



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS. CAMPUS II**  
**DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS – DFCA**  
**SETOR DE TECNOLOGIA AMBIENTAL – STA**  
**MÓDULO DE AGROECOLOGIA – MAGRO**

**COAGULANTES DE PALMAS FORRAGEIRAS E OS EFEITOS NA**  
**TURBIDEZ E POTENCIAL HIDROGENIÔNICO EM**  
**TRATAMENTO DE ÁGUAS**

**NUBIA APARECIDA DOS SANTOS ANDRADE**

**AREIA – PB**  
**FEVEREIRO – 2018**

NUBIA APARECIDA DOS SANTOS ANDRADE

**COAGULANTES DE PALMAS FORRAGEIRAS E OS EFEITOS NA  
TURBIDEZ E POTENCIAL HIDROGENIÔNICO EM  
TRATAMENTO DE ÁGUAS**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado a Universidade Federal da  
Paraíba, Centro de Ciências Agrárias,  
Campus II – Areia – PB, como parte  
integrante dos requisitos para obtenção do  
título de **Bacharel em Ciências  
Biológicas.**

ORIENTADOR: Prof. Dr. Daniel Duarte Pereira

AREIA - PB

FEVEREIRO– 2018

Ficha Catalográfica Elaborada na Seção de Processos Técnicos da  
Biblioteca Setorial do CCA, UFPB, Campus II, Areia – PB.

*F475d*    *ANDRADE, N.A.S.*

**Coagulantes de palmas forrageiras e os efeitos na turbidez e potencial  
hidrogeniônico em tratamento de águas / Núbia Aparecida dos Santos Andrade. -**  
Areia: UFPB/CCA, 2018.

*ix, 23 f. : il.*

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Centro de  
Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2018.

Bibliografia.

*Orientador: Daniel Duarte Pereira.*

NÚBIA APARECIDA DOS SANTOS ANDRADE

**COAGULANTES DE PALMAS FORRAGEIRAS E OS EFEITOS NA  
TURBIDEZ E POTENCIAL HIDROGENIÔNICO EM  
TRATAMENTO DE ÁGUAS**

Monografia julgada e aprovada em: 08/02/2018

**BANCA EXAMINADORA**

---

**Prof.º Dr. Daniel Duarte Pereira**

**Presidente**

---

**MSc João Macêdo Moreira**

**Examinador**

---

**MSc Miguel David de Souza Neto**

**Examinador**

AREIA - PB

FEVEREIRO - 2018

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, por me conceder o dom da vida e a capacidade de vencer os obstáculos sugeridos por Ele. Ao meu orientador pela paciência, competência e dedicação para me orientar nessa fase de minha vida e aos meus pais, esposo, minha pequena Monyke e irmã que me acompanharam nessa jornada dando apoio moral e palavras positivas.

## AGRADECIMENTOS

Ao meu bom Deus por ter me dado condições de viver, lutar e alcançar os objetivos pretendidos.

Ao meu querido orientador Daniel Duarte Pereira, a quem admiro pela capacidade de compreensão, paciência e sabedoria; agradeço pelos ensinamentos e por tornar possível a realização desse trabalho. Sem sua excelente ajuda seria impossível à conclusão deste.

A toda minha família, em especial aos meus pais Maria da Conceição e Adriano Amaro pelo incentivo ao estudo, que mesmo com algumas dificuldades fizeram de tudo para que eu alcançasse meus objetivos.

A minha pequena Monyke pela qual eu luto por um futuro melhor ao meu esposo Carlos Andrade pela paciência comigo, quando a minha já não existia mais, às minhas irmãs Vilma e Rayssa aos meus amigos e amigas que conquistei ao longo do curso, com os quais criei laço de amizade jamais esquecido. Eles tornaram o percurso do processo da graduação uma interação social, costumes e ideias diferenciadas.

Todos os professores do curso de Ciências Biológicas, pelos ensinamentos oferecidos, em especial Msc. João Macêdo Moreira e MSc. Miguel David de Souza Neto, por contribuírem com meu trabalho, fazendo parte da minha banca examinadora.

Também agradeço a eu mesma por ter capacidade de concluir essa tão esperada graduação.

**SUMÁRIO**

<b>LISTA DE FIGURAS E QUADROS .....</b>	<b>viii</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>ix</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>x</b>
<b>1INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>3</b>
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>6</b>
3. 1 Turbidez .....	6
3.2 Potencial hidrogênioônico (pH).....	10
<b>4 CONCLUSÕES.....</b>	<b>12</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>12</b>

**LISTA DE FIGURAS E QUADROS**

<b>Figura 1 .....</b>	<b>3</b>
<b>Figura 2 .....</b>	<b>4</b>
<b>Figura 3 .....</b>	<b>5</b>
<b>Figura 4 .....</b>	<b>5</b>
<b>Quadro 1 .....</b>	<b>4</b>
<b>Quadro 2 .....</b>	<b>7</b>
<b>Quadro 3 .....</b>	<b>8</b>
<b>Quadro 4 .....</b>	<b>9</b>
<b>Quadro 5 .....</b>	<b>10</b>

ANDRADE, N.A.S. Coagulantes de palmas forrageiras e os efeitos na turbidez e potencial hidrogeniônico em tratamento de águas. 2018. 27 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Biológicas, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2018.

**RESUMO:** O presente trabalho objetivou analisar o uso de coagulante de palmas forrageiras e os efeitos na turbidez e potencial hidrogeniônico em tratamento de águas. A coagulação é uma tecnologia tradicional que compõe a etapa inicial do tratamento da água e objetiva a remoção e/ou redução dos sólidos suspensos e dissolvidos. Com vista a oferecer alternativas sustentáveis para o processo de tratamento da água, objetivou-se nesse trabalho investigar o potencial de três espécies de palmas forrageiras: a Baiana *Nopalea sp*; a Miúda *Nopalea cochenilifera* e a Orelha de Elefante Mexicana *Opuntia stricta* na produção de coagulantes naturais na turbidez e no potencial hidrogeniônico(pH) no processo de tratamento da água. Os resultados obtidos mostraram que massas verdes puras de palmas forrageiras em diferentes tempos de observação e pesos realmente reduzem a turbidez da água de 65, 95% a 69,91%, promovendo alterações de pH de 17,33% a 30,59%. A variedade de Orelha de Elefante Mexicana apresentou maior poder de redução de turbidez quanto maior o tempo de observação e maior o peso de massa verde e menor poder acidificante da água.

Palavras-chave: tratamento de água; coagulantes naturais; *Nopalea spp*; *Opuntia stricta*.

APARECIDA, N.A.S. Coagulants nan palmis Forage ak efè yo sou turbidite ak potansyèl idrogenasyon nan tretman dlo. 2018. 27 f. TCC (bakaloreya) - kou Syans byolojik, Federal University of Paraíba, Areia, 2018.

**ABSTRACT:** The present work aimed to analyze the use of forage palm coagulants and the effects on turbidity and hydrogenation potential in water treatment. Coagulation is a traditional technology that composes the initial stage of water treatment and aims at the removal and / or reduction of suspended and dissolved solids. In order to offer sustainable alternatives to the water treatment process, the objective of this work was to investigate the potential of three species of forage palms: Baiana *Nopalea* sp; the Little *Nopalea cochenilifera* sp and the Mexican Elephant Ear *Opuntia stricta* in the production of natural coagulants acting on turbidity and hydrogenation potential (pH) in the water treatment process. The results showed that pure green pastures of forage palms at different times of observation and weights actually reduce water turbidity from 65.95% to 69.91% and promote pH increases of 17, 33% the 30, 59%. The Mexican Elephant Ear Variety presented greater turbidity reduction power the longer the observation time and the greater the green mass weight and the lower acidifying power of the water.

**Keywords:** Water pretreatment; natural coagulants, *Nopalea* spp; *Opuntia* spp

## 1 INTRODUÇÃO

A partir de reportagem intitulada “Técnica Inovadora faz Limpeza de Água com Mandacaru” e veiculada em <http://g1.globo.com/ceara/ne-rural/videos/v/tecnica-inovadora-faz-limpeza-de-agua-com-o-mandacaru/5625828/> onde se demonstrava a utilização de fragmentos de caule de mandacaru *Cereus jamacaru* para a limpeza de água surgiu à ideia de se utilizar fragmentos de outras cactáceas mais abundantes na Região Semiárida em razão do mandacaru por vezes se apresentar como de baixa densidade em algumas áreas, por não ser o seu ótimo ecológico, ou devido ao extrativismo elevado para forrageamento animal.

Desta forma, se encontrou na cultura das palmas forrageiras *Nopalea* spp e *Opuntia* spp, cactáceas exóticas, de alta produção por unidade de área, de larga adaptação a diferentes condições edafoclimáticas e precoces em produção de massa verde, amplas possibilidades de substituição.

O uso de *Opuntia ficus-indica* no tratamento de água foi testado por Ferreira (2015) como coagulante a partir de um extrato sólido (pulverizado) e um extrato do polímero a partir de extração química em diferentes dosagens onde os melhores resultados foram encontrados para águas de turbidez inicial elevada. Para uma turbidez de 200 uT a eficiência foi de 68,9% para valores de pH de 8 a 10, onde os resultados obtidos mostraram *O. indica* apresenta potencial para ser utilizada como coagulante natural.

Segundo Ferreira (2015) uma análise crítica compreendendo coagulantes de origem vegetal feita por Yin (2010) mencionou quatro espécies vegetais mais estudadas e com maior potencial: sementes de *Moringa oleifera*, Cactos, sementes de Nirmali e Taninos.

Em um estudo comparativo com sulfato de alumínio, Pichler, Young e Alcantar (2012) apud Ferreira (2015) obtiveram resultados considerados excelentes com *Opuntia* sp ao demonstrar que a mesma eficiência de remoção de turbidez pôde ser obtida com o cacto utilizando uma dosagem 300 vezes menor que a do coagulante químico.

Para Wanderley et al, (2002) apud Ferreira (2015) e Santos; Ferreira; Batista (2005) apud Ferreira (2015) de modo geral, o desempenho de cactos do gênero *Opuntia* como coagulante variou de um estudo para outro dependendo de diversos fatores como a fonte da água utilizada, dosagem do coagulante, diferentes locais, diferentes composições química das plantas em função da espécie, idade do artigo, época do ano, espaçamento das plantas e adubação entre outros fatores.

É comum no âmbito do Semiárido a utilização de águas provenientes de cacimbas, barreiros e até mesmo cisternas abastecidas por caminhões pipa. Estas águas dificilmente

passam por tratamento quer seja de limpeza, quer seja de desinfecção o que pode acarretar uma série de problemas associados à contaminação.

Neste sentido, é importante que seja realizado um pré-tratamento de limpeza seguido da desinfecção propondo-se para o primeiro caso o uso de coagulantes naturais advindos de palmas forrageiras das Variedades Baiana *Nopalea* sp, Miúda *Nopalea cochenilifera* e Orelha de Elefante Mexicana *Opuntia stricta*.

Para tanto é importante verificar diferentes dosagens de coagulantes; certificar qual a melhor variedade a ser utilizada e verificar a possibilidade de tratamento em escala já que os estudos mais evidentes sobre o uso de cactos no tratamento de água se reportam *Opuntia ficus-indica* mais conhecida no Brasil por Palma Gigante, Figo da Índia ou Palma Azeda. Esta variedade, entretanto não pode ser mais cultivada em razão da extrema sensibilidade ao ataque da cochonilha do carmim *Dactylopius* spp que levaram ao extermínio da planta.

Desta forma, o uso de um coagulante natural pode, em uma primeira etapa, resolver os problemas de turbidez gerados por materiais orgânicos e inorgânicos em suspensão já auxiliando a segunda etapa que seria de desinfecção e conseqüentemente fornecimento de água de boa qualidade.

Entretanto é importante que se verifique a exemplo de *Opuntia ficus-indica* as que variedades de palma utilizadas permitirão o tratamento preliminar de água em nível de turbidez e se estas não resultarão em insucesso.

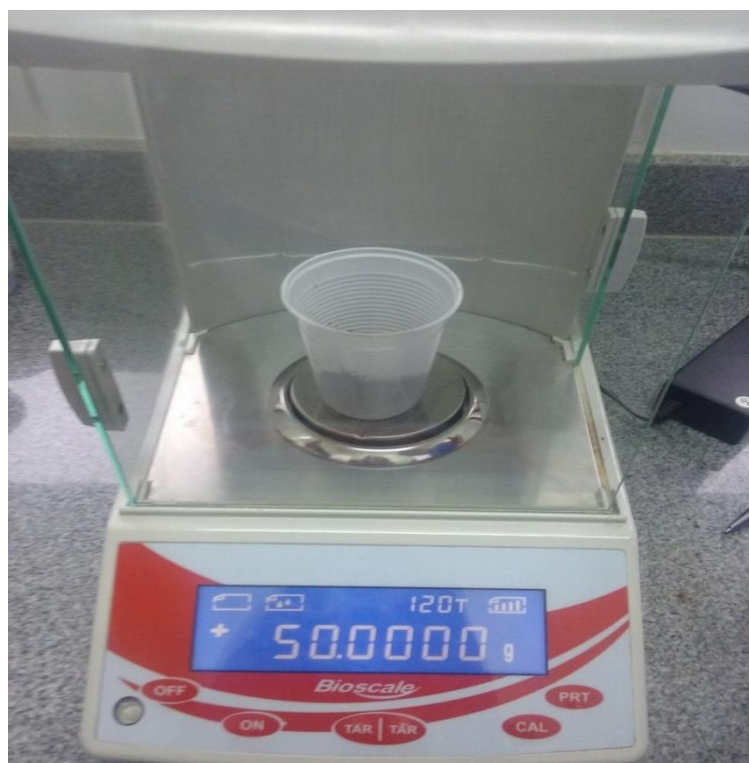
## 2 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no Campus II, Universidade Federal da Paraíba - UFPB, Departamento de Fitotecnia e Ciências Ambientais - DFCA, Setor de Tecnologia Ambiental - STA, Módulo de Agroecologia- MAGRO e no Laboratório de Limnologia.

As amostras de solo foram obtidas a partir de material oriundo da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, do Centro de Desenvolvimento do Semiárido – CDSA, Campus Sumé e identificado como horizonte superficial de LUVISSOLO CRÔMICO.

As amostras de palma forrageira foram obtidas da área experimental do MAGRO sendo representadas por raquetes da terceira ordem (Terciárias) das Variedades Baiana, Sertânea, Mão de Moça ou Alagoana *Nopalea* sp; Múda ou Doce *Nopalea cochenilifera* e Orelha de Elefante Mexicana *Opuntia stricta*.

Após secagem e peneiramento do solo foram extraídas amostras de cinquenta gramas pesadas em balança digital de precisão (figura 1) para serem utilizadas em 0,5 litros de água destilada no sentido de se promover níveis elevados de turbidez.



**Figura 1** – Pesagem das amostras de solo

As soluções obtidas foram acondicionadas em garrafas Pet transparentes e com capacidade para dois litros cortadas ao meio e deixadas, após uma primeira agitação nos sentidos horário e anti-horário, de repouso por 24 horas (figura 2).



**Figura 2** – Garrafas transparentes contendo as soluções de solo e água após primeira agitação.

Passado este período houve nova agitação e foram adicionados fragmentos de variedades de palma, cortados com faca afiada e pesados em balança digital de precisão (figura 3), na solução representados pelos pesos verdes de 5,0 g; 10,0 g e 15,0 g resultando nos seguintes tratamentos:

**Quadro 1** – Tratamento utilizados na pesquisa

<b>Tratamento</b>	<b>Água l</b>	<b>Solo g</b>	<b>Palma g</b>
Testemunha Baiana	0,5	50,0	Não
Baiana I	0,5	50,0	5,0
Baiana II	0,5	50,0	10,0
Baiana III	0,5	50,0	15,0
Testemunha Miúda	0,5	50,0	Não
Miúda I	0,5	50,0	5,0
Miúda II	0,5	50,0	10,0
Miúda III	0,5	50,0	15,0
Testemunha Orelha de Elefante Mexicana	0,5	50,0	Não
Orelha de Elefante Mexicana I	0,5	50,0	5,0
Orelha de Elefante Mexicana II	0,5	50,0	10,0
Orelha de Elefante Mexicana III	0,5	50,0	15,0

**Fonte:** Pesquisa Laboratorial. Janeiro de 2018. UFPB/CCA. Areia. Paraíba



**Figura 3** – Amostras de palma pesadas

Para cada tratamento foram realizadas quatro repetições. Os tempos de observação tanto para as Testemunhas quanto para os diversos tratamentos foram de 5 minutos, 10 minutos e 15 minutos, onde a cada intervalo eram medidos a turbidez e o pH das soluções e das testemunhas.

A turbidez foi obtida a partir de um turbidímetro (figura 3) e em dois níveis da solução obtendo-se um valor médio com os resultados apresentados em Unidades Nefelométricas de Turbidez – UNT. Já o pH foi obtido em leitura única a partir de um peagâmetro de bancada.



**Figura 4** – Turbidímetro utilizado na pesquisa

Os dados obtidos foram submetidos a análise estatística em Microsoft Excel 2010 para a produção de médias, desvios padrão, coeficientes de variação e quadros para subsidiar a discussão.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 3.1 Turbidez

Segundo o Manual de Controle da Qualidade da Água para Técnicos que Trabalham em ETAS (2014) a transformação da água se agravou com a Revolução Industrial, afetando a natureza de sua atmosfera e sua qualidade e atualmente o crescimento da população humana é um dos principais fatores contribuintes de efeitos negativos no ambiente aquático. Tanto a turbidez quanto o pH podem ser ocasionados por origem natural (dissolução de rochas, fotossíntese), como também por lançamento de dejetos originados de esgotos industriais ou domésticos.

Para Tomazoni et al., (2005) a turbidez está relacionada com a passagem de luz através do líquido e na maioria das vezes o ambiente aquático já está com fatores contaminantes. Reduzindo a transparência da água por causa das partículas em suspensão.

Segundo O PORTAL TRATAMENTO DE ÁGUA (2017)<sup>1</sup> a:

[...] determinação da turbidez pelo método nefelométrico, é adotado nas atividades de controle de poluição da água e de verificação do parâmetro físico nas águas consideradas potáveis. Baseia-se na comparação da intensidade de luz espalhada pela amostra em condições definidas, com a intensidade da luz espalhada por uma suspensão considerada padrão onde, quanto maior a intensidade da luz espalhada maior será a turbidez da amostra analisada. A turbidez é expressa em unidades nefelométricas de turbidez (UNT).

Dentre os diversos métodos para o tratamento da água, a coagulação permanece sendo uma das técnicas mais utilizadas de acordo com Verma, et al., (2012). Sendo de grande utilização para o tratamento de resíduos industriais, domésticos, dentre outros. Na maioria das vezes são utilizados compostos químicos para a coagulação e em alguns estudos demonstram que tais elementos podem ocasionar danos à saúde humana e ao meio ambiente, sendo interessante sua substituição por coagulantes de origem vegetal (RACHDI, et al., 2017). No quadro 2 podem ser observados os valores de turbidez das amostras de água tratadas com a Variedade Baiana que a princípio apresentou um valor de 986 NTUs, muito acima do recomendado para água potável.

---

<sup>1</sup> <https://www.tratamentodeagua.com.br/artigo/determinacao-da-turbidez/>

**Quadro 2** – Valores medianos de turbidez da solução aos cinco, dez e quinze minutos de observação para a variedade de palma forrageira Baiana *Nopalea sp*

Variedade	Tempo Min	Peso 5 g NTU	Peso 10 g NTU	Peso 15 g NTU	Testemunha NTU
<b>Baiana</b>					
Média (NTU)	5	571,00	369,00	508,00	986,00
DP (NTU)		103,00	44,00	21,00	0,00
CV (%)		18,04	11,92	4,13	0,00
Média (NTU)	10	408,15	336,00	484,50	986,00
DP (NTU)		230,13	5,00	40,50	0,00
CV (%)		41,69	1,49	8,36	0,00
Média (NTU)	15	341,25	<b>320,50</b>	387,50	986,00
DP (NTU)		207,69	36,50	40,50	0,00
CV (%)		60,86	11,39	10,45	0,00

**Fonte:** Pesquisa Laboratorial. Janeiro de 2018. UFPB/CCA. Areia. Paraíba

Os dados obtidos acusam uma redução da turbidez tanto para as variações de massa de fragmentos (peso) como para o tempo de observação (minutos).

Os menores valores de turbidez foram alcançados aos 15 minutos de observação e para uma massa verde de 10,0 gramas de palma por conteúdo da amostra. A redução em nível de turbidez foi de 67,49% quando comparado o valor inicial de turbidez (986 NTUs) e o final (320,50 NTUs). Observe-se um Coeficiente de Variação (CV)<sup>2</sup> de apenas 11,39%.

Para a UFPR (2012)<sup>2</sup> O CV é: interpretado como a variabilidade dos dados em relação à média. Quanto menor o CV mais homogêneo é o conjunto de dados. Ele pode ser:

Adimensional, isto é, um número puro, que será positivo se a média for positiva; será zero quando não houver variabilidade entre os dados, ou seja,  $s = 0$ . usualmente expresso em porcentagem, indicando o percentual que o desvio padrão é menor ( $100\%CV < 100\%$ ) ou maior ( $100\%CV > 100\%$ ) do que a média. Um CV é considerado baixo (indicando um conjunto de dados razoavelmente homogêneo) quando for menor ou igual a 25%. Entretanto, esse padrão varia de acordo com a aplicação. Pode ser difícil classificar um coeficiente de variação como baixo, médio, alto ou muito alto, mas este pode ser bastante útil na comparação de duas variáveis ou dois grupos que a princípio não são comparáveis.

Juvinião et al., (2017)<sup>3</sup> utilizando a mesma variedade, também conhecida IPA Sertânea, como um coagulante natural com e sem óxido de cálcio para redução das propriedades físico-químicas de turbidez, sólidos em suspensão, cor e pH de água de barreiro sintética verificaram

<sup>2</sup> <http://leg.ufpr.br/~shimakur/CE055/node26.html>

que melhor resultado obtido foi o correspondente a redução da turbidez de 98,64% e cor de 94,80% quando comparado com o resultado obtido da amostra sem tratamento, mostrando a eficiência da variedade na coagulação dos particulados.

No quadro 3 podem ser observados os resultados quando do uso de massa verde da variedade Miúda. Houve uma diferenciação quanto aos resultados apresentados pela variedade Baiana, onde os maiores valores de redução foram associados ao tempo de 15 minutos e massa verde de 5,0 gramas. Houve uma redução de 65,95% da turbidez em relação à Testemunha. Bem próximo ao valor encontrado para a Variedade Baiana (67,49%) e com um CV bem menor (6,27%). Havendo também, proximidade nos valores de NTUs encontrados que foram de 320,50 para a Variedade Baiana e 319,00 para a Variedade Miúda.

**Quadro 3** – Valores medianos de turbidez da solução aos cinco, dez e quinze minutos de observação para a variedade de palma forrageira Miúda *Nopalea cochenillifera*

Variedade	Tempo Min	Peso 5 g NTU	Peso 10 g NTU	Peso 15 g NTU	Testemunha NTU
<b>Miúda</b>					
Média (NTU)	05	401,00	326,00	350,00	937,00
DP (NTU)		50,00	24,00	5,00	0,00
CV (%)		12,47	7,36	1,43	0,00
Média (NTU)	10	489,5	350,5	464,00	937,00
DP (NTU)		9,50	9,50	4,00	0,00
CV (%)		1,94	2,71	0,86	0,00
Média (NTU)	15	<b>319,00</b>	354,00	343,00	937,00
DP (NTU)		20,00	16,00	34,00	0,00
CV (%)		6,27	4,52	9,91	0,00

**Fonte:** Pesquisa Laboratorial. Janeiro de 2018. UFPB/CCA. Areia. Paraíba

Embora sejam espécies do mesmo gênero e acredite-se que a Variedade Baiana seja uma mutação da Variedade Miúda (VIANA, 2012)<sup>4</sup> os resultados apresentaram-se totalmente diferentes para a quantidade de massa verde e para o tempo de observação.

O uso de massas verdes e tempos diferentes de observação para a Variedade Orelha de Elefante Mexicana e os efeitos na redução da turbidez podem ser observados no quadro 4.

O maior valor de redução de turbidez foi encontrado para uma massa verde de 15,0 gramas e um tempo de observação de 10 minutos. A redução foi da ordem de 69,91%. A maior encontrada para as variedades estudadas. E acima do valor encontrado por Ferreira (2015) que

<sup>4</sup> <http://forragiculturapastagens.blogspot.com.br/2012/09/informacoes-complementares-sobre.html>

observando o efeito coagulante de pó de *Opuntia ficus-indica* no tratamento de água verificou que a remoção chegou a 59,0% quando do uso produto puro.

**Quadro 4** – Valores medianos de turbidez da solução aos cinco, dez e quinze minutos de observação para a variedade de palma forrageira Orelha de Elefante Mexicana *Opuntia stricta*

Variedade	Tempo Min	Peso 5 g NTU	Peso 10 g NTU	Peso 15 g NTU	Testemunha NTU
<b>Orelha de Elefante Mexicana</b>					
Média (NTU)	05	459,00	388,50	350,50	937,00
DP (NTU)		100,00	10,50	5,50	0,00
CV (%)		21,79	2,70	1,57	0,00
Média (NTU)	10	403,5	367,00	<b>310,00</b>	937,00
DP (NTU)		6,50	9,00	26,00	0,00
CV (%)		1,61	2,45	8,39	0,00
Média (NTU)	15	488,5	406,5	352,50	937,00
DP (NTU)		54,50	27,50	5,50	0,00
CV (%)		11,16	6,77	1,56	0,00

**Fonte:** Pesquisa Laboratorial. Janeiro de 2018. UFPB/CCA. Areia. Paraíba

Houve também a representatividade de maior valor de redução de NTU. Enquanto as variedades Baianas e Miúda obtiveram valores máximos de 320,50 e 319,00 NTUs, respectivamente, a Variedade Orelha de Elefante Mexicana apresentou um valor de 310,0 NTUs. Ou seja, se sobressaiu em 3,22% em relação à Variedade Baiana e em 2,90 % em relação à Variedade Miúda.

As Opuntias apresentam melhor fator de tratamento da água. Gallardo (2017) citou *O. ficus indica* como coagulante e floculante para a eliminação de metais pesados e observou que alguns autores sugeriram o uso de agentes coagulantes naturais extraídos de mucilagem e o pó dos cladódios de *Opuntia ficus-indica* no tratamento de águas superficiais e que esta espécie é uma das mais pesquisada porque apresenta um ótimo desempenho no processo de coagulação.

A alta capacidade de coagulação seria devido à presença de carboidratos complexos armazenados nos cladódios. Bustillos et al. (2013) sugeriram que a maioria das peças frescas ou secas apresentam atividade de coagulação, devido à qual os agentes coagulantes ativos do cacto são polieletrólitos naturais com carga superficial em condições ácidas.

### 3.2 Potencial hidrogênio (pH)

Segundo o Manual de Controle da Qualidade da Água para Técnicos que Trabalham em ETAS (2014) o (pH) representa a intensidade das condições ácidas ou alcalinas do meio líquido com a medição da presença de íons hidrogênio (H<sup>+</sup>). E a presença de partículas sólidas responsáveis pela turbidez pode ser fator de contribuição para a proteção de alguns micro-organismos na água, fazendo com que esse recurso fique impróprio para consumo.

Segundo BRASIL (2011) a Portaria Federal nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, “Dispõe sobre os procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água para o consumo humano e seu padrão de potabilidade”. Laboratórios de Controle e Vigilância, Capítulo V, Seção V. Do Padrão de Potabilidade, Art. 39. A água potável deve estar em conformidade com o padrão organoléptico de potabilidade expresso no Anexo X a esta Portaria. § 1º Recomenda-se que, no sistema de distribuição, o pH da água seja mantido na faixa de 6,0 a 9,5.

No que se refere ao pH houve interferência das massas verdes e suas diferentes variações de peso tanto quanto aos tempos de observação, quanto para as variedades de palma pesquisadas (quadro 5).

Para o tempo de observação de 5 min a Variedade Baiana apresentou uma redução de pH de 8,04 para 6,00 na interação 5,0 gramas ou 25,37%. Já a Variedade Miúda apresentou redução de 7,53 para 5,87 para uma massa de 10 gramas ou 22,04%. Variedade Orelha de Elefante Mexicana apresentou uma redução de 7,21 para 5,96 para uma massa de 15 gramas ou 17,33%. Neste caso, sobressaiu-se a Variedade Orelha de Elefante como a de menor poder acidificante da água.

**Quadro 5** - Síntese de valores de pH da solução aos cinco dez e quinze minutos de observação para as variedades de palma forrageira Baiana, Miúda e Orelha de Elefante Mexicana

Variedade	Tempo min	Peso 5 g pH	Peso 10 g pH	Peso 15 g pH	Testemunha Ph
Baiana	5	6,00	6,03	6,08	8,04
Miúda		6,00	5,87	5,97	7,53
Orelha		6,20	6,01	5,96	7,21
Baiana	10	6,13	6,02	6,00	8,04
Miúda		5,98	5,76	5,71	7,53
Orelha		6,13	5,90	5,73	7,21
Baiana		5,97	5,71	5,58	8,04

<b>Miúda</b>	15	5,96	5,72	5,58	7,53
<b>Orelha</b>		6,05	5,88	5,64	7,21

**Fonte:** Pesquisa Laboratorial. Janeiro de 2018. UFPB/CCA. Areia. Paraíba

Para o tempo de 10 min todas as variedades apresentaram maiores reduções para um peso de 15 gramas. As diferenças existentes foram representadas pelos percentuais de redução de pH onde a Variedade Baiana representou 25,37%, a Variedade Miúda representou 24,16% e a Variedade Orelha de Elefante Mexicana representou 20,52% mais uma vez apresentando um menor poder acidificante para os tempos e pesos observados.

Aos 15 minutos de observação a exemplo dos 10 minutos, todas as amostras com 15 gramas apresentaram maior interferência na redução do pH, onde a Variedade Baiana apresentou redução de 30,59%; a Variedade Miúda de 25,89% e a Variedade Orelha de Elefante de 21,77% consolidando-se ao longo dos tempos e pesos estudados como a de menor poder acidificante da solução.

Referências de acidificação de água ou de soluções por massas verdes, extratos ou coagulantes a partir de palmas forrageiras não são encontradas na literatura pertinente.

Ferreira (2015) observou que a atividade de coagulação de *O. ficus-indica* é maior em águas alcalinas, especialmente para valores de pH entre 8 e 10 e que Yin (2010) apud Ferreira (2015) indicou que para *O. ficus-indica*, o efeito do pH da solução no processo de coagulação é mais complicado e difícil de explicar devido à natureza desconhecida dos agentes envolvidos na coagulação, ainda que tenha sugerido que o ácido galacturônico desempenhe papel fundamental na coagulação. Essencialmente, o ácido galacturônico é considerado um polieletrólito aniônico.

Ferreira (2015) destacou que são apenas sugestões sobre o pH na coagulação. Que não elucidam completamente, mas dá um entendimento prévio acerca das condições favoráveis para que ocorra o aumento da eficiência dos coagulantes naturais.

Silva (2016)<sup>5</sup> concluiu que o uso de *Nopalea cochenilifera* como auxiliar de floculação do cloreto férrico não contribuiu com aumento de eficiência da coagulação em águas de alta turbidez para os pHs e dosagens estudadas. As configurações dos experimentos demandaram a coagulação com o mecanismo de varredura, onde predominam alta turbidez, maiores dosagens de coagulante e pH elevado. Ou seja, os estudos demonstram mais a influência do pH da água no processo de coagulação do que o do coagulante (massa verde de palma) no pH da água ou da solução amostrada. Estaria a mudança de pH associada a presença de ácidos na mucilagem?

<sup>5</sup> [http://www.dcta.cefetmg.br/wp-content/uploads/sites/21/2017/06/TCC\\_Kamila-Jessie-Sammarro-Silva.pdf](http://www.dcta.cefetmg.br/wp-content/uploads/sites/21/2017/06/TCC_Kamila-Jessie-Sammarro-Silva.pdf)

Não foi o que observaram Ortiz et al (2013) ao verificarem na mucilagem uma alta porcentagem de umidade e pequenas proporções de saponinas, flavonóides, sais minerais de cálcio e ferro e que seria o ácido poligalacturônico e os compostos algínicos que dão qualidade ao biomaterial. O poder coagulante avaliado para cor, turbidez e pH indicou que existe a capacidade de remover 50,0% da cor e 70,0% de turbidez de águas brutas com alta turvação inicial e que não altera significativamente seu pH.

#### 4 CONCLUSÕES

Massas verdes puras de palmas forrageiras em diferentes tempos de observação e pesos realmente reduzem a turbidez da água de 65,95% a 69,91%.

Não existe uma correlação entre maior tempo de observação, maior peso de massa verde, variedades de palmas e valores mais baixos de turbidez. Os resultados observados mostraram diferentes respostas quanto a essas variáveis.

De um modo geral a variedade Orelha de Elefante Mexicana apresentou maior poder de redução de turbidez quanto maior o tempo de observação e maior o peso de massa verde e menor poder acidificante da água.

Todas as amostras apresentaram, apesar da redução, valores de turbidez e de pH muito acima do Marco Legal existente representado pela Portaria Federal nº 2.914/11.

#### 5. REFERÊNCIAS

Brasil. **Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS**. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde, Brasília, Funasa, 2014. 112 p.

BUSTILLOS, L.G.T., CARPINTEYRO, S., OROZCO, C. Production and characterization of *Opuntia ficus-indica* mucilage and its use as coagulant-flocculant aid for industrial wastewaters. Int. J. Res. 1, 38 e 45, Biotechnol,2013

**Coefficiente de variação**. 2017. Disponível em: <<http://leg.ufpr.br/~shimakur/CE055/node26.html>>. Acesso em 20 de dezembro de 2017.

FERREIRA, T.G. **Avaliação do Desempenho de Cactos da Espécie *Opuntia ficus-indica* como Coagulante no Tratamento de Água**. 2015. 50 f. Monografia - Curso de Tecnologia em Processos Ambientais, Departamento Acadêmico de Química e Biologia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

GALLARDO, M.A.B. **Coagulantes y floculantes naturales usados en la reducción de turbidez, sólidos suspendidos, colorantes y metales pesados en aguas residuales.** . Proyecto de grado Modalidad Monografía. Colombia, Bogotá, 2017

JUVINIANO, H. B. M; BURITI, A, U; DANTAS, J. M. M; ANJOS, R. B; SILVA, D. R. **Avaliação do tratamento de água de barreiro sintética utilizando a palma ipa sertânea (*Nopalea SP*).** II Conidis, 2017.

ORTIZ, A.V; ASTUDILLO, I.C.P; GARCÍA, J.M. **Caracterización de lá *Opuntia ficus-indica* para su uso como coagulante natural.** Rev. Colomb. Biotecnol, Bogotá, v. 15, n. 1, p.137-144, jul. 2013.

PORTAL TRATAMENTO DA ÁGUA. **Determinação da Turbidez.** Enasa Engenharia, 2017. Disponível em:< <https://www.tratamentodeagua.com.br/artigo/determinacao-da-turbidez/>> Acesso em 20 de janeiro de 2018

**PORTARIA Nº 2.914, DE 12 DE DEZEMBRO DE 2011.** Ministério da Saúde. Disponível em:< [http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914\\_12\\_12\\_2011.html](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html)>. Acesso em 13 de dezembro de 2017.

SILVA, K. J. S. **Estudo da aplicação de *Opuntia cochenillifera* como auxiliar de floculação em água de alta turbidez.** 2016. 54 f. Monografia. Curso de Engenharia Ambiental e Sanitarista. Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016.

TOMAZONI, J. C; MANTOVANI, L. E; BITTENCOURT, A.V. L; ROSA FILHO, E. F. **Utilização de medidas de turbidez na quantificação da movimentação de sólidos por veiculação hídrica nas bacias dos rios anta gorda, brinco, coxilha rica e jirau – sudoeste do estado do Paraná.** Boletim Paranaense de Geociências, Editora UFPR, n. 57, p. 49-56, 2005.

RACHDI, R; SRARFI, F; SHIMI, N. S. **Cactus *Opuntia* as natural flocculant for urban wastewater treatment.** Water Science & Technology. 2017, p. 370.

VERMA, A. K; DASH, R. R; BHUNIA, P. **A review on chemical coagulation/flocculation technologies for removal of colour from textile wastewaters.** Journal of Environmental Management. 2012, p 154-168.

VIANA, B. L. **Informações complementares sobre a cochonilha do carmim no NE.** Forragicultura & pastagens. 2012. Disponível:< <http://forragiculturapastagens.blogspot.com.br/2012/09/informacoes-complementares-sobre.html>>. Acesso em 12 de janeiro de 2018.

**Anexos**  
**Quadros Matrizes Turbidez**

<b>Baiana</b>				
<b>Tempo/Peso</b>	<b>5 g NTU</b>	<b>10g NTU</b>	<b>15g NTU</b>	<b>Testemunha NTU</b>
5 min Nível 1	468	413	529	986
5 min Nível 2	674	325	487	986
<b>Média NTU</b>	571,00	369,00	508,00	986,00
DP NTU	103,00	44,00	21,00	-
CV (%)	18,04	11,92	4,13	-
10 min Nível 1	471	331	525	986
10 min Nível 2	552	341	444	986
<b>Média NTU</b>	408,15	336,00	484,50	986,00
DP NTU	230,13	5,00	40,50	-
CV (%)	41,69	1,49	8,36	-
15 min Nível 1	304	284	428	986
15 min Nível 2	254	357	347	986
<b>Média NTU</b>	341,25	320,50	387,50	986,00
DP NTU	207,69	36,50	40,50	-
CV (%)	60,86	11,39	10,45	-

<b>Miúda</b>				
<b>Tempo/Peso</b>	<b>5 g NTU</b>	<b>10g NTU</b>	<b>15g NTU</b>	<b>Testemunha NTU</b>
5 min Nível 1	451	302	345	937
5 min Nível 2	351	350	355	937
<b>Média NTU</b>	<b>401</b>	<b>326</b>	<b>350</b>	<b>937</b>
DP NTU	50	24	5	0
CV (%)	12,47	7,36	1,43	0,00
10 min Nível 1	499	360	460	937
10 min Nível 2	480	341	468	937
<b>Média NTU</b>	<b>489,5</b>	<b>350,5</b>	<b>464</b>	<b>937</b>
DP NTU	9,5	9,5	4	0
CV (%)	1,94	2,71	0,86	0,00
15 min Nível 1	339	370	377	937
15 min Nível 2	299	338	309	937
<b>Média NTU</b>	<b>319</b>	<b>354</b>	<b>343</b>	<b>937</b>

DP NTU	20	16	34	0
CV (%)	6,27	4,52	9,91	0,00

<b>Orelha</b>				
<b>Tempo/Peso</b>	<b>5 g NTU</b>	<b>10g NTU</b>	<b>15g NTU</b>	<b>Testemunha NTU</b>
5 min Nível 1	359	378	356	937
5 min Nível 2	559	399	345	937
<b>Média NTU</b>	<b>459</b>	<b>388,5</b>	<b>350,5</b>	<b>937</b>
DP NTU	100	10,5	5,5	0
CV (%)	21,79	2,70	1,57	0,00
10 min Nível 1	397	376	284	937
10 min Nível 2	410	358	336	937
<b>Média NTU</b>	<b>403,5</b>	<b>367</b>	<b>310</b>	<b>937</b>
DP NTU	6,5	9	26	0
CV (%)	1,61	2,45	8,39	0,00
15 min Nível 1	543	434	358	937
15 min Nível 2	434	379	347	937
<b>Média NTU</b>	<b>488,5</b>	<b>406,5</b>	<b>352,5</b>	<b>937</b>
DP NTU	54,5	27,5	5,5	0
CV (%)	11,16	6,77	1,56	0,00

### Quadros Matrizes pH

<b>Baiana</b>				
<b>Tempo/ pH</b>	<b>5 g pH</b>	<b>10g pH</b>	<b>15g pH</b>	<b>Testemunha pH</b>
5 min Nível 1	6.00	6.03	6.08	8.04
10 min Nível 1	6.13	6.02	6.00	8.04
15 min Nível 1	5.97	5.71	5.58	8.04

<b>Miúda</b>				
<b>Tempo/ pH</b>	<b>5 g pH</b>	<b>10g pH</b>	<b>15g pH</b>	<b>Testemunha pH</b>
5 min Nível 1	6.00	5.87	5.97	7.53
10 min Nível 1	5.98	5.76	5.71	7.53
15 min Nível 1	5.96	5.72	5.58	7.53

<b>Orelha</b>				
<b>Tempo/ pH</b>	<b>5 g pH</b>	<b>10g pH</b>	<b>15g pH</b>	<b>Testemunha pH</b>
5 min Nível 1	6.20	6.01	5.96	7.21
10 min Nível 1	6.13	5.90	5.73	7.21
15 min Nível 1	6.05	5.88	5.64	7.21

