra do poço número 4, a água sem tratamento apresentou alto nível de turbidez em relação à outras amostras (tabela 2) e, das bactérias existentes (tabela 3), este facto relaciona-se com a menor profundidade (0,4m) e crescimento excessivo de plantas ao redor da mesma fonte, nas quais as suas folhas e galhos caem dentro do poço, contribuindo para o aumento da turbidez da água. Após o tratamento da água com pó de sementes de *Moringa oleífera*, houve remoção à 99.6% das bactérias coliformes totais que existiam inicialmente na água antes do tratamento.

Segundo o Ministério da Saúde (2013:283):

A turbidez é uma característica da água devido a presença de partículas no estado coloidal em suspensão, a matéria orgânica e inorgânica finamente dividida, plâncton e outros microrganismos. 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 o ocistos de protozoários.

Já para CORDEIRO (2008:97):

A turbidez em água superficial bruta de boa qualidade, pouco poluída, possui partículas que podem ter diferentes dimensões. A variação de calibre faz com que, em termos de tratamento, não se consiga definir um tempo de sedimentação preciso, pois a área interfere com a velocidade de sedimentação respectiva. As partículas em suspensão com diâmetros compreendidos entre 0,01 e 1 coloidais, apresentam tamanho inferior e de difícil sedimentação.

Ainda CORDEIRO (2008:97), evidência que a presença de partículas em suspensão em estado coloidal, apresentam uma forte relação com a contaminação biológica.

Para o PH, amónio nitrato, nitrito e cálcio (tabela2) na água bruta assim como na água tratada com pó da semente de *Moringa oleífera*, para todos os poços, os valores encontra-se dentro dos limites máximos admissíveis (6 a 9) da água para consumo humano, estabelecidos pela Organização Mundial da Saúde.

De acordo com SILVA (2012:117), “o valor do pH é importante, pois apresenta forte relação com o crescimento bacteriano, uma vez que para a maioria das bactérias o pH ótimo para seu desenvolvimento oscila entre 6,5 e 7,5”.

Ainda OMS (2011:388) afirma que: “a ingestão de altas doses de nitratos e nitritos pode causar câncer do estômago e do esófago, concentrações maiores que 10 mg/L de nitrato podem ser fatais para crianças com idades inferiores a seis meses e causar problemas de saúde como graves doença do sangue a meta-hemoglobinemia que pode ser fatal”.

A quantidade de cálcio na amostra de água sem tratamento, assim como, para água tratada com pó de semente de *Moringa oleífera* (tabela 2), para todas amostras em análise, apresentaram valores inferiores a 50mg/L admissíveis pela OMS.

Apesar de o cálcio ser fundamental para endurecimento dos ossos e dentes, em excesso esse mineral no sangue favorece à presença de pedras nos rins, provocando a osteoporose, (OMS, 2011:313).

Para os valores, de ferro dissolvido, a água sem tratamento apresentou valores (tabela 2), que estão fora dos limites recomendados pela OMS (3.0mg/L). Quando tratada a água com o pó de semente de moringa houve uma correção em relação o valor de ferro solúvel nos poços 2,3,e 4 passando a estar dentro dos limites recomendados.

O ferro aparece principalmente em águas subterrâneas devido à dissolução do minério pelo gás carbônico da água. Apesar de não se constituir em um tóxico, o ferro traz diversos problemas para o abastecimento público de água. Confere cor e sabor à água, provocando manchas em roupas e utensílios sanitários, o consumo excessivo deste elemento também acarreta problemas à saúde por acumular-se nos tecidos durante o envelhecimento e, pode causar distúrbios neurológicos, tal como o Mal de Alzheimer. (SILVA,2005).

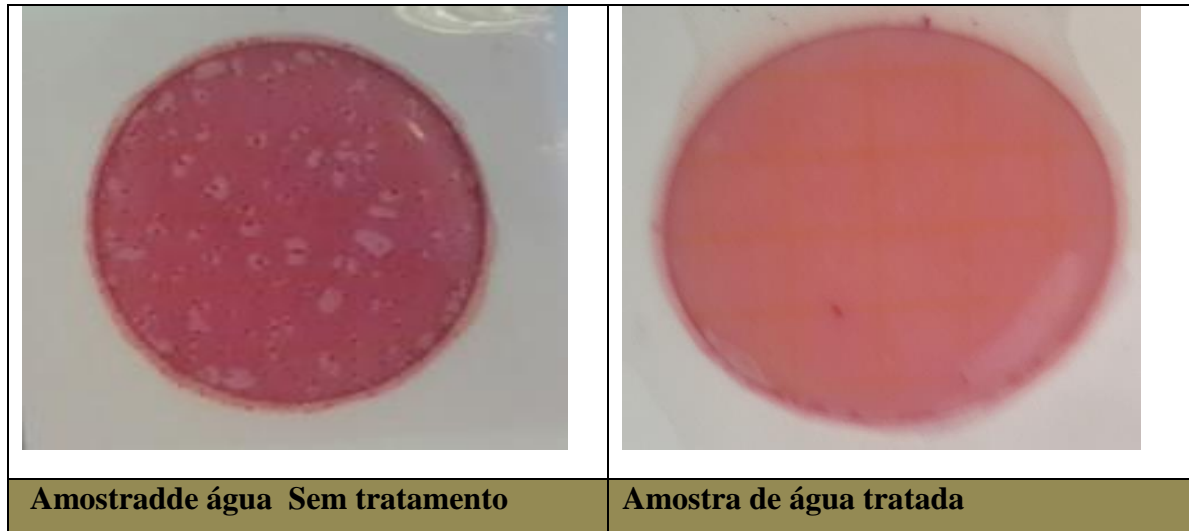
Tabela 3. Resultados da análise de água dos parâmetros microbiológicos

Parâmetro Microbiológico	Amostra de água sem tratamento				Amostra de água tratada com pó de sementes de moringa				L.M.A (OMS)
	P.1	P. 2	P.3	P.4	P.1	P.2	P.3	P.4	
Coliformes totais	290 UFC	289 UFC	433 UFC	507 UFC	0 UFC	0 UFC	0 UFC	2 UFC	Ausente
<i>E.coli</i>	0 UFC	3 UFC	2 UFC	5 UFC	0 UFC	0 UFC	0 UFC	0 UFC	Ausente

Fonte: Autor, 2018.

Os parâmetros microbiológicos para amostras de água sem tratamento os valores variaram de 290 a 507 UFC por mL para os coliformes totais e 0 a 5 números de colônias por mL para *Escherichia coli*, (tabela 3). Segundo o anexo I da lei 16/91, Boletim da República (2004), estes resultados, estão fora dos limites máximos admissíveis para a água destinada ao consumo humano, isto para todos os poços cuja amostra foi analisada, sem tratamento prévio. Entretanto, para a água tratada apenas no poço 4 (tabela 2), encontra-se fora dos limites recomendados, provavelmente esteja relacionado ao alto nível de turbidez e das partículas dissolvidas como partes de plantas os restantes poços estão em conformidades com os padrões estabelecidos pela OMS (2011), que preconiza os limites máximos admissíveis para água utilizada para o consumo Humano.

Figura 5: Análise microbiológicas das amostras Sem Tratamento e com Tratamento a partir de Semente de *Moringa oleifera*



Fonte: Autor, 2018.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

- A água dos poços rasos (1, 2, 3 e 4) do bairro Massangano na localidade de Madal, depois do tratamento com pó de sementes de *Moringa oleifera*, apresentou boa qualidade físico-química e microbiológica para o consumo humano.
- A análise microbiológica da água dos poços rasos, antes do tratamento apresentou alto índice de bactérias Coliformes, tornando-se imprópria para o consumo humano.
- As amostras de água dos poços 1, 2 e 3 houve total remoção das bactérias coliformes após o tratamento, enquanto, o poço número 4 reduziu para 99.6%.

BIBLIOGRAFIA

APHA, AWWA. WEF (American Public Health Association, American Water Works Association, and Water Environment Federation). *Standard methods for the examination of water and wastewater*, v. 21; 1992.

CORDEIRO, Willians Salles, *Alternativas de Tratamento de agua para comunidade rurais*, campos dos Goytacazes. RJ, 2008.

GELDREICH, .E. The bacteriology of water. In: *Microbiology and microbial infections*. 9 thed. London: Arnold, 1998.

GIL. António Carlos, *Métodos e Técnicas de Pesquisa Social*, 6ª edição, São Paulo. Atlas editor, 2009.

GRASSI, Marco Tadeu. *Águas no planeta Terra*. Cadernos Temáticos de Química

Nova na Escola. Edição especial – Maio 2013. Disponível em:

[http://qnesc.sbq.org.br/online/cadernos/01/aguas](http://qnesc.sbq.org.br/online/cadernos/01/aguas.pdf) .pdf Acesso em 10 Maio de 2018.

INE. *Resultados do Censo da População e Habitação 2017*. Instituto Nacional de Estatística. Maputo, 2017.

INE. *Resultados do Censo da População e Habitação 2017*. Instituto Nacional de Estatística. Maputo, 2017.

LIMA, Niedja Maria. *Aplicação de Moringa oleifera no tratamento de água com turbidez*. Recife, 2015.

MANASSÉS, F. *Caracterização hidroquímica da água subterrânea da formação Serra Geral na região Sudoeste do estado do Paraná*. Tese de Mestrado. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2009.

MENDES, F. & COELHO, N. *Estudo do uso da Moringa oleifera para remoção de prata e manganês em águas*. Horizonte Científico, Uberlândia, v. 1, n. 1, 2007.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. *Manual de Procedimento de Vigilância em Saúde Ambiental Relacionado a Qualidade da água* 2013.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (O.M.S). *Directrizes para a Qualidade da Água Potável*. (4ª ed.). 1 Geneva 27, Switzerland, 2011.

RICHARDSON, R.J. et al. *Pesquisa Social - Métodos e Técnicas*. 2ª ed. Atlas S.A, 1989.

STUKEL, T.A. et al. *A longitudinal study of rainfall and coliform contamination in small community drinking water supplies*. Environ Sci Technol. 1990.

UNICEF e OMS Relatório sobre o Saneamento Básico no Mundo. Nações Unidas 2013. Moçambique, Inquérito Demográfico e de Saúde. 2011.

Forum da Sociedade Civil para os Direitos da Criança-ROSC. *O Direito a Água e ao saneamento como Pilar Chave para o Desenvolvimento Humano* . Coop, nr247.

Maputo-Moçambique. 2014.

Recebido: 20/3/2021. Aceito: 10/6/2021.

Autores:

Tarciso P. J. Armazeno - Moçambique.

E-mail: tarcisoarmazeno93@gmail.com

Esperança E. A. Chibite - Universidade Licungo, Moçambique

E-mail: edchibite@gmail.com.

Alegre N. Cadeado - Universidade Licungo, Moçambique

E-mail: alegrenascimento@gmail.com