



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS II LAGOA SECA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS
DEPARTAMENTO DE AGROECOLOGIA E AGROPECUARIA
CURSO BACHARELADO EM AGROECOLOGIA**

JEAN FLAVIEL DE SOUSA MACEDO

**UTILIZAÇÃO DE BIOMASSA DE PALMA COMO BIOADSORVENTE NA
PURIFICAÇÃO DE ÁGUA**

LAGOA SECA-PB

2019

JEAN FLAVIEL DE SOUSA MACEDO

**UTILIZAÇÃO DE BIOMASSA DE PALMA COMO BIOADSORVENTE NA
PURIFICAÇÃO DE ÁGUA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de bacharelado em Agroecologia da Universidade Estadual Da Paraíba, com requisito Parcial à obtenção de Título De Bacharel em Agroecologia.

Orientador: Prof. Dsc. Mario Sergio de Araujo

Coorientador: Prof. Dsc. Wellington Souto Ribeiro

LAGOA SECA –PB

2019

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

M121u Macedo, Jean Flaviel de Sousa.
Utilização de biomassa de palma como bioadsorvente na purificação de água. [manuscrito] / Jean Flaviel de Sousa Macedo. - 2019.
35 p. : il. colorido.
Digitado.
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agroecologia) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias e Ambientais, 2019.
"Orientação : Prof. Dr. Mario Sergio de Araujo , Departamento de Agroecologia e Agropecuária - CCAA."
"Coorientação: Prof. Dr. Wellington Souto Ribeiro , UFCG - Universidade Federal de Campina Grande"
1. Agroecologia. 2. Tratamento de água. 3. Cactáceas. I.
Título

21. ed. CDD 628.162

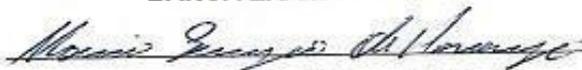
JEAN FLAVIEL DE SOUSA MACEDO

**UTILIZAÇÃO DE BIOMASSA DE PALMA COMO BIOADSORVENTE NA
PURIFICAÇÃO DE ÁGUA**

Trabalho De Conclusão De Curso Em
Agroecologia Da Universidade Estadual
Da Paraíba, Com Requisito A Obtenção
De Título De Bacharel Em Agroecologia.

Aprovada em: 25/06/2019.

BANCA EXAMINADORA



Professor Dsc. Mario Sergio de Araújo

Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



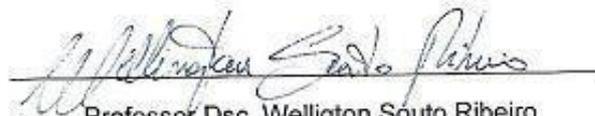
Professora Msc. Shirleyde Alves dos Santos

Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Professor Dsc. Messias Firmino de Queiroz

Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Professor Dsc. Welligton Souto Ribeiro

Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

A toda minha família,

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a DEUS o soberano, que nos guia em todos os momentos.

Em especial á minha querida e amada família: minha mãe, Claudete de Sousa Macedo, por ser sempre a principal incentivadora em toda minha jornada acadêmica; a meu pai Josinaldo da Silva Macedo, no qual carrego comigo seu exemplo de integridade; meu irmão Jones de Sousa Macedo; meus queridos avós Adiles Severino da Silva, João Paulino de Macedo, Joana Rodrigues de Sousa e Milson Belarmino de Sousa (In Memoriam), que sempre demonstraram total apoio e orgulho em todas minhas conquistas.

Á minha amada noiva, Amanda Hellen, por sempre estar ao meu lado em todos os momentos, principalmente segurando a barra em quanto estive ausente na busca de alcançar meus objetivos.

Ao Professor Doutor Mario Sergio de Araújo que contribuiu com esse trabalho, e em toda minha trajetória no curso, ao Professor Doutor Wellington Souto Ribeiro que tanto me ajudou neste trabalho e em todo período que lecionou no Curso, á Professora Mestre Shirleyde Alves dos Santos pela contribuição em todo curso e especialmente em determinado momento que mais precisei, ao Professor Doutor Messias Firmino de Queiroz pelos ensinamentos e compreensão em momentos importantes e a todos os professores e funcionários do Campus II da UEPB pelo carinho e tratamento em todos estes anos.

Neste momento não poderia deixar de agradecer e lembrar de todos os componentes da turma de Agroecologia 2014.1 do Campus II da UEPB, pessoas essas que passaram juntos comigo esta longa jornada até a conclusão deste curso, especialmente a Ângelo Tulio, Ise Mayra, Amadeu Travassos, pela a ajuda e parceria.

Sumário

| | |
|--|-----------|
| INTRODUÇÃO | 07 |
| 1. REFERÊNCIAL TEÓRICO | 11 |
| 1.1 Problemas Relacionados a Água | 10 |
| 1.2 Parâmetros de Qualidade de Água..... | 10 |
| 1.2.1 Cor aparente..... | 10 |
| 1.2.2 Turbidez..... | 10 |
| 1.2.3 Sólidos totais | 11 |
| 1.2.4 Temperatura | 12 |
| 1.2.5 Potencial hidrogenionico..... | 12 |
| 1.2.6 Condutividade elétrica | 13 |
| 1.2.7 Coliformes totais e <i>E. coli</i> | 14 |
| 1.3 Tratamento de Água..... | 15 |
| 2. MATERIAL E MÉTODOS..... | 16 |
| 2.1 Local de coleta e ensaio. | 16 |
| 2.2 Parâmetros avaliados e metodologia..... | 17 |
| 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 18 |
| 3.1 Cinética de adsorção | 18 |
| 3.2 Turbidez..... | 23 |
| 3.3 Presença de coliformes fecais | 21 |
| 3.4 pH..... | 22 |
| 3.5 Temperatura | 23 |
| 3.6 Condutividade elétrica | 24 |
| 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS | 25 |
| REFERÊNCIAS..... | 26 |

UTILIZAÇÃO DE BIOMASSA DE PALMA COMO BIOADSORVENTE NA PURIFICAÇÃO DE ÁGUA

USE OF PALMA BIOMASS AS A BIOADSORVENT IN WATER PURIFICATION

Jean Flaviel de Sousa Macedo

RESUMO

A água é um recurso natural amplamente utilizado para diversas finalidades, nos últimos anos vivenciamos um período crítico de escassez de chuvas, que acarretou um colapso hídrico na região do cariri Paraibano. Além disso, muitas fontes de águas utilizadas pelas populações apresentam algum tipo de contaminação em especial por matéria orgânica ou material suspenso. Existem inúmeros produtos químicos utilizados para tratamento de água, entretanto estes causam riscos à saúde humana e ao meio ambiente. A busca por uma solução sustentável e de baixo custo para essa problemática foi uma das prioridades deste trabalho que teve como objetivo avaliar o potencial de adsorção de partículas contaminantes suspensas na água pela biomassa vegetal da palma *Opuntia* sp. O trabalho foi desenvolvido nos laboratórios de solos e microbiologia do campus II da Universidade Estadual da Paraíba. Água bruta foi coletada, em recipientes assépticos, do açude do campus II da Universidade Estadual da Paraíba. Cladodios de palma *Opuntia* sp. Foram coletados, desinfectados e seccionados em 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 e 3g com 3 repetições cada. As secções de palma *Opuntia* sp. Foram colocadas em erlenmeyer contendo 200 ml da água coletada por 10, 20, 30, 40, 50 e 120 minutos. As águas com as secções de palma foram filtradas em peneira comum e analisadas quanto a cinética de adsorção, turbidez, presença de coliformes totais, Ph, temperatura e condutividade elétrica. Os resultados deste trabalho mostraram que o uso do coagulante natural biomassa de Palma foi eficiente no processo de tratamento de água estando dentro ou muito próximo de quase todos os parâmetros de potabilidade exigidos. E o tratamento P5 contendo 2,5 g de Biomassa de Palma demonstrou ser o mais eficiente.

Palavras chave: Agroecologia, Tratamento de água, cactáceas.

ABSTRACT

Water is a natural resource widely used for various purposes, in recent years we have experienced a critical period of rainfall, which has led to a water collapse in the Paraíba region. In addition, many water sources used by the populations present some type of contamination in particular by organic matter or

suspended material. There are numerous chemicals used for water treatment, however these pose risks to human health and the environment. The search for a sustainable and low cost solution to this problem was one of the priorities of this work that had the objective of evaluating the potential of adsorption of contaminant particles suspended in water by the vegetal biomass of *Opuntia* sp. The work was developed in the soil and microbiology laboratories of the II campus of the State University of Paraíba. Crude water was collected, in aseptic containers, from the reservoir II campus of the State University of Paraíba. Cladodes of palm *Opuntia* sp. Were collected, disinfected and sectioned in 0.5; 1.0; 1.5; 2.0; 2.5 and 3g with 3 replicates each. The sections of palm *Opuntia* sp. Were placed in Erlenmeyer flask containing 200 ml of the collected water for 10, 20, 30, 40, 50 and 120 minutes. The waters with the palm sections were filtered through a common sieve and analyzed for adsorption kinetics, turbidity, presence of total coliforms, Ph, temperature and electrical conductivity. The results of this work showed that the use of natural coagulant palm biomass was efficient in the water treatment process being in or very close to almost all required potability parameters. And the P5 treatment containing 2.5 g of palm biomass proved to be the most efficient.

Key words: Agroecology, Water treatment, cacti.

INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural amplamente utilizado e essencial para a existência e manutenção da vida. Água segura e prontamente disponível é importante para a saúde pública, uso doméstico, produção de alimentos e fins recreativos (WHO, 2018). Em 2010, a assembleia geral da ONU reconheceu o direito humano à água e ao saneamento (ONU, 2010). Todos têm o direito à água suficiente, contínua, segura, aceitável e fisicamente acessível para uso pessoal e doméstico (ONU, 2010). Para isso, ela deve estar no ambiente em quantidade e qualidade adequadas. Para consumo humano, a água deve ser inodoro, incolor e insípida, sem substâncias químicas e microrganismos nocivos à saúde (DI BERNARDO; DI BERNARDO; CENTURIONE FILHO, 2002).

Em 2015, 423 milhões de pessoas em todo o mundo usaram água de poços e nascentes desprotegidos e 159 milhões consumiram água superficial não tratada de lagos, lagoas, rios e córregos (WHO, 2018). Estas fontes de água não tratadas podem transmitir cólera, diarreia, hepatite A, febre tifóide e poliomielite (GLEICK, 2014). A ausência de tratamento de água e saneamento

inadequados ou inadequadamente administrados expõe a população a riscos evitáveis (MARA et al., 2010).

No tratamento das águas, destinadas à produção de água para consumo humano, o alumínio é utilizado por vezes na forma de sulfato, para provocar a coagulação/floculação das substâncias presentes na água bruta, sob a forma de suspensões coloidais. Entretanto este produto vem causando preocupação por seu alto grau residual deixado na água (MENDES; OLIVEIRA, 2004). A ingestão por muito tempo de alumínio em altas concentrações pode levar a sérios problemas de saúde como: demência, danos ao sistema nervoso central, perda de memória, tem-se sugerido que o alumínio possa estar relacionado com a doença de Alzheimer (PASTILHA, 2005).

Sabemos que a quantidade e qualidade da água disponível para o consumo estão prejudicadas, portanto a busca por tratamentos alternativos para assegurar a qualidade da água é de extrema importância (SAMPAIO, 2003).

Atualmente, diversas fontes de adsorventes vêm sendo investigadas com a finalidade de serem utilizados para tratamento de água. No entanto, alguns dos adsorventes são de difícil desenvolvimento e elevado custo o que inviabiliza sua utilização em grande escala. Assim, o emprego de adsorventes à base de polissacarídeos é considerado uma alternativa sustentável e potencial no tratamento da água (OLADOJA et. al., 2017). Os cactos da espécie *Opuntia ficus indica*(L.) Mill. Constituem-se em importante matéria-prima para obtenção de diversos produtos em diferentes segmentos, por exemplo, na fabricação de cosméticos e fármacos, além de seu emprego na nutrição humana e animal. Além disso, a comunidade científica vem investigando o potencial de polissacarídeos derivados desta espécie para tratamento de águas contaminadas (JAYALAKSHMI et. al., 2017; RACHDI et. al., 2017).

Objetivou-se com esse trabalho avaliar a eficiência da biomassa da palma como bioadsorvente na purificação de água, e, além disso, avaliar a qualidade da água para o consumo humano de acordo com os parâmetros mencionados na portaria nº 2.914/2011.

1.REFERENCIAL TEÓRICO

1.1.Problemas relacionados a água

O consumo de água contaminada é responsável por dois terços das

mortes de crianças menores de cinco anos internadas em hospitais públicos, o que representa cerca de 240 mortes por dia (BRASIL, 2012). Boa parte das comunidades não tem água suficiente e de qualidade para viverem e ainda pior que isso, em alguns locais a água é inacessível para a população (AUGUSTO et al., 2012). Esta situação calamitosa se concentra no polígono da seca, que engloba 1.348 municípios dos estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Minas Gerais, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe (BRASIL, 2005).

A seca é um fenômeno que limita a qualidade e quantidade de água onde ocorre. O déficit de água potável no Brasil é de 30%, prejudicando mais de 40 milhões de pessoas (BRASIL, 2012). Isto, associado à falta de políticas públicas, ameaça à saúde e vulnerabiliza a vida humana. Os recursos para adaptação ou convivência com a seca não são igualmente distribuídos e populações pobres são, normalmente, desfavorecidas (DE NICOLA E SUBRAMANIAM, 2015).

No polígono da seca, como em outras áreas do mundo com características similares, a imprevisibilidade dos períodos de estiagem, o crescimento populacional, as mudanças demográficas e a urbanização aumentam o desafio para o abastecimento de água (SCANLON et al., 2007; TODD et al., 2012; JOHN et al., 2014). Estima-se que, até 2025, metade da população mundial estará vivendo em áreas com falta de água (GLEICK, 2014; WHO, 2018).

Segundo os dados do Operador Nacional de Sistema Elétrico (2017), os níveis dos maiores reservatórios do Nordeste não ultrapassaram 32% da sua capacidade máxima nos últimos cinco anos. Além da perspectiva negativa do setor energético, os reservatórios de água para consumo humano também se encontram em situação semelhante – completamente secos ou com volume morto. Os poucos reservatórios que ainda não secaram, guardam um corpo de água turbido, rico em matéria orgânica suspensa e com alto potencial de contaminação microbiológica (FETTWEIS E LEE, 2017). Essa mesma água, não obstante, é utilizada para o consumo de muitas famílias e animais podendo agravar a transmissão de doenças infecciosas e parasitárias (RIBAS et al., 2017).

1.2 Parâmetros de qualidade da água

A qualidade da água pode ser representada através de diversos parâmetros, físicos, químicos e biológicos, que traduzem suas principais características. Os parâmetros abordados podem ser utilizados tanto para caracterizar águas de abastecimento, águas residuárias, mananciais e corpos

receptores. É importante esta visão integrada da qualidade da água, sem uma separação entre as suas diversas aplicações (VON SPERLING, 2005).

Referente à qualidade da água tratada, no Brasil, a legislação vigente é a Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

Nessa portaria estão estabelecidos valores máximos permitidos de parâmetros que precisam ser respeitados para toda a água de abastecimento humano em todo o território nacional.

1.2.1 Cor Aparente

A cor é responsável pela coloração da água e constituída pelos sólidos dissolvidos, que podem tanto ter origem natural como antropogênica. A origem natural é através da decomposição da matéria orgânica de principalmente vegetais e pela presença de ferro e manganês, ela não apresenta riscos a saúde humana, porém a coloração da água contendo matéria orgânica dissolvida responsável pela cor pode gerar produtos potencialmente cancerígenos. A origem antropogênica vem de resíduos industriais e esgoto doméstico, podendo conter ou não toxicidade (VON SPERLING, 2005).

O parâmetro cor possui duas características, a cor aparente e a cor verdadeira. Águas superficiais aparentam ter cor devido ao material em suspensão, esta é a coloração tida como aparente, porque é como o ser humano vê, porém, esta coloração se deve a reflexão e dispersão da luz nas partículas em suspensão que são responsáveis pela turbidez (MACÊDO, 2007).

1.2.2 Turbidez

Segundo Von Sperling (2005), a turbidez representa o grau de interferência com a passagem da luz através da água, conferindo uma aparência turva a mesma. Os sólidos em suspensão são os responsáveis pela turbidez na água e podem vir, tanto de origem natural, através de partículas de rocha, argila, silte, algas e outros microrganismos, como de origem antropogênica, por meio de despejos domésticos e industriais, microrganismos e erosão.

A turbidez de origem natural não traz inconvenientes sanitários diretos, além de ser esteticamente desagradável, porém os sólidos em suspensão podem servir de abrigo para microrganismos patogênicos. Já a turbidez de

origem antropogênica pode estar associada a compostos tóxicos e organismos patogênicos, sendo prejudiciais a saúde humana (VON SPERLING, 2005).

De acordo com Libânio (2010), a determinação da turbidez vem sendo considerado um parâmetro de fundamental importância de quase totalidade das estações de tratamento de água do Planeta.

No Brasil, em regiões com solo erodível a turbidez dos corpos d'água é elevada, pois as precipitações podem carrear partículas de silte, areia, argila, óxidos metálicos de solo e fragmentos de rocha. Em decorrência disso, das características geológicas das bacias de drenagem e do uso para as práticas agrícolas muitas vezes inadequadas, grande parte das águas dos rios brasileiros é naturalmente turva (LIBÂNIO, 2010).

Na Portaria 2914 Brasil (2011), encontra-se como valor máximo permitido para águas subterrâneas 5 uT (unidade de turbidez), para água filtrada por filtração rápida 0,5 uT e água filtrada por filtração lenta 1,0 uT.

1.2.3 Sólidos Totais

De acordo com Piveli e Kato (2006), Sólidos totais é um parâmetro associado à turbidez e pode ser dividido em quatro subgrupos.

1.2.3.1 Sólidos totais: resíduos após evaporação em banho-maria e posterior secagem;

1.2.3.2 Sólidos suspensos: massa com dimensões superiores a 1,2 μ m retida após filtração;

1.2.3.3 Sólidos voláteis: porção de sólidos totais, dissolvidos ou suspensos que se volatiliza após calcinação;

1.2.3.4 Sólidos fixos: porção que resta após a calcinação dos sólidos totais, dissolvidos ou suspensos;

1.2.3.5 Sólidos sedimentáveis: porção de sólidos que se sedimenta quando mantida em repouso em cone Imhoff de um litro por uma hora.

A determinação da concentração de sólidos não é comumente realizada nas estações de tratamento por causa da morosidade das análises, dos equipamentos utilizados e a menos precisão para concentrações pequenas, sendo assim, substituídas pelas análises de cor, verdadeira e aparente, e turbidez (LIBÂNIO, 2010).

De acordo com a Portaria 2914 Brasil (2011), o valor máximo permitido do padrão

de potabilidade para sólidos totais dissolvidos é de 1000 mg L.

1.2.4 Temperatura

De acordo com Libânio (2010), a temperatura da água e dos fluidos em geral, indica a magnitude da energia cinética do movimento aleatório das moléculas e sintetiza o fenômeno de transferência de calor à massa líquida. As alterações de temperatura das águas naturais decorrem em especial da insolação, estando influenciada diretamente pelo clima e latitude, e quando de origem antrópica, a lançamentos de despejos industriais – águas de caldeiras e/ou de refrigeração.

Segundo Von Sperling (2005) a temperatura consiste na medição da intensidade de calor, tanto pelos processos de radiação, condução e convecção entre a atmosfera e o solo, quanto pelo derramamento de águas de torres de resfriamento e despejos industriais. Os problemas causados pelo aumento da temperatura são: diminuição da solubilidade dos gases, aumento da taxa de transferência de gases e aumento da taxa das reações físicas, químicas e biológicas.

O ecossistema aquático é adaptado apenas a pequenas variações de temperatura da água, porque o alto calor específico da água (1 Cal/g x °C, a 14,5°C), o transforma em excelente regulador térmico (MACÊDO, 2007).

1.2.5 Potencial Hidrogeniônico (pH)

Representa a concentração de íons de hidrogênio indicando a condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água. A faixa total de pH é de 0 a 14. Os constituintes responsáveis são os sólidos e gases dissolvidos, de origem natural vindo da dissolução de rochas, absorção de gases da atmosfera, oxidação da matéria orgânica e fotossíntese. E de origem antropogênica resultantes de despejos domésticos e industriais (VON SPERLING, 2005).

De acordo com a Portaria 2.914 Brasil (2011) a faixa de valor máximo permitido é de 6,0 a 9,5. Sendo que águas com pH < 7 apresentam condições ácidas, pH = 7 indica neutralidade e pH > 7 apresentam condições básicas.

Trata-se do parâmetro de maior frequência de monitoramento na rotina operacional das estações de tratamento de água pela interferência em diversos processos e operações unitárias, desde a aplicação de coagulantes ao processo

de desinfecção química (LIBÂNIO, 2010).

O pH é um parâmetro importante em diversas etapas do tratamento de água, como coagulação, desinfecção, controle da corrosividade e remoção da dureza.

Utilizado também na caracterização de águas de abastecimento brutas e tratadas, águas residuárias e no controle da operação de estações de tratamento de água e esgoto.

1.2.6 Condutividade Elétrica

Segundo Di Bernardo (2002) a condutividade elétrica depende da quantidade de sais dissolvidos na água, sendo aproximadamente proporcional à sua quantidade. A sua determinação permite estimar de modo rápido a quantidade de sólidos totais dissolvidos.

Ela indica a capacidade da água natural de transmitir a corrente elétrica em função da presença de substâncias dissolvidas que se dissociam em cátions e ânions. Soluções onde apresenta condutividade elétrica elevada encontra-se a presença da maioria dos compostos inorgânicos e quando a condução de corrente elétrica é reduzida encontra-se compostos orgânicos que não se dissociam em soluções aquosas (LIBÂNIO, 2010).

A condutividade das águas superficiais e subterrâneas também varia bastante, podendo ser baixa com valores de 50 micromhos.cm⁻¹ e variando até 50.000 micromhos.cm⁻¹, que é a condutividade encontrada na água do mar (MACÊDO, 2007).

De acordo com Libânio (2010), embora condutividade elétrica não seja um parâmetro integrante do padrão de potabilidade brasileiro e somente monitorado por estações de tratamento de grande porte, trata-se de um importante indicador de eventual lançamento de efluentes por relacionar-se à concentração de sólidos totais dissolvidos.

Dentre os parâmetros que serão analisados neste trabalho, a condutividade elétrica não é considerada um parâmetro de potabilidade, portanto não é mencionada na Portaria 2.914 (BRASIL, 2011).

1.2.7 Coliformes Totais e Escherichia Coli

O monitoramento da qualidade bacteriológica da água para consumo deve ser realizado a fim de se avaliar se ela se encontra dentro dos padrões de

potabilidade humana, que requer uma água limpa e livre de patógenos ou qualquer outro tipo de contaminação que cause danos à saúde (MÜLLER E PARUSSOLO, 2014).

As bactérias do grupo coliformes habitam o trato intestinal dos animais de sangue quente. Portanto são consideradas indicadores da contaminação de uma amostra de água por fezes. Essas bactérias possuem diversas características que explicam o emprego das mesmas como indicadores microbiológicos de qualidade da água, uma delas refere-se ao fato de que a quantidade eliminada diariamente por um indivíduo é elevada facilitando assim a detecção de contaminação por esgoto em amostras de água bruta e a possibilidade da presença de patogênicos a estes associados (LIBÂNIO, 2010).

As bactérias do grupo coliformes se dividem em dois grupos: coliformes totais e coliformes fecais ou termo tolerantes. Os coliformes totais são um grupo de bactérias que contem bacilos gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos, oxidase-negativa, capazes de crescer na presença de sais biliares ou outros compostos ativos de superfície, com propriedades similares de inibição de crescimento, e que fermentam a lactose com produção de ácidos, aldeídos e gás a 35°C em 24-48 horas. Este grupo contém os seguintes gêneros: *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter* e *Klebsiella* (BETTEGA, 2006).

Coliformes fecais ou coliformes termo tolerantes são bactérias capazes de desenvolver e/ou fermentar a lactose com produção de gás a 44°C em 24 horas. A principal espécie dentro desse grupo é a *Escherichia coli*. Essa avaliação microbiológica da água tem um papel destacado, em visto da grande variedade de microrganismos patogênicos, em sua maioria de origem fecal, que pode estar presente na água (BETTEGA, 2006).

O número de coliformes é expresso pelo número mais provável (NMP), que representa a quantidade mais provável de existência de coliformes em 100 ml de água amostrada (SILVA et. al., 2001).

As amostras que apresentem resultado positivo para coliformes totais devem ser posteriormente analisadas para coliformes termotolerantes ou *E. coli* para que assim haja confirmação dos resultados positivos e da presença de contaminação fecal na água analisada (BRASIL, 2004).

A análise de coliformes é realizada pelos sistemas de tratamento indicando a eficiência do processo, segundo a Portaria 2.914 Brasil (2011) em

uma amostra de 100 ml de água tratada destinada a consumo humano não pode haver presença de coliformes totais.

1.3 Tratamento de Água

Para o fornecimento de água de qualidade à população e suas atividades cotidianas, existe o tratamento de água. Este consiste numa série de operações unitárias, dentre as quais se destaca a coagulação, um processo que remove, com produtos químicos, compostos em solução e destabilizam suspensões coloidais e sólidos que não podem ser removidos por sedimentação ou filtração (KINYUA et al., 2016). A floculação está intimamente ligada à coagulação, durante a qual as partículas desestabilizadas pelo coagulante aglutinam-se e formam flocos passíveis de decantação (RICHTER, 2009). A adsorção é o processo de transferência de um ou mais constituintes (adsorbatos) de uma fase fluida (adsortivo) para a superfície de uma fase sólida (adsorvente). No processo de adsorção, as moléculas presentes na fase fluida são atraídas para a zona interfacial devido à existência de forças atrativas não compensadas na superfície do adsorvente (DABROWSKI, 2001). No entanto, apenas 89% da população mundial (6,5 bilhões de pessoas) tem acesso à água tratada (WHO, 2018).

Os sais metálicos e alguns polieletrólitos são alguns dos coagulantes que teve seu uso aumentado nos últimos tempos em tratamento físico-químico de águas de abastecimento. Entre os sais metálicos mais utilizados como coagulantes no tratamento de esgoto e água estão o alumínio e o ferro. Embora sejam bons coagulantes, sua concentração residual em águas tratadas tem causado uma grande preocupação (SILVA, AQUINO E SANTOS, 2007).

Segundo Silva, Aquino e Santos (2007), pesquisas apontam certas desvantagens na utilização de coagulantes químicos, como, problemas de saúde causados pelo alumínio residual presente em águas tratadas, um grande volume de lodo produzido durante o processo de tratamento e também o consumo da alcalinidade do meio que acarreta custos adicionais com produtos químicos utilizados para a correção do pH.

A busca por soluções sustentáveis em diversas áreas tem sido constantes nos últimos anos, principalmente utilizando tecnologias agroecológicas. A agroecologia fornece os princípios ecológicos básicos para o estudo e tratamento de ecossistemas tanto produtivos quanto preservadores dos recursos naturais

(ALTIERI, 1987).

Polímeros naturais de origem vegetal, acessíveis a todos, podem adsorver partículas sólidas contaminantes com características semelhantes aos adsorventes químicos (RICHTER, 2009; YIN, 2010) e pode ser uma alternativa emergencial para a população que não tem acesso a água tratada. Estes biopolímeros devem ser biodegradáveis, de fácil acesso, baixo custo, não alterar o pH da água tratada e reduzirem os prejuízos a saúde humana. Recentemente, biopolímeros de diferentes plantas começaram a ser estudados (KHEDIMALLAH et al., 2015; ZAZOUA et al., 2018; ZAZOUA et al., 2018).

Estes têm estruturas químicas com muitos grupos hidroxifenólicos que lhes conferem a propriedade de formar complexos com muitas macromoléculas, tais como proteínas, carbonos hidratados ou íons metálicos (SANTOS et al., 2011).

As propriedades de adsorção de vários bioadsorventes de baixo custo como resíduos agrícolas e seus carvões ativados têm sido relatados nos últimos anos. Estes bioadsorventes podem ser modificados quimicamente para melhorar sua eficiência e podem ser reutilizações para melhorar sua aplicabilidade em escala industrial (AHMAD et al., 2011).

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local de coleta e ensaio

Este trabalho foi desenvolvido no campus II da Universidade Estadual da Paraíba, localizado na zona rural do município de Lagoa Seca –PB no período de julho a agosto de 2018. O município de Lagoa Seca está localizado no agreste paraibano (Latitude 7° 09 S, Longitude 35° 52 w e altitude 634m) distante 130km da capital João Pessoa, apresenta população de aproximadamente 25.900 habitantes, com densidade demográfica de 240,73 hab/km² (IBGE,2010).

A água foi coletada uma única vez com a utilização de uma bonbona de 5 litros assepticamente do açude do campus II da UEPB levado para o laboratório de solos e recursos hídricos do próprio campus, onde foi feita a distribuição de 200ml de água em erlemeyers assépticos. A biomassa vegetal da palma foi coletada na área do proprio campus, desinfectada com solução de hipoclorito de sódio (250 mg L⁻¹), onde a mesma foi imersa na solução pelo período de 30 segundos, pesada e separada em porções correspondentes a:0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5 e 3g. Estas porções correspondem a os tratamentos P1, P2, P3, P4, P5 e P6, distribuídos em 3 repetições, e sendo P0 a testemunha (água bruta sem

tratamento). As mesmas foram distribuídas nos erlenmeyers contendo 200 ml da água coletada e ficaram sob agitação em mesa agitadora por 5 minutos (130 rpm) para homogeneização. Em seguida, a biomassa permaneceu na água e foram realizadas análises nos seguintes períodos de tempo 10; 20; 30; 40; 50; 60 e 120 minutos, neste último período de tempo as amostras foram filtradas em peneiras assépticas e analisadas. No último período de tempo, foi realizada a coleta de 100ml de água em cada tratamento, onde estas amostras foram levadas ao laboratório de microbiologia para fazer-se a análise microbiológica.

2.2 Parâmetros analisados e metodologias

Cinética de adsorção - as isotermas de adsorção foram obtidas pelo modelo matemático de Langmuir: $q_e = q_0 K C_e / (1 + K C_e)$; onde: q_e = quantidade adsorvida por massa de adsorvente (mg g^{-1}); q_0 = constante relacionada com a energia de adsorção; K = constante de Langmuir (capacidade de concentração teórica na monocamada) (ml g^{-1}); C_e = concentração do adsorbato em equilíbrio.

Turbidez - foi utilizado o método Nefelométrico através do turbidímetro microprocessado Del Lab – DLM – 2000B. A amostra de água antes e depois do tratamento, foi colocada na cubeta de vidro apropriada, introduzida e posicionada. A leitura forneceu os resultados em unidade nefelométrica de turbidez (NTU).

Presença de coliformes totais – foi utilizada a técnica do número mais provável (NMP). Vinte e cinco mililitros do filtrado foi retirado assepticamente e diluído sucessivamente (0,1; 0,01 e 0,001). Cada diluição utilizou três tubos com 10 mL de Caldo Lauril Sulfato de Sódio (LST) com tubos de Durhan invertidos, os quais foram incubados de 35 a 37 °C por 24 horas. Os tubos com formação de gás no Caldo LST, foram alíquotas semeadas em tubos contendo 5 mL de Caldo verde brilhante 2% (VB).

pH – Foi utilizado o pHmetro digital, onde o mesmo foi calibrado com as soluções tampão. Os eletrodos foram lavados com água destilada e, em seguida, mergulhados na solução tampão pH 7,00. Repetiu-se o procedimento de lavagem dos eletrodos com água destilada e, desta vez, o eletrodo foi

mergulhado na solução tampão pH 4,00. Determinação de pH: Os eletrodos foram inseridos nas amostras de água para leitura do pH e os dados foram registrados.

Temperatura – Foi aferida com termômetro digital, de maneira que a cada aferição o mesmo era enxuto com toalha de papel na intenção de não haver interferência nas análises.

Condutividade elétrica - A condutividade elétrica da amostra de água foi determinada por meio de um condutivímetro (Marconi FCTP. 906).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Cinética de Adsorção.

A Tabela 1 apresenta os valores médios de sólidos totais suspensos na água ao longo do tempo a Figura 1 apresentam os valores da eficiência da cinética de adsorção de sólidos totais dos seis tratamentos ao longo do tempo.

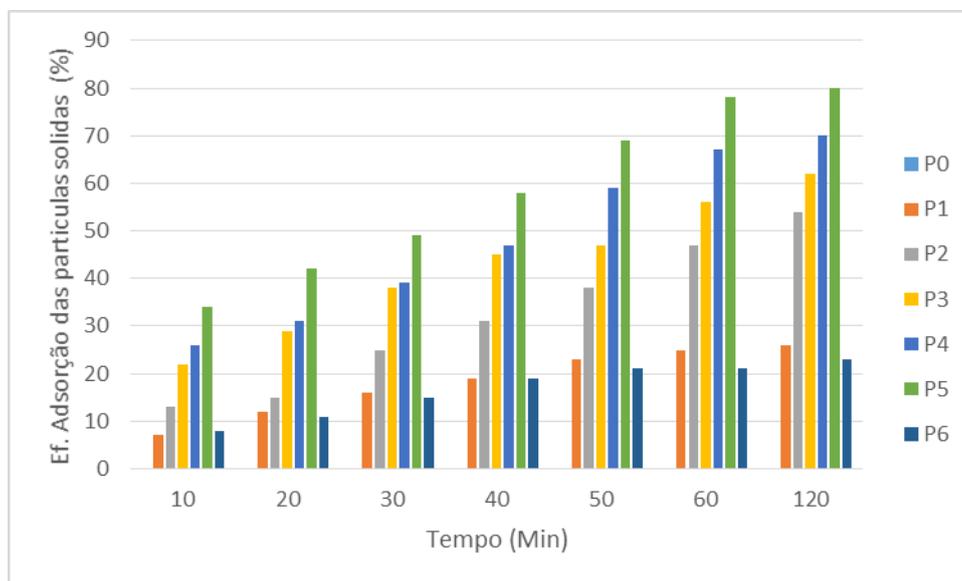
A adsorção das partículas contaminantes suspensas na água foi maior no tratamento P5 que utilizou 2,5 g e menor no P6 que utilizou 3,0 g de biomassa de palma (Figura 1). Acredita-se que a queda de eficiência do tratamento P6 se deu pelo aumento dos sólidos causados pela própria biomassa da palma em suspensão.

Tabela 1. Valores de Sólidos Totais (mg.L¹) suspensos na água ao longo do tempo.

| Tratamentos | Tempo (Min) | | | | | | |
|-------------|--------------|------|------|------|------|------|-----------------|
| | Sedimentação | | | | | | Pós - filtração |
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 120 |
| P0 | 2,50 | 2,50 | 2,50 | 2,50 | 2,50 | 2,50 | 2,50 |
| P1 | 2,32 | 2,20 | 2,10 | 2,02 | 1,92 | 1,87 | 1,85 |
| P2 | 2,17 | 2,12 | 1,87 | 1,72 | 1,55 | 1,32 | 1,15 |
| P3 | 1,95 | 1,77 | 1,55 | 1,37 | 1,32 | 1,10 | 0,95 |
| P4 | 1,95 | 1,72 | 1,52 | 1,32 | 1,02 | 0,82 | 0,75 |
| P5 | 1,65 | 1,45 | 1,27 | 1,04 | 0,77 | 0,55 | 0,50 |
| P6 | 2,30 | 2,22 | 2,17 | 2,02 | 1,97 | 1,97 | 1,92 |

Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 1. Eficiência de Adsorção de partículas contaminantes suspensas na água pela biomassa de palma.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A adsorção de partículas contaminantes suspensas na água pela biomassa da palma é explicada pelas estruturas químicas com muitos grupos hidroxifenólicos que complexam macromoléculas. Cladódios de cactos tem alto conteúdo de compostos fenólicos, incluindo pectinas, mucilagens, lignina,

celulose e hemicelulose (MONTESANO et al., 2012; FATTORE et al., 2016). Polímeros produzidos a partir da palma forrageira e outras cactáceas com características semelhantes podem ser uma alternativa emergencial para a população nos destina que não tem acesso a água tratada. Estes biopolímeros são biodegradáveis, de fácil acesso, baixo custo e sem risco a saúde humana.

3.2 Turbidez

Na Tabela 2 encontram-se os valores médios de turbidez da água e na figura 2 encontram-se os valores de eficiência na redução da turbidez da água ao longo do processo de sedimentação e ao final da filtração.

Tabela 2. Valores médios de turbidez (NTU) ao longo do tempo.

| Tratamentos | Tempo (Min) | | | | | | |
|-------------|--------------|--------|--------|--------|--------|-----------------|--------|
| | Sedimentação | | | | | Pós - filtração | |
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 120 |
| P0 | 150,00 | 150,00 | 150,00 | 150,00 | 150,00 | 150,00 | 150,00 |
| P1 | 142,00 | 135,00 | 128,00 | 60,00 | 34,00 | 54,00 | 6,00 |
| P2 | 90,00 | 73,00 | 49,00 | 55,00 | 48,00 | 40,00 | 3,20 |
| P3 | 120,00 | 104,00 | 89,00 | 65,00 | 47,00 | 34,00 | 5,00 |
| P4 | 125,00 | 109,00 | 121,00 | 84,00 | 55,00 | 32,00 | 2,60 |
| P5 | 90,00 | 110,00 | 95,00 | 41,00 | 23,00 | 21,00 | 1,90 |
| P6 | 95,00 | 102,00 | 94,00 | 42,00 | 26,00 | 29,00 | 4,50 |

Fonte: Elaborado pelo autor

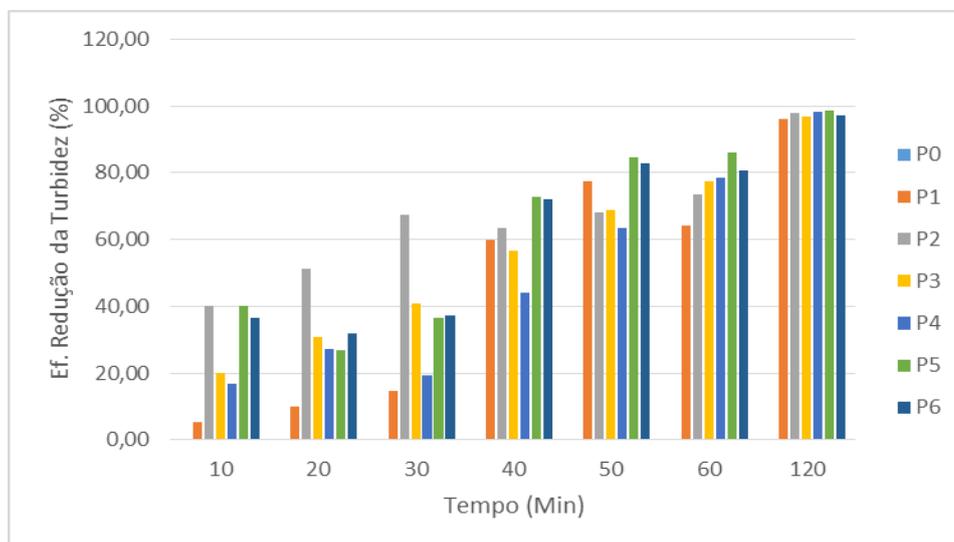
Analisando a Tabela 2 podemos observar que a maior variação nos valores de turbidez ocorreu no tratamento P4, onde o valor passou de 125 NTU no início da sedimentação para 32 NTU ao final da sedimentação e a 2,6 NTU após filtração. No entanto o tratamento P5 se mostrou mais eficiente por se aproximar do valor máximo exigido por lei.

Comparando os resultados obtidos com a Portaria 2.914 Brasil (2011), na qual tem como valor máximo permitido 0,5 uT nenhum dos tratamentos encontram-se dentro dos padrões.

Os valores pós-filtração apresentam uma maior proximidade com o exigido na Portaria, demonstrando uma alta eficiência do filtro e a importância desta etapa no processo de tratamento de água. Pode-se pensar que para alcançar os valores exigidos seria necessário um aprimoramento no

meio filtrante, além do processo de desinfecção da água que não foi realizada nesta pesquisa.

Figura 2. Valores médios da eficiência de cada tratamento da redução da turbidez.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Comparando o resultado dos tratamentos pós-filtração percebe-se uma alta eficiência de remoção da turbidez para todos. Sendo que o que apresentou a maior redução foi o tratamento P5 com 98,7%. Resultados semelhantes foram encontrados por Silveira, (2017) quando utilizou Produtos naturais no tratamento de água.

3.3 Presença de Coliformes totais

Na Imagem 1A Observamos o ensaio realizado, e na Imagem 1B o ensaio após o tempo de realização.

Imagem 1. Ensaio para análise de Coliformes totais (NMP. 100mL¹).



Fonte: Elaborado pelo autor.

Após o tempo de análise, observou-se a mudança de coloração do caldo e a produção de gás, indicando a presença de coliformes totais

. De acordo com a Portaria 2.914 Brasil (2011), para uma água ser considerável potável deve haver ausência de coliformes em 100 mL de água. Silveira, (2017) e Lima Júnior, (2018) em seus trabalhos com produtos naturais no tratamento de água também encontraram presença de coliformes como neste, evidenciando que os produtos naturais tem uma certa eficiência na eliminação de microorganismos, mas não na sua totalidade, que devem ser utilizadas complementos para obter a eficiência total.

3.4 PH

Na tabela 3 e figura 3 observamos os valores médios de pH da água e a variação ao longo do tempo.

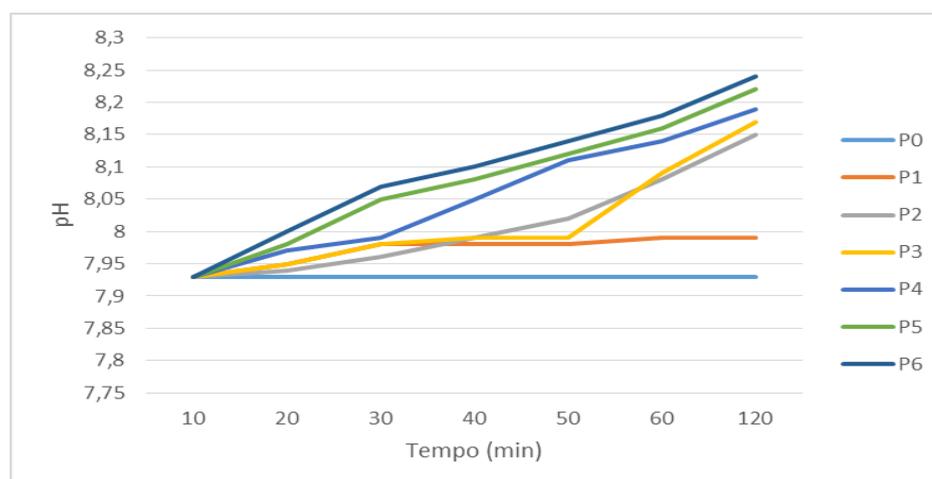
Tabela 3: Valores médios de pH ao longo do tempo.

| Tratamentos | Tempo (Min) | | | | | | |
|-------------|--------------|------|------|------|-----------------|------|------|
| | Sedimentação | | | | Pós - Filtração | | |
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 120 |
| P0 | 7,93 | 7,93 | 7,93 | 7,93 | 7,93 | 7,93 | 7,93 |
| P1 | 7,93 | 7,95 | 7,98 | 7,98 | 7,98 | 7,99 | 7,99 |
| P2 | 7,93 | 7,94 | 7,96 | 7,99 | 8,02 | 8,08 | 8,15 |
| P3 | 7,93 | 7,95 | 7,98 | 7,99 | 7,99 | 8,09 | 8,17 |
| P4 | 7,93 | 7,97 | 7,99 | 8,05 | 8,11 | 8,14 | 8,19 |
| P5 | 7,93 | 7,98 | 8,05 | 8,08 | 8,12 | 8,16 | 8,22 |
| P6 | 7,93 | 8,00 | 8,07 | 8,10 | 8,14 | 8,18 | 8,24 |

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Figura 3 podemos observar os valores médios de pH da água e a variação do mesmo ao longo do tempo.

Figura 3. Valor de pH ao longo tempo



Fonte: Elaborado pelo autor

Observando-se o valor de pH do tratamento testemunha P0 (7,93), pode-se perceber analisando a figura 3, que houve um aumento para a grande maioria dos tratamentos ao final do tempo analisado, o tratamento P6 foi o que obteve maior diferença em relação a água bruta.

A utilização deste coagulante natural no tratamento de água se mostra importante por não alterar significativamente os valores de pH durante o tratamento. Silveira, (2017) e Lima Júnior, (2018) utilizaram substâncias a base de produtos naturais no tratamento de água e ambos observaram os mesmos resultados obtidos neste trabalho.

Todos os valores obtidos durante o ensaio estão de acordo com a Portaria 2.914 Brasil (2011), para potabilidade da água, onde, para água tratada a faixa de valor máximo permitido é de 6,0 a 9,5 , observando-se que os valores encontrados encontram-se dentro da normalidade.

3.5 Temperatura

Na tabela 4 e figura 4 podemos observar os valores de temperatura e sua variação ao longo do tempo.

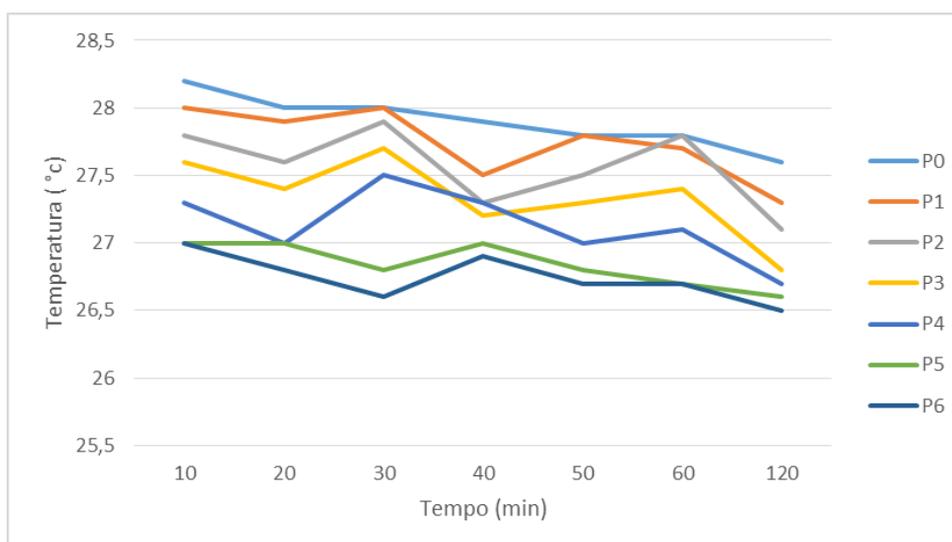
Tabela 4: Valores médios de temperatura (°C).

| Tratamentos | Tempo (Min) | | | | | | |
|-------------|--------------|-------|-------|-------|-------|-----------------|-------|
| | Sedimentação | | | | | Pós - Filtração | |
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 120 |
| P0 | 28,20 | 28,00 | 28,00 | 27,90 | 27,80 | 27,80 | 27,60 |
| P1 | 28,00 | 27,90 | 28,00 | 27,50 | 27,80 | 27,70 | 27,30 |
| P2 | 27,80 | 27,60 | 27,90 | 27,30 | 27,50 | 27,80 | 27,10 |
| P3 | 27,60 | 27,40 | 27,70 | 27,20 | 27,30 | 27,40 | 26,80 |
| P4 | 27,30 | 27,00 | 27,50 | 27,30 | 27,00 | 27,10 | 26,70 |
| P5 | 27,00 | 27,00 | 26,80 | 27,00 | 26,80 | 26,70 | 26,60 |
| P6 | 27,00 | 26,80 | 26,60 | 26,90 | 26,70 | 26,70 | 26,50 |

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Figura 4 observamos os valores médios de Temperatura da água e a variação do mesmo ao longo do tempo.

Figura 4. Valores de temperatura da água tratada ao longo do tempo.



Fonte: Elaborado pelo autor

De acordo com a Figura 4 pode-se observar que houve uma pequena variação de temperatura ao longo do experimento. Os valores médios variaram do valor da água bruta 28,3 °C, pouco menos de dois graus.

Silveira, (2017); Borba et. al. (2018) que utilizaram plantas como forma de tratamento de águas em seus trabalhos encontraram variações mínimas semelhantes as encontradas neste trabalho.

3.6 Condutividade Elétrica

Na tabela 5 e figura 5 observamos os valores médios de condutividade elétrica da água ao longo do tempo.

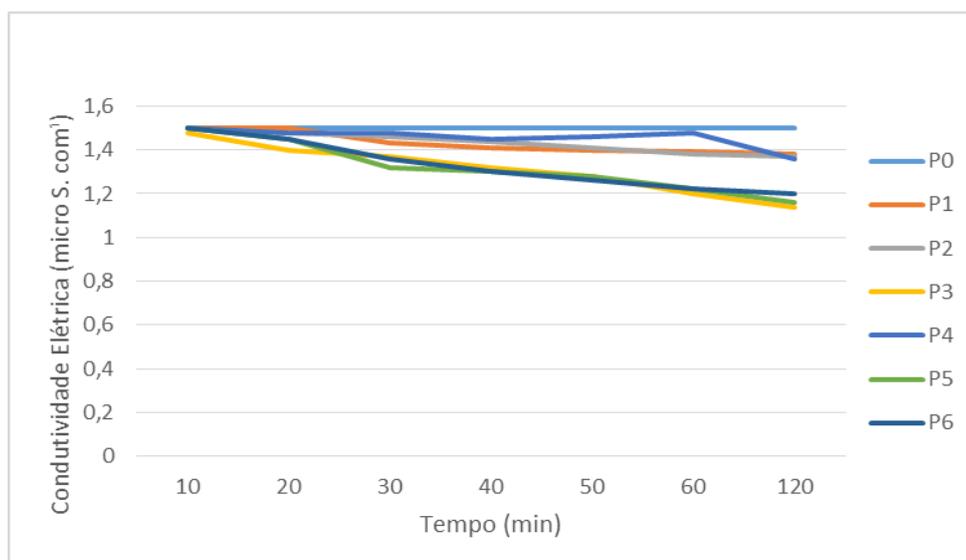
Tabela 5: Valores médio de condutividade elétrica (microS.cm¹).

| Tratamentos | Tempo (Min) | | | | | | |
|-------------|--------------|------|------|------|------|----------------|------|
| | Sedimentação | | | | | Pós- Filtração | |
| | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 120 |
| P0 | 1,50 | 1,50 | 1,50 | 1,50 | 1,50 | 1,50 | 1,50 |
| P1 | 1,50 | 1,50 | 1,43 | 1,41 | 1,40 | 1,39 | 1,38 |
| P2 | 1,50 | 1,48 | 1,46 | 1,44 | 1,41 | 1,38 | 1,37 |
| P3 | 1,48 | 1,40 | 1,37 | 1,32 | 1,28 | 1,20 | 1,14 |
| P4 | 1,50 | 1,48 | 1,48 | 1,45 | 1,46 | 1,48 | 1,36 |
| P5 | 1,50 | 1,45 | 1,32 | 1,30 | 1,28 | 1,22 | 1,16 |
| P6 | 1,50 | 1,45 | 1,36 | 1,30 | 1,26 | 1,22 | 1,20 |

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 5 apresenta os valores médios de condutividade elétrica da água em função do tempo.

Figura 5. Valores médios de Condutividade Elétrica ao longo do tempo



Fonte: Elaborado pelo autor.

Observa-se na Figura 6 que houve uma diminuição nos valores de condutividade elétrica para todos os tratamentos em relação ao dado bruto (1,5 micro S.cm-1)

O tratamento P3 foi onde teve uma maior redução no valor de condutividade elétrica, chegando a (1,14 micro S. cm¹), seguido pelo tratamento P5. Observou-se ainda um dado interessante que o tratamento P6 que foram utilizados 3g de biomassa da palma reduziu o valor de condutividade em relação ao tratamento testemunha P0, mas aumentou quando comparado ao tratamento P3.

Borba et. al. (2018) utilizou plantas para tratamento de água e obteve redução de 96% no valor de condutividade elétrica mostrando a eficiência de produtos vegetais para esse fim. A condutividade elétrica está também ligada ao aumento ou redução da turbidez devido à quantidade de elementos presentes na água capazes de conduzir eletricidade (CARVALHO et al.,2000)

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados deste trabalho mostraram que o uso de coagulante natural biomassa de Palma foi eficiente no processo de tratamento de água. E que o tratamento P5 contendo 2,5 g de Biomassa de Palma demonstrou ser o mais eficiente.

Comparando os valores encontrados com a Portaria 2.914 Brasil (2011), a Biomassa da Palma é um eficiente coagulante natural se utilizada no tratamento de água seguindo todas as etapas (coagulação, floculação, sedimentação e desinfecção) exigidas. Pois, os mesmos, se encontram dentro ou muito próximos dos valores determinados por lei e acredita-se que se houvesse o processo de desinfecção no ensaio, para os parâmetros analisados, a água obtida ao final do processo se enquadraria no padrão de potabilidade.

A palma se mostra uma alternativa no tratamento de água, e tendo como vantagem principal o fato de ser um produto natural e de fácil acesso.

REFERÊNCIAS

ALTIERI, M.A. **Agroecology: the scientific basis of alternative agriculture**. Boulder: Westview Press, 1987.

AUGUSTO, L. G. da S. et. al. **O contexto global e nacional frente aos desafios do acesso adequado à água para consumo humano**. Ciência & Saúde Coletiva. Departamento Centro de Pesquisas Aggeu Magalhães, Fiocruz. Cidade Universitária. Recife PE, 2012.

AHMAD, A.A., HAMMED, B.H., AZIZ, N., “**Adsorption of direct dye on palm ash: Kinetic and equilibrium modeling**”. Journal of Hazardous Materials, 141, pp. 70-76. 2011.

BETTEGA, J M P R et al. **Metodos analiticos no controle microbiologico de água para consumo humano**. Cienc. agrotec. [online]. 2006, vol.30,n.5, pp.950- 954. ISSN 1413-7054.

BORBA, J.; LESTE, A. N.; XAVIER, E. G.; SILVA, F. B.; MELO, A. M. **Tratamento De Efluentes Industriais Através Da Utilização De Plantas Na Despoluição Da Água, Associado À Decantação E Filtração Lenta**. V.5 N.2 (2018): Científic@ - Multidisciplinary Journal - Issn 2358-260x P. 132 -137.

BRASIL. Ministério Da Integração Nacional. Disponível em: http://www.mi.gov.br/download/download.asp?endereco=/pdf/desenvolvim entoregional/cartilha_delimitacao_semi_arido.pdf&nome_arquivo=cartilha_de_limitacao_semi_arido.pdf. Acessado em: 25 de julho de 2018.

BRASIL. Ministério Da Saúde/Agência Nacional De Vigilância Sanitária. Portaria nº 518 de 25 de março de 2004. **Procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade**. Diário Oficial da União, Brasília, março de 2004.

BRASIL. Ministério Da Saúde. Disponível em: <http://site.sabesp.com.br/uploads/file/asabesp_doctos/kit_arsesp_portaria2914.pdf> Portaria no 2.914, de 15 de dezembro de 2011.> Acesso em: 22 mai. 2019.

BRASIL. Ministério Da Saúde. Disponível em: <http://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2015/janeiro/28/saude-brasil-2013-analise-situacao-saude.pdf>. Acessado em: 25 de Abril de 2019.

CARVALHO, A. R.; SCHLITTLER, F. H. M.; TORNISIELO, V. L. **Relações da atividade agropecuária com parâmetros físicos químicos da água**. Quim. Nova. 2000; 23: 618–622.

DABROWSKI, A. (2001) Adsorption—From Theory to Practice. **Advances in Colloid and Interface Science**, 93, 135-224.

DE NICOLA E., ABURIZAIZA O.S., SIDDIQUE A., KHWAJA H., CARPENTER D.O. (2015). **Climate change and water scarcity: the case of Saudi Arabia**. Annals of Global Health 81: 342–353. Doi: 10.1016/j.aogh.2015.08.005

DI BERNARDO L., DI BERNARDO A., CENTURIONE FILHO P.L. (2002). **Ensaio de tratabilidade de água e dos resíduos gerados em estações de tratamento de água**. São Carlos: RiMa.

FATTORE M.; MONTESANO D.; PAGANO E.; TETA R.; BORRELLI F.; MANGONI A.; SECCIA S.; ALBRIZIO S (2016). **Carotenoid and flavonoid profile and antioxidant activity in “Pomodoro Vesuviano” tomatoes**. Journal of Food Composition and Analysis 53, 61–68.

FETTWEIS M., LEE B.J. (2017). **Spatial and seasonal variation of biomineral suspended particulate matter properties in high-turbid nearshore and low-turbid offshore zones**. Water 9: e694. Doi:10.3390/w9090694.

GLEICK P.H. (2014). **Dirty Water: Estimated Deaths from Water-Related**

Diseases 2000-2020. Pacific Institute Research Report Public Health, 128: 404– 409.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA (IBGE). 2010. Disponível em <www.ibge.gov.br >. Acesso em: 20 julho de 2018.

JOHN V., JAIN P., RAHATE M., LABHASETWAR P. (2014). **Assessment of deterioration in water quality from source to household storage in semi-urban settings of developing countries.** Environmental Monitoring and Assessment **186**, 725–734. Doi: 10.1007/s10661-013-3412-z.

KHEDIMALLAH N., ZAZOUA A., SBARTAI A., JAFFREZIC-RENAULT N. (2015). **A high sensitivity impedimetric biosensor using the tannin from Quercus macrolepis as Biorecognition element for heavy metals detection.** IEEE Transactions on NanoBioscience 14, e694. Doi: 10.1109/TNB.2015.2461444.

KINYUA E.M., MWANGI I.W., WANJAU R.N., NGILA J.C. (2016). **Clarification of colloidal and suspended material in water using triethanolamine modified maize tassels.** Environmental Science and Pollution Research International 23: 5214–5221. Doi:10.1007/s11356-015-5766-y.

JAYALAKSHMI, G.; SARITHA, V.; DWARAPUREDDI, B. K. **A Review on Native Plant Based Coagulants for Water Purification.** International Journal of Applied Environmental Sciences, v. 12, n. 3, p. 469-487, 2017

LIBÂNIO, M.. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água.** 3° ed. Campinas,SP. Editora Átomo, 2010.

LIMA JÚNIOR, R. N.; ABREU, F. O. M. S. **Produtos Naturais Utilizados como Coagulantes e Floculantes para Tratamento de Águas: Uma Revisão sobre Benefícios e Potencialidades.** Rev.Virtual Quim., 2018, 10(3), no prelo. Data de publicação na Web: 28de junho de 2018.

MACÊDO, J. A. B. de. **ÁGUAS & ÁGUAS.** 3. ed. Belo Horizonte: CRQ-MG, 2007. 1048 p.

MARA D., LANE J., SCOTT B., TROUBA D. (2010). **Sanitation and Health.** PLoS Medicine 7: e1000363. Doi:10.1371/journal.pmed.1000363.

MENDES, B.; OLIVEIRA, J. F.; **Qualidade da água para consumo**

humano; LIDEL - Edições Técnicas, Lda., 2004.

MONTESANO D.; GENNARI O.; SECCIA S.; ALBRIZIO S (2012). **A simple and selective analytical procedure for the extraction and quantification of lutein from tomato by-products by HPLC-DAD**. Food Analytical Methods 5, 710–715.

MÜLLER, L. R.; PARUSSOLO, L. **Qualidade microbiológica da água utilizada para consume em escolas municipais de Mamborê**, Paraná. SaBios-Revista de Saúde e Biologia, v. 9, n. 1, p. 95-99, 2014.

OLADOJA, N. A.; UNUABONAH, E. I.; AMUDA, O. S.; KOLAWOLE, O. M. **Progress and prospects of polysaccharide composites as adsorbents for water and wastewater treatment**. In: OLADOJA, N. A.; UNUABONAH, E.I.; AMUDA, O. S.; KOLAWOLE, O. M. SpringerBriefs in Molecular Science. Berlim: Springer, 2017. cap. 4, p. 65-90 ONU. O direito humano á água e saneamento. 2010. Disponível em: http://www.un.org/waterforlifedecade/pdf/human_right_to_water_and_sanitati_on_media_brief.pdf. Acessado em: 25 de Abril de 2019.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO – ONS, Planejamento anual da operação energética, 2017.

PASTILHA, M. S.; **O alumínio em águas subterrâneas do distrito da Guarda**; Universidade da Beira Interior, Julho de 2005.

PIVELI, R.P.;KATO,M. **Qualidade das águas e poluição: aspectos físico- químicos**. Ed. ABES, Rio de Janeiro, 285 p., 2006.

RACHDI, R.; SRARFI, F.; SHIMI, N. S. Cactus Opuntiaas natural flocculant for urban wastewater treatment. Water Science & Technology, v. 76, n. 4, 2017.

RIBAS A., JOLLIVET C., MORAND S., THONGMALAYVONG B., SOMPHAVONG S., SIEW C.C., TING P.J., SUPUTTAMONGKOL S., SAENSOMBATH V., SANGUANKIAT S., TAN B.H., PABORIBOUNE P., AKKHAVONG K., CHAISIRI K. (2017). **Intestinal parasitic infections and environmental water contamination in a rural village of northern lao pdr**. The Korean Journal of Parasitology 55: 523–532. Doi:10.3347/kjp.2017.55.5.523.

RICHTER, C. A.; NETTO, J. M. A. **Tratamento de água: tecnologia atualizada**. 1 aed. São Paulo. Editora: Edgard Blucher Ltda, 1991.

RICHTER C.A. (2009). **Água: métodos e tecnologia de tratamento**. São Paulo: Edgard Blucher.

ROMPRÉ, A.; SERVAIS, P.; BAUDART, J.; DE-ROUBIN, M. R.; LAURENT, P. **Detection and enumeration of coliforms in drinking water: current methods and emerging**. Journal of Microbiological Methods, [S.l.], v. 49, p. 31-54, 2002. SAMPAIO, J. A. L.; WOLD, C.; NARDY, A. J.

Princípios de Direito Ambiental. Ed. Del Rey. Belo Horizonte: 2003. p.54.

SANTOS, T. M; PEREIRA, D. F.; SANTANA, C. R. SILVA, G. F. **Estudo do tratamento físico químico da água produzida utilizando Moringa oleifera em comparação ao sulfato de alumínio**. Exacta, v. 9, n. 3, p. 317-321 2011.

SCANLON B.R., JOLLY I., SOPHOCLEOUS M., ZHANG L. (2007). **Global impacts of conversions from natural to agricultural ecosystems on water resources: quantity versus quality**. Water Resource Research **43**, e3437. Doi: 10.1029/2006WR005486.

SILVA, M. E. R.; AQUINO, M. D.; SANTOS, A. B. **Pós-tratamento de efluentes provenientes de reatores anaeróbios tratando esgotos sanitários por coagulantes naturais e não-naturais**. Revista Tecnológica, Fortaleza, v.28, n.2, p.178-190, 2007.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A. **Manual de métodos de análises microbiológicas de alimentos**. 1. ed. São Paulo: Livraria Varela, 2001.317 p.

SILVEIRA. B. A.; **Tratamento De Água De Abastecimento Com Aplicação Da Moringa Oleifera Líquida E Em Pó Em Diferentes Concentrações De Solução Salina**. Monografia. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina 2017.

TODD A.S., MANNING A.H., VERPLANCK P.L., CROUCH C., MCKNIGHT D.M., DUNHAM R. (2012). **Climate-change-driven deterioration of water quality in a mineralized watershed**. Environmental Science & Technology **46**: 9324–9332 Doi: 10.1021/es3020056.

WHO, Office of the High Commissioner for Human Rights (OHCHR), United Nations Human Settlements Programme (UN-HABITAT), World Health Organization (WHO). (The) Right to Water, Fact Sheet No. 35. 2018. <http://www.ohchr.org/Documents/Publications/FactSheet35en.pdf>

VON SPERLING, M. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias: introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** 3 ed. Belo Horizonte. Editora UFMG, 2005. Disponível em:<https://books.google.com.br/books?hl=ptBR&lr=&id=1pxhLVxVFHoC&oi=fnd&pg=PA15&dq=par%C3%A2metros+de+qualidade+da+%C3%A1gua+2015&ots=ChEAD70E3p&sig=MSmxaZkW_mRs92ZWgzP5XG3KfNQ#v=onepage&q&f=true> Acesso em 23 mai. 2019.

YIN C.H. (2010). **Emerging usage of plant based coagulants for water and wastewater treatment.** Process Biochemistry 45: 1437–1444 Doi: 10.1016/j.procbio.2010.05.030.

ZAZOUA A., BOURAOUI S., JAFFREZIC-RENAULT N.J (2018). **Cu(II) adsorption onto a biopolymer extracted from a vegetable waste: application to a miniaturized electrochemical sensor.** Journal of Inorganic and Organometallic Polymers and Materials 28: 1–10. Doi: 10.1007/s10904-018-0874-z