



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO**  
**CURSO DE BACHARELADO EM GASTRONOMIA**

**Amanda Mirelly Santos Sobral**

**USO DE SEMENTE DE *MORINGA OLEÍFERA* NO  
TRATAMENTO DE ÁGUA DE AMBIENTE ESTUARINO.**

RECIFE-PE

Dezembro 2021

AMANDA MIRELLY SANTOS SOBRAL

**USO DE SEMENTE DE *MORINGA OLEÍFERA* NO TRATAMENTO  
DE ÁGUA DE AMBIENTE ESTUARINO.**

Relatório de Estágio Supervisionado  
Obrigatório que apresenta à Coordenação do  
Curso de Bacharelado em Gastronomia da  
Universidade Federal Rural de Pernambuco,  
como parte dos requisitos para obtenção do  
título de Bacharel em Gastronomia.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup> Dra. Neide Kazue Sakugawa Shinohara

RECIFE-PE

Dezembro, 2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Sistema Integrado de Bibliotecas  
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

S677u Sobral, Amanda Mirelly Santos  
Uso de semente de Moringa oleífera no tratamento de água de de ambiente estuarino. / Amanda Mirelly Santos  
Sobral. - 2021.  
41 f.  
  
Orientadora: Neide Kazue Sakugawa Shinohara.  
Inclui referências e apêndice(s).  
  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Bacharelado em  
Gastronomia, Recife, 2021.  
  
1. pré tratamento de água. 2. coagulante natural. 3. estuário. I. Shinohara, Neide Kazue Sakugawa, orient. II.  
Título

CDD 641.013

---

Amanda Mirelly Santos Sobral

**USO DE SEMENTE DE *MORINGA OLEÍFERA* NO TRATAMENTO  
DE ÁGUA DE AMBIENTE ESTUARINO.**

Relatório de Estágio supervisionado Obrigatório que apresenta à Coordenação do Curso de Bacharelado em Gastronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Gastronomia.

Data:

Resultado:

**Banca Examinadora**

Prof. Dr. Caio Monteiro Veríssimo

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dr. Leonardo Pereira de Siqueira

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof<sup>a</sup> Dra. Ericka Maria de Melo Rocha Calábria

Universidade Federal Rural de Pernambuco

RECIFE-PE

Dezembro, 2021

Dedico esse trabalho aos meus pais Angeline e Iraquitan que fizeram o possível e o impossível para que eu pudesse estar aqui nesse momento, e que me deram a segurança para focar na minha formação acadêmica. A mim mesma, por nunca desistir dos meus sonhos. Ao meu irmão Gabriel, meu maior parceiro de procrastinação que me permitiu fugir do estresse e à minha orientadora Neide pela compreensão, conhecimento e amizade.

## Agradecimentos

Agradeço especialmente a minha Orientadora Neide Shinohara pelo incentivo, por enxergar meu potencial, pelas inúmeras reuniões, aconselhamentos e pela dedicação do seu escasso tempo ao meu projeto de pesquisa.

Agradeço aos amigos: Allan Souza, Jairo Araújo e Thiago Ramos. Pelo apoio e suporte que me deram durante todo o curso e pelas incontáveis horas de ajuda dedicadas neste projeto.

Agradeço também a colaboração técnica do Laboratório de Controle de Qualidade de Água na Fundação Nacional de Saúde.

E por último, mas com enorme importância quero agradecer à Universidade Federal Rural de Pernambuco e a todos os professores do meu curso pela elevada qualidade do ensino oferecido.

“Um cientista no seu laboratório não é apenas um técnico: é, também, uma criança colocada à frente de fenômenos naturais que impressionam como se fossem um conto de fadas”

## RESUMO

A *Moringa oleifera* é uma planta nativa da Índia, tradicionalmente usada para o tratamento de águas residuais e de consumo, visando assim a remoção da turbidez por sua capacidade de possuir proteínas catiônicas em sua semente, que são solúveis em água e conseguem adsorver partículas em suspensão e a microbiota acompanhante. O objetivo foi analisar o uso da *Moringa oleifera* como coagulante e antimicrobiano natural para uso como tratamento primário da água da Lagoa do Araçá, localizada no município do Recife/PE, classificada como ambiente estuarino, em uma região densamente povoada com o intenso lançamento de efluentes domésticos e industriais. Foram realizados ensaios físico-químico (pH, turbidez e cor) e quantificação de coliformes total e termotolerante na água bruta e após tratamento com a moringa. O pH reduziu em todas as concentrações, diferente da Cor que aumentou em todos os ensaios. Quanto maior o tempo de contato da moringa com a água bruta aumentou a turbidez. A concentração de microrganismos indica que a água bruta da Lagoa do Araçá se encontra muito superior ao limite máximo determinado pela legislação. Quanto a combinação do uso do JarTest aliado a redução na concentração da moringa foi observada que não houve alteração na carga microbiana.

## **Abstract**

*Moringa oleifera* is a plant native to India, traditionally used to treat wastewater and drinking water, aiming to remove turbidity due to its ability to have cationic proteins in its seed, which are soluble in water and can adsorb suspended particles and the accompanying microbiota. The objective was to analyze the use of *Moringa oleifera* as a natural coagulant and antimicrobial agent for use as primary water treatment for the Araçá lagoon, located in the city of Recife/PE, classified as an estuarine environment, in a densely populated region with intense discharge of domestic and industrial effluents. Physical-chemical tests were performed (pH, turbidity and color) and quantification of total and thermotolerant coliforms in the raw water and after treatment with *Moringa*. The pH decreased in all concentrations, unlike color, which increased in all tests. The longer the contact time of moringa with the raw water, the higher the turbidity. The concentration of microorganisms indicates that the raw water of Araçá lagoon is much higher than the maximum limit determined by the legislation. As for the combination of the use of Jar Test and the reduction in the concentration of moringa, it was observed that there was no change in the microbial load.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	11
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	14
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	18
<b>3.1. Geral</b> .....	18
<b>3.2. Específicos</b> .....	18
<b>4. CARACTERIZAÇÃO DA INICIAÇÃO CIENTIFICA</b> .....	19
<b>4.1. Caracterização dos laboratórios usados na pesquisa</b> .....	19
<b>5. METODOLOGIA</b> .....	21
<b>5.1. Caracterização da área de coleta de água</b> .....	21
<b>5.2. Preparo das amostras</b> .....	21
<b>5.3. Análise da viabilidade de reuso do resíduo da moringa</b> .....	23
<b>5.4. Metodologia de Coagulação para tratamento de água</b> .....	23
<b>5.5. Realização de ensaios Físico-químicos</b> .....	24
<b>5.6. Análise Microbiológica</b> .....	25
<b>6. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	26
<b>6.1. Reuso do resíduo da Moringa</b> .....	30
<b>6.2. Coagulação com JarTest</b> .....	34
<b>7. CONCLUSÕES</b> .....	37
<b>8. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	38
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	39
<b>APÊNDICE A - Termo de compromisso da Iniciação científica</b> .....	41

## 1. INTRODUÇÃO

A *Moringa oleífera* é uma planta nativa da Índia, amplamente cultivada e naturalizada na África, América Tropical, Sri Lanka, México, Malabar, Malásia e nas ilhas Filipinas. Conhecida popularmente por acácia-branca ou somente moringa, ela cresce em regiões ecológicas desde as subtropicais secas a úmidas, até tropicais muito secas a florestas úmidas. É tolerante a seca, florescendo e produzindo frutos. No Brasil, é conhecida no Estado do Maranhão desde 1950 e usada como planta ornamental, tendo em vista o desconhecimento das diversas potencialidades de uso. Atualmente, a cultura da moringa vem sendo difundida em todo o semiárido nordestino, devido a diferentes usos na agricultura, pecuária e sua utilização no tratamento de água para uso doméstico (CARVALHO et al., 2017; GALLÃO, DAMASCENO, BRITO, 2006).

A Moringa é uma planta de múltiplos usos, na alimentação humana em alguns países são aproveitadas: as folhas como verduras cruas, as vagens verdes como verduras cozidas e as sementes maduras podem ser torradas para fabricação de farinha. As sementes também produzem um excelente óleo que pode ser usado na alimentação e para fazer sabão e cosméticos (GERDES, 1996). Muitas pesquisas comprovam nos seus resultados a eficiência como coagulante natural das sementes de Moringa, na remoção de coliformes e turbidez de águas residuais.

A água é primordial para a sobrevivência dos seres vivos, sendo um recurso precioso e escasso, ela participa das reações químicas do nosso corpo, dos ciclos biológicos da natureza e para os ecossistemas. Desse recurso disponível no mundo, somente 3% é água doce, sendo menos de 1% da água própria para consumo (2% estão nas geleiras). Essa água doce disponível se encontra nos rios, lagos e águas subterrâneas que vem sendo poluídas e contaminadas (WWF,2021). 90% do total de reservatórios para abastecimento humano no Brasil, se encontra na região Nordeste, apresentando a maior concentração do nosso país (ANA,2020).

Na gastronomia, a água é de extrema importância, utilizada desde o cultivo de hortaliças, alimentação dos animais, até na execução de pratos. Além de ser usada na

higienização de alimentos e utensílios, e no consumo próprio, por isso cada gota deve ser utilizada com consciência.

Silva et al. (2001) compararam coagulantes químicos convencionais e a Moringa oleífera, e observaram que a Moringa se mostrou uma alternativa promissora no tratamento físico-químico de águas residuais de efluentes da indústria têxtil, podendo ser empregada como auxiliar no tratamento primário, já que proporciona aumento na eficiência dos decantadores na remoção de sólidos em suspensão.

Segundo Lo Monaco (2010), o sulfato de alumínio destaca-se como o coagulante químico mais utilizado no Brasil no tratamento de água de abastecimento público, em razão da alta eficiência na remoção de sólidos em suspensão e pelo relativamente baixo custo para sua aquisição. No entanto, temos como um dos problemas associados ao uso do sulfato de alumínio, o lodo gerado no tratamento de água para uso potável, pois ele é rico em Alumínio o que dificulta a disposição final deste material no meio ambiente, caracterizando-se como forte poluente ambiental, podendo trazer desordem na saúde pública.

As sementes de Moringa oleífera são uma alternativa viável de agente coagulante em substituição a coagulação/flotação com os sais de alumínio, que são utilizados no tratamento público de água em diversos países. Comparada com o alumínio, as sementes de M. oleífera não alteraram significativamente o pH e a alcalinidade da água após o tratamento. Cerca de 40% da massa de sua semente é constituída por óleo comestível e proteínas catiônicas de baixo peso molecular, as quais, quando solubilizadas em água agem como eficientes coagulantes para águas naturais e residuais (FRANCO et al., 2017; NDABIGENGESERE, NARASIAH, 1996).

Ainda, segundo Hereida e Martín (2009), a moringa que já é tradicionalmente usada para o tratamento de águas de efluentes industriais ou águas residuais, possui a capacidade coagulante das proteínas catiônicas presentes em suas sementes, que são solúveis em água e conseguem adsorver partículas em suspensão, ocorrendo à neutralização de cargas. Essas proteínas possuem elevado peso molecular e atuam como polímeros orgânicos naturais. No contexto sanitário, a importância da coagulação evidencia-se na remoção de partículas microscópicas, associadas aos microrganismos patogênicos, geralmente encontrados nas águas naturais e com velocidades de sedimentação muito reduzidas em estados naturais.

Para o desenvolvimento da seguinte pesquisa, selecionamos um ambiente estuarino, que de acordo com Miranda et al. (2002) e Greco, Feitosa e Silva (2009) um estuário é um corpo de água costeiro, semifechado, o qual possui uma ligação livre com o mar aberto e no interior do qual a água do mar se dilui de forma mensurável, com água doce proveniente de drenagem terrestre. A lagoa do Araçá é um ambiente estuarino e sua importância está relacionada também por ser um ecossistema dos mais produtivos da terra, o que evidencia sua importância econômica. Além desta, possui relevante papel ecológico, por ser um ambiente propício para o ciclo de vida de várias espécies, servindo de berçários para muitos organismos, e via de migração para outros, principalmente no período de reprodução. Com o crescente desenvolvimento industrial e urbano, a Lagoa do Araçá tem sofrido impactos ambientais constantes, devido à poluição das águas por esgotos, pesticidas e efluentes industriais que contribuem de forma significativa para a degradação desse habitat.

A disposição de esgotos domésticos e industriais em corpos d'água geralmente acelera o processo da eutrofização, ou seja, o enriquecimento deste por nutrientes orgânicos e minerais, levando à proliferação da comunidade biológica e à diminuição da qualidade da água utilizada para diversos fins, como recreação e pesca e ainda provocar odores desagradáveis e mortalidade da vida aquática (ESTEVES, 2011; SILVA et al., 2010).

A coagulação consiste em adicionar o composto químico ao efluente de água bruta, onde o coagulante reduz as forças que mantem as partículas em suspensão separadas, no mesmo instante, promover por meio de mistura rápida hidráulica ou mecânica a homogeneização da mistura. (PAVANELLI, 2001).

Apesar do desempenho e custo-eficácia comprovados dos coagulantes químicos, hoje estão sendo promovidos estudos dos coagulantes/floculantes naturais, dos quais alguns biopolímeros vêm sendo investigados mais intensamente, como é o caso da *Moringa oleífera*. Essa preocupação quanto ao uso de materiais mais naturais, frente a ambientes aquáticos eutrofizados, como é o caso da Lagoa do Araçá, onde sua água já apresenta uma turbidez acima do que preconiza a legislação em vigor (CONAMA, 2005; MIRANDA et al., 2011), já se justifica a contínua busca de compostos que apresentam menor toxicidade para o homem e ambiente, evitando a cronificação de resultados deletérios frente aos parâmetros de qualidade exigidos pelas legislações ambientais no Brasil.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

Segundo Lo Monaco (2018) o não tratamento de esgoto doméstico e o seu lançamento em cursos d'água proporcionam diversos problemas ambientais, tais como a poluição das águas superficiais e subterrâneas, além dos riscos de disseminação de doenças. Assim, O IBGE (2000), já nos apresenta dados alarmantes quando mostra que apenas 10% do esgoto doméstico de locais com população de até 5000 habitantes são tratados no Brasil. Evidencia-se que uma boa parte da população sofre por consequência com um inadequado ou decadente sistema de tratamento de água potável. Ainda por Lo Monaco (2018) o não tratamento do esgoto e o seu lançamento em cursos d'água proporcionam diversos problemas ambientais, tais como a poluição de águas superficiais e subterrâneas, além dos riscos de disseminação de doenças.

Ndabigengesere(1996) apresenta que a coagulação e floculação seguida de decantação é amplamente utilizada pra remover matéria em suspensão da água. Da água potável, uma desinfecção subsequente, principalmente por cloro, deve ser aplicada de coloides, enquanto a floculação significa aglomerar esses coloides desestabilizados em flocos maiores que podem ser sedimentados ou filtrados.

Ainda sobre Coagulação, Lo Monaco (2018) afirma que o sulfato de alumínio se destaca como o coagulante químico mais utilizado no Brasil para tratamento de água de abastecimento público, pois possui um baixo custo para aquisição e uma alta eficiência na remoção de sólidos em suspensão na água. No entanto seu transporte tem um alto custo o que dificulta que seja levado para lugares mais afastados, o mesmo autor ainda complementa que o Lodo gerado no tratamento de água, acaba por ser rico em alumínio, sendo um forte poluente ambiental e podendo trazer a desordem na saúde pública.

De acordo com Silva et al (2007), a utilização de sais de alumínio proporciona consumo da alcalinidade da água em tratamento, acarretando custos adicionais com produtos químicos utilizados na correção do seu pH. Elevadas concentrações de alumínio no meio ambiente podem ocasionar problemas à saúde humana, inclusive acelerando o processo degenerativo do Mal de Alzheimer (MARTYN et al.,1989).

Os coagulantes/ floculantes naturais demonstraram ter vantagens em relação aos químicos, principalmente em relação à biodegradabilidade, baixa toxicidade e baixo índice de produção de lodos residuais (MATOS, 2004).

Segundo Kawamura (1991 apud NDABIGENGESERE, 1996) Coagulantes de origem vegetal e mineral têm sido utilizados no tratamento da água desde antes do advento dos sais químicos, porém não conseguem competir de maneira eficaz quando falamos sobre mecanismos de ação, e falta de compreensão científica de sua real eficácia. Contudo, os interesses sobre coagulantes naturais para o tratamento de água em países em desenvolvimento vêm crescendo cada vez mais.

Segundo Santana et al (2010), a *Moringa oleífera* Lam é uma das espécies encontradas no semiárido com grande potencial econômico. A espécie é nativa da Índia e foi introduzida no Brasil na década de 1950. Ela é cultivada na África, Ásia e América Latina e em quase todos os países de clima tropical .Atualmente, a cultura da moringa vem sendo difundida em todo o semiárido nordestino, devido a diferentes usos na agricultura, pecuária e sua utilização no tratamento de água para uso doméstico (CARVALHO et al., 2017; GALLÃO, DAMASCENO, BRITO, 2006).As famílias que residem no semiárido nordestino têm seu sustento dependente, principalmente, de atividades de agricultura e pecuária (SANTANA et al., 2010).

De acordo com Gerdes (1996), a *Moringa* é uma planta de múltiplos usos onde são aproveitadas em alguns países, as folhas como verduras cruas, as vagens verdes como verduras cozidas e as sementes maduras podem ser torradas para fabricação de farinha. As sementes também produzem um excelente óleo que pode ser usado na alimentação e para fazer sabão e cosméticos. Muitas pesquisas comprovam nos seus resultados a eficiência como coagulante natural das sementes de *Moringa*, na remoção de coliformes e turbidez de águas residuais.

Carvalho et al (2017), fez o levantamento do zoneamento da aptidão climática em Pernambuco, onde identificou que apenas uma pequena área na Zona da Mata e na Região Metropolitana apresentam inaptidão para o cultivo da moringa, devido ao excesso de chuva, e a elevação térmica prevista para o estado, de acordo com projeções futuras vão possibilitar maior expressão do potencial de produção da cultura da *Moringa oleífera*. Estudos laboratoriais feito por Grabow (1985) mostraram que as sementes de *Moringa oleífera* não são tóxicas nem para animais, nem para humanos

De acordo Silva et al. (2007), a solução da semente de moringa tem se mostrado efetiva como agente coagulante e na remoção de patógenos de águas brutas. Ao pesquisar

duas espécies de Moringa (*M. stenopetala* e *M. oleífera*), Al Azharia Jahn (1996) verificou que os cotilédones contêm uma substância antimicrobiana aumentando o efeito do tratamento biológico da água. O mesmo autor afirmou que, com a dose de semente adequada, é possível reduzir de 98 a 100% a contagem de coliformes fecais de águas brutas que apresentavam, inicialmente, elevada turbidez, baixando a turbidez para menos de 10 UNT. Resultados semelhantes foram obtidos por Muyibi e Evison (1995), que concluíram ser a moringa capaz de reduzir de 80 a 99,5% da turbidez e 90 a 99% das bactérias presentes na água.

Investigações feitas por Hereida e Martín (2009) apontaram as vantagens da *Moringa oleífera* como agente de tratamento versus as combinações coagulantes tradicionais ( $\text{FeCl}_3$  e  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ) com polieletrólitos sintéticos como floculantes. Os principais benefícios podem ser divididos em três grandes grupos: Utilizar a o extrato da semente de moringa é muito mais fácil do que o tradicional processo de coagulação/floculação, devido ao facto de que a modificação do nível de pH não é obrigatória e concentrações de espécies tais como  $\text{Cl}^-$  e  $\text{SO}_4^{=}$  não são aumentadas de forma significativa na água tratada. O processo não é complexo e não requer manutenção especial;

Exley e flaten (2001 apud HEREIDA E MARTIN, 2009), mostraram que ambientalmente, a origem do extrato da semente de *Moringa oleífera* é completamente natural, evitando várias desvantagens ligadas à utilização de sulfato de alumínio. Uma terceira vantagem, seria que a semente de Moringa está amplamente disponível e fácil de armazenar, principalmente quando falamos de países em desenvolvimento. Sendo um fator de mudança social, uma vez que permite o tratamento da água sem dependência de coagulantes externos e floculantes (WILDERER, 2004; NOGUEIRA et al,2008 apud HEREIDA E MARTÍN 2009).

Para o desenvolvimento da seguinte pesquisa, selecionamos um ambiente estuarino, que é estuário é um corpo de água costeiro, semifechado, o qual possui uma ligação livre com o mar aberto e no interior do qual a água do mar se dilui de forma mensurável, com água doce proveniente de drenagem terrestre segundo Miranda et al. (2002) e , Feitosa e Silva (2009).A lagoa do Araçá é um ambiente estuarino e sua importância está relacionada também por ser um ecossistema dos mais produtivos da terra, o que evidencia sua importância econômica. Além desta, possui relevante papel ecológico, por ser um ambiente propício para o ciclo de vida de várias espécies, servindo de berçários para muitos organismos, e via de migração para

outros, principalmente no período de reprodução. Com o crescente desenvolvimento industrial e urbano, a Lagoa do Araçá tem sofrido impactos ambientais constantes, devido à poluição das águas por esgotos, pesticidas e efluentes industriais que contribuem de forma significativa para a degradação desse habitat.

Localizada na porção sul da cidade do Recife esta Lagoa do Araçá, no bairro da Imbiribeira, em uma área populosa e considerada de alto padrão econômico na Região Metropolitana do Recife, sendo também uma área de mangue. Sofrendo ameaças de deterioração, pelo acúmulo do lixo e pelas ocupações desorganizadas e espontâneas, os manguezais correm esse risco cada vez mais rápido (MELO, 2018).

A Lagoa é uma dessas áreas de mangue, caracterizada por possuir um clima tropical úmido, com chuvas de outono-inverno e um período seco primavera- verão. Sua temperatura atinge a média de 25° C, com pequenas variações (ROLIM et al., 2007 apud MELO, 2018).

Pela tamanha importância da Lagoa e devido ao interesse em saber como a capacidade de coagulação da Moringa atingiria um ambiente estuarino como a Lagoa do Araçá, sendo um coagulante orgânico, decidimos iniciar a seguinte pesquisa.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. Geral**

Objetiva-se com a realização da presente pesquisa, avaliar a eficiência de diferentes concentrações de soluções do pó da semente da *Moringa oleífera*, na avaliação de parâmetros físico-químicos de qualidade e redução de microrganismos patogênicos na água usando como local de amostragem a Lagoa do Araçá em Pernambuco.

#### **3.2. Específicos**

- Analisar a redução de carga microbiológica após o uso da *Moringa oleífera* como antimicrobiano natural;
- Analisar os parâmetros físico-químicos após o uso da *Moringa oleífera* como coagulante natural;
- Observar a possibilidade da utilização do reuso do pó da moringa, que obteve melhor resultado nas análises microbiológicas.

#### **4. CARACTERIZAÇÃO DA INICIAÇÃO CIENTÍFICA**

Para a pesquisa foram recolhidas amostras da Lagoa do Araçá localizada no bairro da Imbiribeira, os ensaios microbiológicos foram realizados no Laboratório de Microbiologia Ambiental do Departamento de Tecnologia Rural da Universidade Federal de Pernambuco. As análises físico-químicas contaram com a colaboração técnica da Fundação Nacional de Saúde através da Superintendência Estadual de Pernambuco. A iniciação científica foi realizada no período de 01 de agosto de 2018 a 30 de julho de 2019 com uma carga horária total de 624 horas. O objetivo foi avaliar a eficiência do pó da semente de Moringa na redução dos microrganismos patogênicos e as alterações nos parâmetros físico-químicos na água da Lagoa do Araçá. As atividades foram desenvolvidas desde a pesquisa, passando pela coleta, análises físico-químicas e microbiológicas e observação dos resultados obtidos. As atividades foram realizadas conforme o cronograma apresentado na Tabela 1.

##### **4.1. Caracterização dos laboratórios usados na pesquisa**

Os ensaios microbiológicos foram realizados no Laboratório de Microbiologia Ambiental do Departamento de Tecnologia Rural. As análises físico-químicas contaram com a colaboração técnica da Fundação Nacional de Saúde através da Superintendência Estadual de Pernambuco (carta de anuência).

O Laboratório de Microbiologia Ambiental do Departamento de Tecnologia Rural é responsável por promover pesquisas relacionadas a qualidade microbiológica da água, ar e resíduos alimentares, também realiza análises das águas pluviais e de mananciais. Estuda os impactos ambientais de resíduos sólidos em serviços de alimentação, hospitalar e industrial. (UFRPE, 2021)

A Fundação Nacional de Saúde (Funasa) é uma fundação pública federal, do Ministério da Saúde do Brasil. Surgiu como resultado da fusão de vários segmentos da área de saúde, sendo a instituição do governo federal responsável em promover o fomento a soluções de saneamento para prevenção e controle de doenças, bem como formular e implementar ações de promoção e proteção à saúde relacionadas com as ações estabelecidas pelo Subsistema Nacional de Vigilância em Saúde Ambiental. Desenvolve

também ações estratégicas de Saúde Ambiental para a redução de riscos à saúde humana, além de contar com o Programa Nacional de Apoio ao Controle da Qualidade da Água para Consumo Humano (PNCQA) que busca fomentar e apoiar tecnicamente os estados e municípios no desenvolvimento de ações e políticas para o controle da qualidade de água para consumo. (FUNASA,2020)

**Tabela 1:** Cronogramas das atividades da iniciação científica.

Atividades	2018					2019						
	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J
Levantamento Bibliográfico	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Coleta amostras	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Análise das amostras	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Avaliação dos Resultados	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Elaboração do Relatório Parcial						X	X	X				
Entrega do Relatório Parcial								X				
Apresentação em Congresso	Segundo Semestre de 2019											
Elaboração do Relatório Final									X	X	X	X
Entrega do Relatório Final												X

Fonte: autoria própria.

## 5. METODOLOGIA

### 5.1. Caracterização da área de coleta de água

A Lagoa do Araçá está localizada na porção sul da cidade do Recife, no bairro da Imbiribeira. Situada em uma área populosa, numa região de mangue, inserida na região Metropolitana do Recife. Os manguezais que se desenvolvem nesta localidade sofrem ameaça de deterioração, tanto pelo acúmulo do lixo como pelas ocupações espontâneas e desorganizadas, o que acelera seu processo de degradação (MELO, SILVA, ASSIS, 2018; MIRANDA et al., 2011).

### 5.2. Preparo das amostras

As amostras de água da Lagoa do Araçá foram coletadas mensalmente durante 6 meses em duplicata, acondicionadas em garrafas de polietileno esterilizadas, com capacidade para 2 (dois) litros, com a finalidade de realização das análises físico-químicas e microbiológicas. As amostras coletadas eram levadas ao laboratório e imediatamente eram utilizadas nos ensaios.

As sementes de *M. oleífera* foram obtidas do acervo botânico da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Depois de colhidas, as sementes foram separadas das vagens (FIGURA 1) e em seguida foram descascadas (FIGURA 2), e colocadas na estufa por 24 horas a  $40^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ , para realização da secagem da água natural. Após a secagem, as sementes foram trituradas no almofariz (FIGURA 3) até obter um pó.

Logo após, o pó obtido foi transformado em soluções aquosas com três tipos de ensaios usando o pó da moringa com água ultrapura nas concentrações abaixo, baseado em metodologia de NDABIGENGESERE; NARASIAH, 1998 e NDABIGENGESERE; NARASIAH, 1996:

· Experimento C1: 5 gramas de pó seco com 50mL de água ultrapura, formando a concentração de 100g/L;

· Experimento C2: 10 gramas de pó seco com 50mL de água ultrapura, formando a concentração de 200g/L;

· Experimento C3: 20 gramas de pó seco com 50mL de água ultrapura, formando a concentração de 400g/L;

As soluções foram homogeneizadas por 3 minutos e depois levadas a filtração por papel filtro, para separar a solução formada dos resíduos sólidos. Desse filtrado foram realizados os ensaios para avaliar a eficiência da moringa. De cada suspensão preparada foram retiradas alíquotas de 10mL e adicionadas junto a 100mL de amostra de água da Lagoa do Araçá, sendo assim ficando com as concentrações finais de **C1: 10g/L**, **C2: 20g/L** e **C3: 40g/L** da solução de moringa na água da Lagoa. Os tempos de exposição utilizados foram de 1, 2 e 3 horas, para posterior ensaio físico-químico e microbiológico realizado em duplicata.

**Figura 1:** Semente da *Moringa oleífera* com casca.



Fonte: autoria própria.

**Figura 2:** Semente da *Moringa oleífera* sem casca.



Fonte: autoria própria.

Figura 3: Pó da semente de *Moringa oleífera* triturada.



Fonte: autoria própria.

### **5.3. Análise da viabilidade de reuso do resíduo da moringa**

Os resíduos de moringa que ficaram retidos no filtro na concentração C3: 400g/L, foram concentrados com uso de espátula e submetidos a adição de 50 mL de água ultrapura, onde se retirou uma alíquota de 10mL que foi adicionada em 100mL da água da Lagoa do Araçá, formando uma nova suspensão de concentração 40g/L, para que se fizesse a análise da possibilidade do reuso do pó da semente da moringa. O método foi o mesmo que o utilizado para as demais análises e o tempo de exposição utilizado foram de 1, 2 e 3 horas.

### **5.4. Metodologia de Coagulação para tratamento de água**

JarTest (FIGURA 4) é um aparelho bastante utilizado nas estações de tratamento de água no mundo, para otimização dos processos de coagulação-floculação. Essa metodologia consiste na rápida homogeneização que vai de segundos a poucos minutos, e posteriormente passa por uma agitação lenta que durante alguns minutos, o tempo é dependente do grau de eutrofização da água a ser analisada (NDABIGENGESERE, 1996);

Na tentativa de diminuir a concentração de *Moringa oleífera* e pesquisando sua eficiência, foi realizada uma experimentação envolvendo novas concentrações de 0,5g/L, 1g/L, 2g/L e 4g/L na amostra da Lagoa do Araçá, ou seja, foi feita a redução da concentração de 10 vezes em relação a C1, C2 e C3. Após homogeneização das soluções, elas foram colocadas no “JarTest”, permanecendo por 30 segundos sob agitação de 160rpm e 15 minutos sob agitação de 15rpm, como indicado por Lo Monaco (2010). Após a conclusão das duas fases, as amostras permaneceram em repouso por 2 horas, antes de se iniciar as análises físico-químicas e microbiológicas.

**Figura 4:** Aparelho de JarTest utilizado no processo de coagulação.



Fonte: autoria própria.

### **5.5. Realização de ensaios Físico-químicos**

A análise físico-química de cor foi obtida pelo método de Espectrofotometria, que consiste na leitura da relação do grau de absorção (absorbância) e a concentração do referido elemento na amostra. As amostras foram inseridas no aparelho (HACH 3.800), em cubetas de vidro com capacidade para 10mL. Tais cubetas foram utilizadas aos pares, sendo uma delas para a amostra e a outra para o “controle”, que se refere à utilização de água ultrapura para servir de padrão. Para determinação de cor, a amostra foi lida diretamente no espectrofotômetro, após zerar com a cubeta de água ultrapura, sem a utilização de nenhum outro reagente (ALPHA, 2005).

Para análise do pH as amostras foram colocadas num béquer, onde colocou-se a sonda do pHmetro que mede diretamente o pH. Na análise da Turbidez, a amostra foi colocada em cubeta com capacidade de 10 mL e inseridas no Turbidímetro portátil (HACH 2100Q) sem que fosse necessária a utilização de nenhum reagente.

Os ensaios físico-químicos foram realizados na amostra da água bruta da Lagoa do Araçá e nas amostras de experimentação (C1, C2 e C3), também nas amostras onde se testou o reuso da Moringa e nas amostras que tiveram o JarTest como método; após a obtenção os resultados mensais foram colocados em planilha para posterior análise.

## **5.6. Análise Microbiológica**

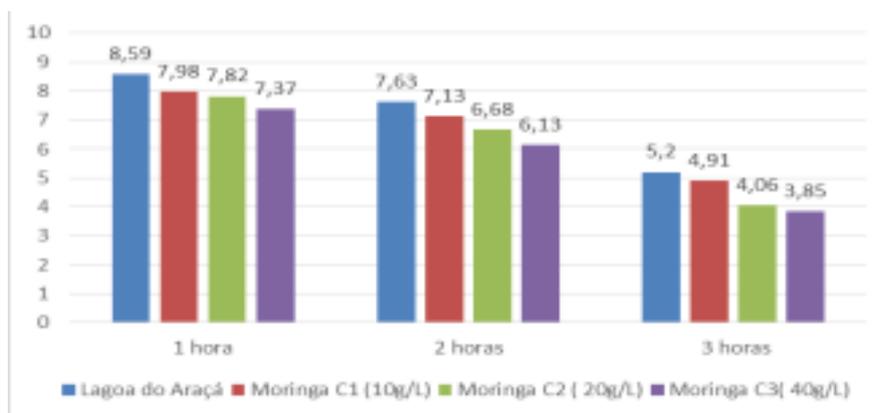
Para a qualificação e quantificação dos indicadores microbiológicos foi utilizado o método substrato Cromogênico Fluorogênico, utilizado para detecção simultânea, identificações específicas e confirmativas de coliformes totais e *E. coli* em 100 ml de água de cada tratamento (C1, C2, C3), no JarTest e na reutilização do pó da moringa de concentração 40g/L. Este método é baseado em atividades enzimáticas específicas dos coliformes ( $\beta$  galactosidase) e *E. coli* ( $\beta$  glucoronidase). Este substrato contém indicadores que ao serem hidrolisados pelas enzimas específicas dos coliformes provocam a mudança da cor no meio. Após o período de incubação, se a cor amarela é observada, indica a presença de coliformes totais se a fluorescência azul for observada sob luz ultravioleta (UVA) 365nm, significa a existência de *E. coli* na amostra. Para a contagem de Coliformes Totais e Termotolerantes foi empregada a técnica de tubos múltiplos, com expressão dos resultados em Número Mais Provável- NMP para 10mL de amostra (SILVA et al., 2007).

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Atualmente tem sido aplicada como alternativa metodológica, a utilização de recursos da biodiversidade. Nesta pesquisa foi utilizada a semente de moringa (*Moringa oleífera*) para analisar a redução da carga biológica após contato aquoso, levando em consideração parâmetro de tempo de contato, parâmetros físico, químico e microbiológico, bem como sua ação como antimicrobiano natural e sustentável.

Diferentes corpos d'água são classificados de acordo com os seus respectivos usos, de acordo com o limite máximo e mínimo das suas características estabelecidas, segundo os padrões de qualidade exigidos pela Resolução nº 357 do CONAMA (BRASIL, 2005). Ao avaliar os parâmetros físico-químicos observou-se que em diferentes concentrações da solução de moringa, adicionada em amostras de água da lagoa do araçá, obtivemos como resultado de pH na água bruta entre 5.2 e 8.59 (GRÁFICO 1). Após a realização dos 3 tratamentos houve uma diminuição do pH em todas as concentrações estudadas, variando entre 3.85 e 7.98, sendo esses valores referentes a diferentes amostras com valores de pH inicialmente diferentes. Os valores apresentados nos gráficos ao longo da pesquisa, são referentes a média dos valores obtidos das amostragens. Por meio da análise dos resultados podemos perceber que o valor do pH é inversamente proporcional a concentração e tempo de aplicação da Moringa, no qual o tratamento C3 de concentração 40g/L em 3 horas, tivemos uma redução do pH de 5.2 na água bruta para 3.85, valor muito abaixo do permitido pela legislação do CONAMA (2005), que tem como limite de 6.0 a 9.0 o valor do pH. Apesar das pesquisas apresentarem uma diminuição não significativa do pH em relação ao uso do sulfato de alumínio, foram observadas através das análises uma redução desses valores onde quanto mais tempo a solução da semente de moringa estava em contato com a água, maior foi a redução.

**Gráfico 1:** determinação de pH em diferentes tratamentos com Moringa.

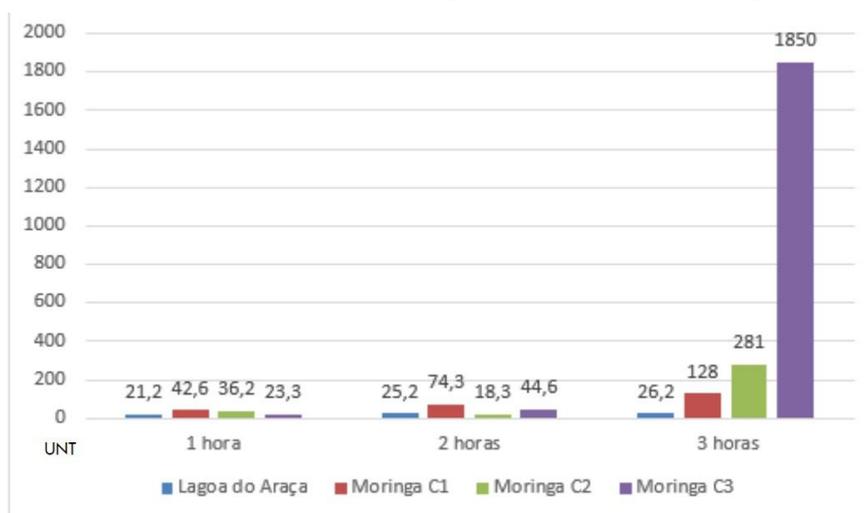


Fonte: autoria própria.

Quando analisado o parâmetro da turbidez na água bruta, ficou entre 21,2 a 26,2 UNT, valores esses dentro do parâmetro aceitável que é de até 100UNT de acordo com a legislação vigente. Após o tratamento com C1, C2 e C3 da *Moringa oleífera*, foi possível observar o aumento da turbidez em todas as concentrações no período de 1 hora de exposição, que variou entre 23,3 a 42,6 UNT. Na exposição de 2 horas, foi observado o aumento da turbidez inicial da água bruta de 21,2 UNT, após tratamento na C1, foi para 74,3 UNT; no C2 para 18,3 UNT e C3 para 44,6 UNT.

Na concentração C1, provavelmente, a quantidade de proteínas na solução não foi suficiente para que ocorresse a sedimentação, fazendo com que a solução adicionada de um composto, repercutisse na turbidez final. O mesmo ocorreu na concentração C3 aonde por conta do excesso da concentração, também vai aditivar a turbidez final da água da lagoa do Araçá. A concentração C2 foi a que apresentou melhor resultado quanto à eficiência na diminuição da turbidez. Com o tempo de exposição de 3 horas tivemos um aumento significativo da turbidez que partiu de 26,2 da água, para valores de 128 UNT no tratamento C1, 281UNT no C2 e 1850 UNT no tratamento C3. Observa-se então que os valores empregados foram diretamente proporcionais entre a concentração da Moringa e tempo de exposição (GRÁFICO 2).

**Gráfico 2:** Determinação de Turbidez em água estuarina, usando *Moringa oleifera*.



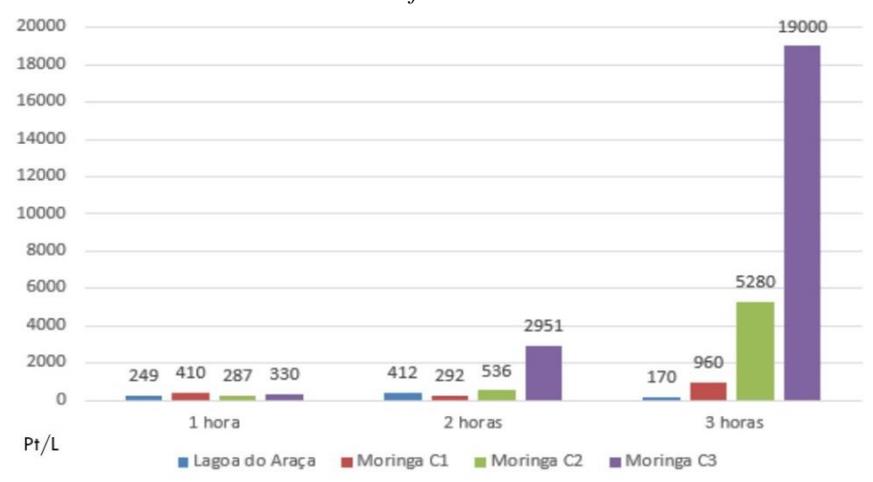
Fonte: autoria própria

Nos parâmetros físico-químicos, temos que a cor que segundo a legislação 357 do Conama (2005), as amostras de águas doces devem estar no máximo até 75mg Pt/L de acordo com a classificação da Secretaria do meio ambiente e sustentabilidade de Pernambuco que a caracteriza como Classe II (SEMAS, 2019). Na água da Lagoa do Araçá, encontramos valores entre 170 até 412mg Pt/L, valores muito acima do que determina a resolução. Em todas as concentrações estudadas, observamos aumento da cor no período de 1 hora. A cor inicial na água bruta foi de 249mg Pt/L e após tratamento C1 passou para 410mg Pt/L, C2 foi para 287mg Pt/L e C3 330mg Pt/L. No período de 2 horas, foi possível observar uma diminuição na concentração inicial na água bruta de 412mg Pt/L para 292mg Pt/L na concentração C1, seguido de aumento nas concentrações C2 para 536mg Pt/L e C3 para 2.951mg Pt/L.

Esses resultados informam que em C1 houve redução da cor após o tratamento, bem diferente do observado para os tratamentos C2 e C3 que foram superiores aos encontrados nas amostras de água bruta. Um exemplo foi na concentração C3, onde encontramos aumento de cerca de 720% da cor em relação à amostra bruta.

No tempo de exposição de 3 horas, a água bruta que se encontrava com 170mg Pt/L, apresentou um aumento em todas as concentrações, C1 de 960mg Pt/L, C2 de 5.280mg Pt/L e no tratamento C3 para 19.000mg Pt/L (GRÁFICO 3). Nesse gráfico, os resultados indicam que houve um aumento de cerca de 5,5% na concentração C1, de 31% na C2 e 120% na C3 observado no Gráfico 3.

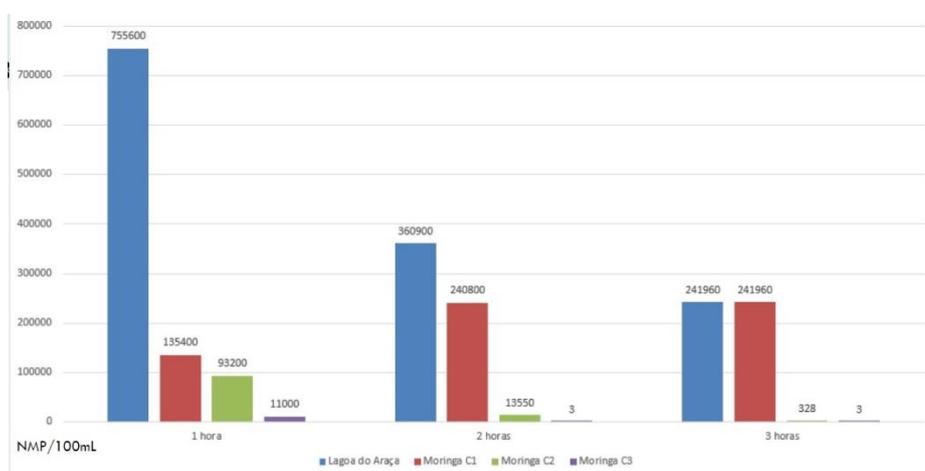
**Gráfico 3:** Determinação da cor em água estuarina após uso da *Moringa Oleífera*.



Fonte: autoria própria.

Quanto aos parâmetros microbiológicos, foram analisados coliformes totais e termotolerante. A água bruta da Lagoa do Araçá se encontrava entre 241.000 a 755.600 NMP/100mL para coliforme total. Apesar de não haver obrigatoriedade legal quanto ao estudo desse parâmetro, é importante sua detecção, pois é classificado como indicador de contaminação fecal no ambiente. Percebemos que uma redução significativa é observada nos três tratamentos (GRÁFICO 4), porém com o tempo de exposição de três horas, conseguimos uma efetividade maior na concentração C2 (20g/L) que inicialmente era de 24.196 NMP/100mL na água bruta e passou para 328 NMP/100mL, mostrando redução de 74% na concentração de coliforme total.

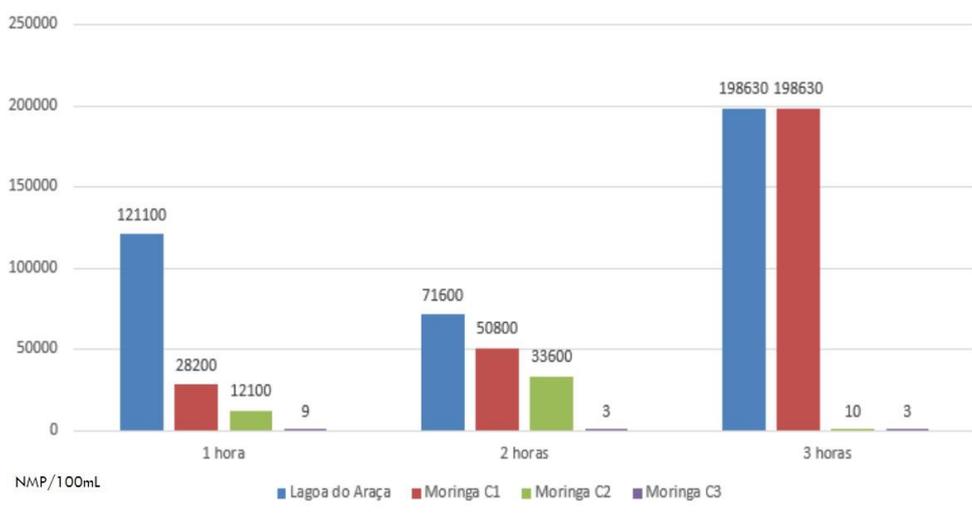
**Gráfico 4:** Quantificação de coliforme total antes e após uso da *Moringa Oleífera*.



Fonte: autoria própria.

Em relação a coliforme termotolerante, segundo a Conama (2005), o valor máximo permitido é de até 1.000 NMP/100mL. Os resultados da água bruta variaram de 19.863 a 121.100 NMP/100mL. Em todas as concentrações C1, C2 e C3 de moringa usada como antimicrobiano natural, obtivemos diminuição da carga microbiana. A concentração C3 (40g/L) se mostrou mais efetiva como antimicrobiano, pois em comparação de mesmo tempo em outras concentrações, foi a amostra que obteve melhores resultados em menores períodos, sendo bastante efetivo até em 1 hora de exposição, onde conseguiu diminuir a carga microbiana que se encontrava 121.100 NMP/100mL, para 9 NMP/100mL. (GRÁFICO 5).

Gráfico 5: Quantificação de coliforme termotolerantes na água bruta e após uso da *Moringa*



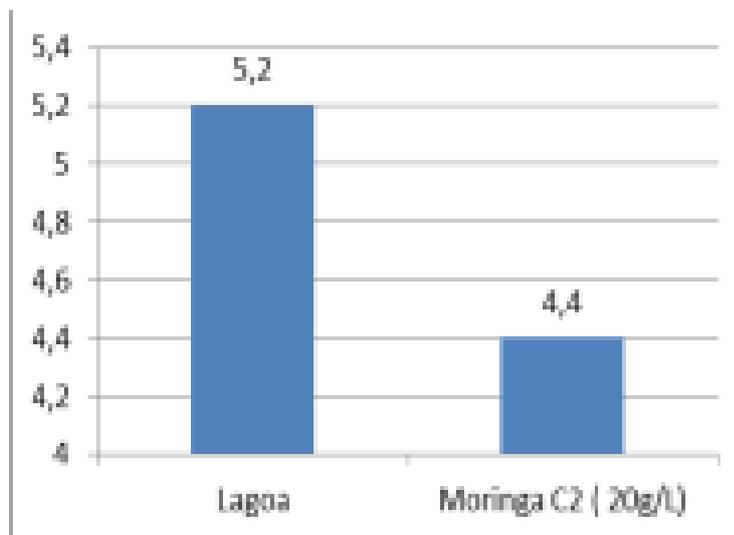
Fonte: autoria própria

### 6.1.Reuso do resíduo da Moringa

Nessa fase da experimentação, foi testado o reuso da Moringa que foi coletado após primeiro tratamento no filtro na concentração C3: 400g/L. Posteriormente foi adicionado 50 mL de água ultrapura retirando uma alíquota de 10mL, e incorporado a 100mL da água da Lagoa do Araçá, obtendo os resultados mostrados nos Gráficos de 6 a 10.

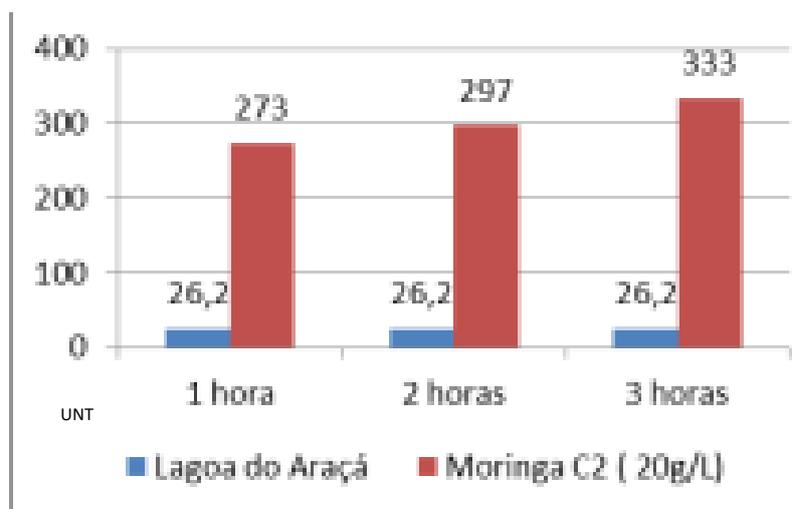
Observamos no Gráfico 6 que após contato da moringa com água bruta da Lagoa nos tempos 1, 2 e 3 horas, houve uma diminuição do pH de 5.2 para 4.4, após decorrido o tempo final. No mesmo tempo de exposição da moringa com água, houve aumento da turbidez, que se encontrava na água bruta com 26,2UNT, em 1 hora passou para 273UNT, 297 UNT em 2 horas e 333 UNT em 3 horas.

**Gráfico 6:** Determinação do pH após reuso



Fonte: autoria própria

**Gráfico 7:** Determinação da Turbidez após reuso.



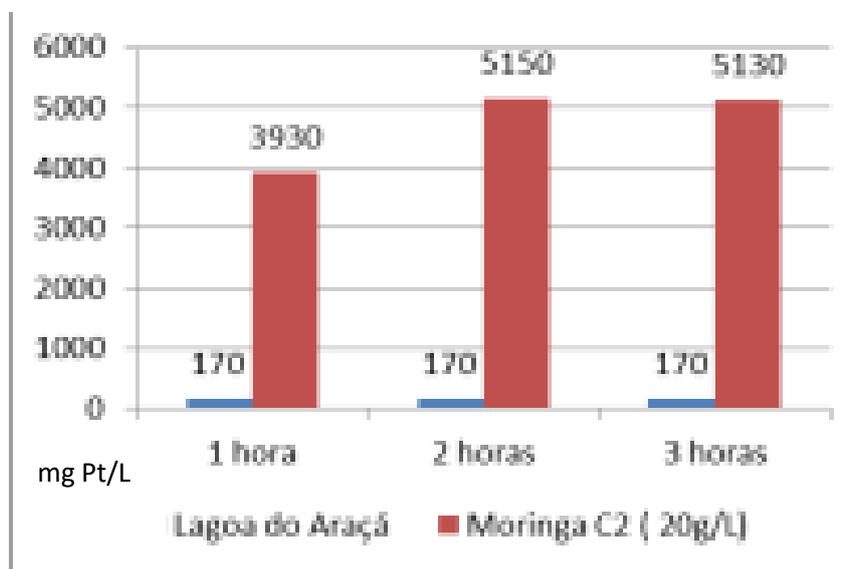
Fonte: autoria própria.

A cor de uma amostra de água está associada ao grau de redução de intensidade que a luz sofre ao atravessá-la e esta redução dá-se por absorção de parte da radiação eletromagnética, devido à presença de sólidos dissolvidos, principalmente material em estado coloidal orgânico e inorgânico. Dentre os coloides orgânicos podem-se mencionar os ácidos húmico e fúlvico, substâncias naturais resultantes da decomposição parcial de compostos orgânicos presentes em folhas, dentre outros substratos. Também os esgotos sanitários se caracterizam por apresentarem predominantemente matéria em estado coloidal, além de diversos efluentes industriais contendo taninos (PHA,2019).

Nesse trabalho, no parâmetro Cor, a água bruta da Lagoa do Araçá se encontrava com 170mg Pt/L, acima do limite determinado pelo CONAMA (2005), que é de até 75mg Pt/L.

Durante o período de exposição foram obtidos os seguintes resultados: 3.930 mg Pt/L para 1 hora, 5.150 mg Pt/L em 2 horas e 5.130 mg Pt/L em 3 horas (GRÁFICO 8).

**Gráfico 8:** Determinação da Cor após reuso.

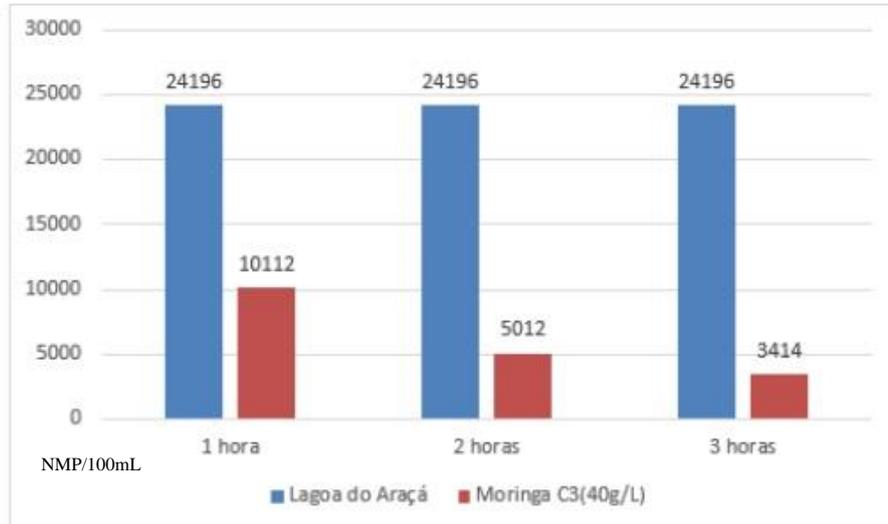


Fonte: autoria própria.

De acordo com o Conama (2005), o limite máximo permitido para água bruta classe 2, é de até 1.000 NMP/100mL para coliforme termotolerante, não havendo a obrigatoriedade em investigar a quantificação de coliforme total. Foram encontrados

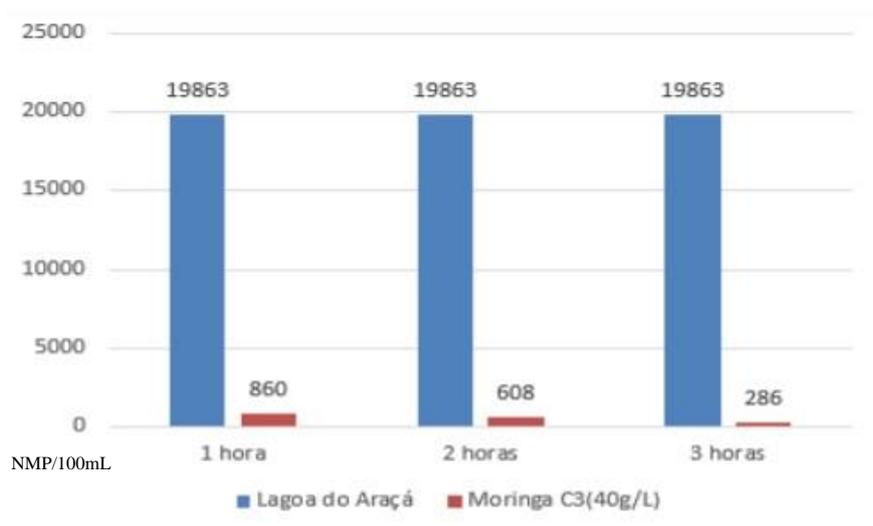
C. Total na água bruta na concentração de 24.196 NMP/100mL, e após tratamento em 1 hora de contato com a moringa na concentração de 20g/L, houve redução para 10.112 NMP/100mL; em 2 horas reduziu para 5.012 NMP/100mL e em 3 horas para 3.414 NMP/100mL. (GRÁFICO 9).

**Gráfico 9:** Quantificação de C. Total após reuso.



Fonte: autoria própria

**Gráfico 10:** Quantificação de C. termotolerante após reuso.



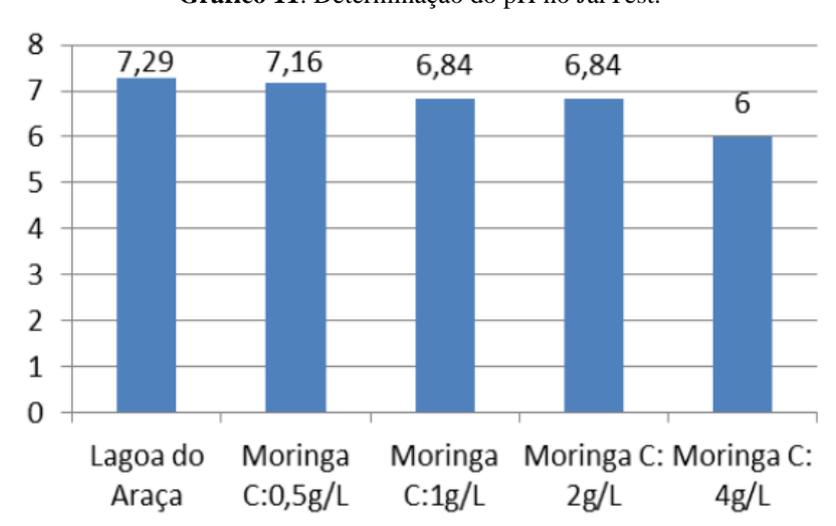
Fonte: autoria própria

## 6.2.Coagulação com JarTest

O experimento JarTest foi empregado para observar se a *Moringa oleífera* seria eficiente quanto a diminuição das concentrações C1, C2 e C3 em 10 vezes. Sendo necessária uma nova formulação utilizando as concentrações 0,5g/L, 1g/L, 2g/L e 4g/L, agitação rápida de 160rpm por 30 segundos e lenta por 15 minutos a 15rpm, posterior repouso por 2 horas.

No Gráfico 11, analisando o pH foi encontrado na água bruta 7.29 e no tratamento 0,5g/L; pH 6.84 na concentração 1g/L e 2g/L; pH 6.0 em 4g/L, estando esses valores ainda dentro dos limites estabelecidos pelo Conama (2005).

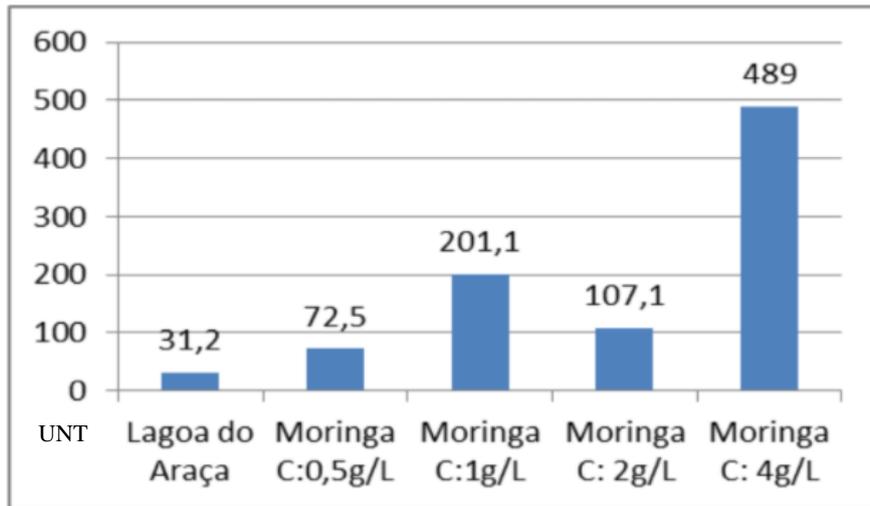
Gráfico 11. Determinação do pH no JarTest.



Fonte: autoria própria.

Em ambiente estuarino a presença da turbidez provoca a redução de intensidade dos raios luminosos que penetram no corpo d'água, influenciando decisivamente nas características do ecossistema presente (PHA, 2019). Neste trabalho, utilizando JarTest, foi observado que todas as concentrações 0,5g/L, 1g/L, 2g/L e 4g/L, apresentaram aumento na turbidez em relação a água bruta, que se encontrava com 31,2 UNT (GRÁFICO 12).

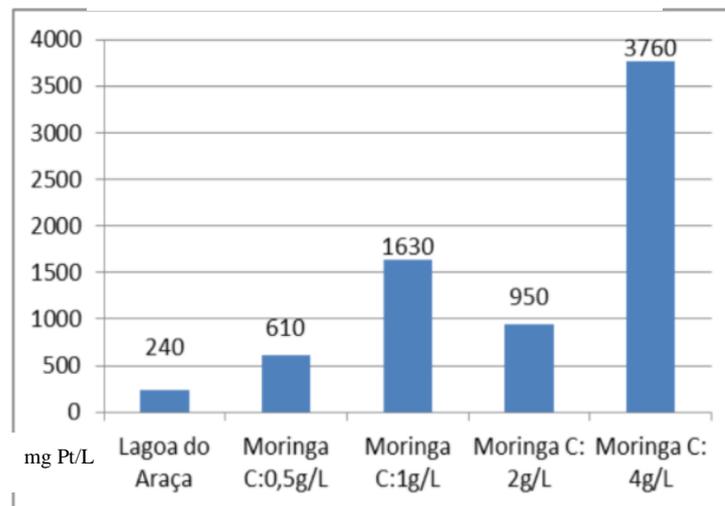
**Gráfico 12.** Determinação da Turbidez no JarTest.



Fonte: autoria própria.

No Gráfico 13, associando a técnica do JarTest, a água bruta inicialmente apresenta cor de 240mg Pt/L e houve aumento de cor em todos os tratamentos, ou seja, na concentração de 0,5g/L de moringa a cor teve como resultado 610mg Pt/L; 1g/L ficou em 1.630mg Pt/L; 2g/L com 950 mg Pt/L e 4g/L para 3.760mg Pt/L.

**Gráfico 13.** Determinação de Cor no JarTest.



Fonte: autoria própria.

Na avaliação biológica para C.total e termotolerante, após a utilização do JarTest usando uma concentração 10 vezes menor da moringa, onde a princípio esperava-se que houvesse uma redução dessa classe de microrganismo, entretanto observamos que combinando o método JarTest e uma concentração menor da moringa,

não foi suficiente para que houvesse uma redução da carga microbiana para nível seguro em atenção e cumprimento a legislação vigente que seria de até 1.000NMP/100mL, segundo o Conama (2005).

## 7. CONCLUSÕES

Os ensaios obtidos com essa pesquisa informam que as sementes de *Moringa Oleífera* são alternativas viáveis para o tratamento primário de água de ambiente estuarino, na concentração ideal de C2 (20g/L) para ensaios físico-químico e C3 (40g/L), para redução da concentração de coliformes totais e termotolerante.

Ao avaliar o reuso da moringa, os resultados não se mostraram satisfatórios, além da diminuição do pH, a turbidez e a cor tiveram um aumento de mais de cem vezes se comparado com a amostra inicial. Houve redução de coliformes totais e termotolerantes, que apesar de ter diminuído consideravelmente, ainda não chegou aos limites exigidos pela legislação.

No JarTest a concentração usada não se mostrou numa quantidade em que apresentasse resultados significativos.

Em geral, obtivemos resultados positivos, principalmente na redução de microrganismos patógenos.

## 8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As atividades desenvolvidas ao longo da Iniciação científica proporcionaram observar de uma forma diferente um ingrediente que é tão essencial para todos nós, a água. É indescritível a sensação de poder contribuir com a pesquisa de uma alternativa sustentável de pré-tratamento da água que é necessária na nossa vida e que é matéria prima principal para praticamente tudo que utilizamos.

Foi de grande crescimento observar o desenvolvimento da pesquisa, o desafio de cada coleta, o suor em cada análise e a vitória em ver resultados realmente positivos numa redução significativa de microrganismos patogênicos, sendo as sementes de *Moringa Oleífera* uma alternativa viável para o tratamento primário de água.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANA. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico(Brasil). Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2020: informe anual. Brasília, 2020.
- CONAMA. Comissão Nacional do Meio Ambiente. 3. "Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências". Publicação DOU nº 053, de 18/03/2005.
- CONAMA. Comissão Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº357 de 2005. "Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências". Publicação DOU nº 053, de 18/03/2005.
- CARVALHO, A. A., MONTENEGRO, A. A. A., SANTOS, C. S., SILVA, T. G. F. Journal of Environmental Analysis and Progress. v. 02, n. 03, p 194-202, 2017.
- ESTEVES, F. A. (2011). *Fundamentos de Limnologia. 3ª edição.* . Rio de Janeiro: Interciência.
- FRANCO, C. S., BATISTA, M. D. A., OLIVEIRA, L. F. C., KOHN, G. P., FIA, R. Coagulação com semente de moringa oleifera preparada por diferentes métodos em águas com turbidez de 20 a 100 UNT. Engenharia Sanitária Ambiental. v. 22, n. 4, p. 781-788, 2017. Acesso em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S141341522017000400781&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S141341522017000400781&lng=en&nrm=iso)>.
- Disponível em: 14 de abril de 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/s1413-41522017145729>.
- GALLÃO, M. I., Damasceno, F., Brito, L., Souza, E. Avaliação química e estrutural da semente de moringa. Revista Ciência Agronômica, v.37, n.1, p.106-109, 2006.
- GERDES, Gerrit. O uso das sementes da árvore moringa para o tratamento de água turva. ESPLAR-Centro de Pesquisa e Assessoria: Fortaleza, 13p, 1996.
- HEREIDA, J. B., MARTÍN, J. S. Removal of sodium lauryl sulfate by coagulation/flocculation with Moringa oleifera seed extract. Journal of Hazardous Materials. v164, p.713-719, 2009.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Coordenação de População e Indicadores Sociais. Pesquisa nacional de saneamento básico. Rio de Janeiro, 2000. Disponível em:<<https://www.ibge.gov.br/>>
- LO MONACO, P.A.V.; MATOS, A.T.; RIBEIRO, I. C.A.; NASCIMENTO, F. S.; SARMENTO, A. P. Utilização de extrato de sementes de moringa como agente coagulante no tratamento de água para abastecimento e águas residuárias. Ambi-Agua, Taubaté, v.5, n.3, p.222-231,2010.

MARTYN, C. N., BARKER, D. J., OSMOND, C., HARRIS, E. C., EDWARDSON, J. A., LACEY, R. F. Geographical relation between Alzheimer's disease and aluminum in drinking water. *Lancet*, 1(8629): 59-62, 1989.

MELO, G. S., SILVA, E. R. A. C., ASSIS, D. R. S. Avaliação dos impactos ambientais na Lagoa do Araçá, Recife, Pernambuco, Brasil. *Acta Brasiliensis* v. 2, n 1, p. 6-10, 2018.

MIRANDA, J. B., SILVA, H. K., SILVA, E. C., DUARTE, M. M. Avaliação preliminar das concentrações de metais pesados nos sedimentos da lagoa do araçá, Recife, estado de Pernambuco. *LABOMAR – Arquivos de Ciência do Mar*, v.44, p 12-20, 2011.

MIRANDA, L. B., CASTRO, B. M., KJERFVE, B. Princípios de Oceanografia Física de Estuários. São Paulo: Edusp, 2002.

NDABIGENGESERE A.; NARASIAH, S. K.. Influence of operating parameters on turbidity removal by coagulation with *Moringa oleifera* seeds. *Environmental Technology*, v.17, p.1103-1112, 1996.

NDABIGENGESERE A.; NARASIAH, S. K.. Quality of water treated by coagulation using moringa oleifera seeds. *Elsevier Science Water Research*, v.32, No.3, p.781-791, 1998.

PAVANELLI, Gerson. Eficiência de diferentes tipo de coagulantes na coagulação, floculação e sedimentação de água com cor ou turbidez elevada. São Carlos, 2001.

PHA. Universidade de São Paulo. Características físicas das águas: cor, turbidez, sólidos, temperatura, sabor, odor. Disponível em: <[www.pha.poli.usp.br/LeArq.aspx?id\\_arq=1800](http://www.pha.poli.usp.br/LeArq.aspx?id_arq=1800)>. Acesso em: 30 de junho de 2019.

SILVA, H. K. P., MACEDO, S. J., BRAYNER, F. M. M. Avaliação das concentrações de metais traço nos sedimentos do parque dos manguezais, Região Metropolitana do Recife (RMR), Pernambuco, Brasil. *Tropical Oceanography*, Recife, v. 38, n. 2, p. 175-181, 2010.

SILVA, K. L., MORAIS, M. M., OLIVEIRA, O. R., & BELTRAME, L. T. (2013). IMPACTOS AMBIENTAIS NA LAGOA DO ARAÇÁ. *JEPEX 2013*, 2.

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 Tecnologia*, v. 28, n. 2, p. 178-190, 2007.

SILVA, N., JUNQUEIRA, V.C.A; SILVEIRA, N.F.A. Manual de métodos de métodos de análise microbiológica de alimentos. São Paulo; Varela; 2001.317 p.llus.

SEMAS. Secretaria do meio ambiente e sustentabilidade de Pernambuco. Disponível em: <<http://meioambiente.recife.pe.gov.br/lagoa-do-araca>>. Acesso em: 04 de junho de 2019.

WWF.pantanal,ameaças. Disponível em :[http://www.wwf.org.br/natureza\\_brasileira/areas\\_prioritarias/pantanal/ameacas\\_riscos\\_pantanal/](http://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/areas_prioritarias/pantanal/ameacas_riscos_pantanal/). Acesso em: 12 de dezembro de 2021.

## APÊNDICE A - Termo de compromisso da Iniciação científica



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
PRO-REITORIA DE PESQUISA E POS-GRADUAÇÃO  
COORDENAÇÃO DE PROGRAMAS ESPECIAIS

TERMO DE COMPROMISSO - PIBIC (  ) ou PIC ( )

DADOS DO ESTUDANTE				
CPF [REDACTED]	NOME COMPLETO Amanda Mirelly Santos Sobral			
Data do Nascimento [REDACTED]	Identidade [REDACTED]	Orgão SDS	UF PE	Cel/WhatsApp [REDACTED]
E-mail (obrigatório) amandamssobral@gmail.com		Curso Gastronomia	Unidade: Sede (x) UACSA ( ) UAG ( ) UAST ( )	
Agência N° [REDACTED]	Nome do Banco [REDACTED]		Conta [REDACTED]	

DADOS DO ORIENTADOR			
CPF [REDACTED]	Nome Neide Kazue Sakugawa Shinohara		
INSTITUIÇÃO/DEPARTAMENTO/AREA Tecnologia Rural	Unidade: Sede (x) UACSA ( ) UAG ( ) UAST ( )	Fone da Instituição/Ramal 3220-6263	
E-mail: shinoharanks@gmail.com			Fone: [REDACTED]

DADOS SOBRE O PROJETO	
NOME DA SUBAREA DO CONHECIMENTO (CNPq)	Ecologia
Título do Projeto Uso de sementes de <i>Moringa Oleifera</i> no tratamento da água de ambiente estuarino.	
Título do Plano de Trabalho Uso de sementes de <i>Moringa Oleifera</i> no tratamento da água de ambiente estuarino.	
PALAVRAS-CHAVE	
1 Tratamento de água	2 coagulante natural
	3 estuário

Assumimos, neste ato, o compromisso de dedicarmos-nos às atividades universitárias e de pesquisa com o fim de cumprir os compromissos aqui assumidos. Declaramos expressamente conhecer e concordar, para todos os efeitos e consequências de direito, com os itens do plano de acompanhamento abaixo relacionados.

1. Estar regularmente matriculado em curso de graduação;
2. Executar o plano de trabalho, sob a orientação do pesquisador, com dedicação de 20 (vinte horas semanais);
3. Apresentar 02 (dois) relatórios com os resultados parciais e finais da pesquisa, respectivamente;
4. Apresentar os resultados parciais e finais da pesquisa sob a forma de exposições orais, por ocasião dos Seminários de Avaliação do PIBIC;
5. Apresentar os resultados finais da pesquisa no Congresso de Iniciação Científica da UFRPE;
6. Não manter vínculo empregatício (para o bolsista);
7. Estar recebendo apenas esta modalidade de bolsa acadêmica, sendo vetada a cumulação desta com a de outros programas da UFRPE ou de outra agência de fomento (para o bolsista);
8. Devolver a UFRPE ou ao CNPq, em valores atualizados, a(s) mensalidade(s) recebida(s) indevidamente, caso os requisitos e compromissos estabelecidos não sejam cumpridos;
9. Fazer referência ao apoio recebido quando da publicação dos trabalhos em decorrência das atividades apoiadas pela UFRPE e CNPq;
10. A UFRPE poderá cancelar ou suspender a bolsa quando constatada infringência a qualquer das condições constantes deste termo e das normas aplicáveis a esta concessão, sem prejuízo da aplicação dos dispositivos legais que disciplinam o ressarcimento dos recursos;
11. A concessão objeto do presente instrumento não gera vínculo de qualquer natureza ou relação de trabalho.

Assinatura orientador [REDACTED]	Data 11/05/2018	
Assinatura bolsista [REDACTED]	Data 11/05/2018	
Para uso da Coordenadoria Data de recebimento 12 / 05 / 2018	Data de início 01 / 08 / 2018	Data Término 30 / 07 / 2019

Situação final: Aceito