

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

ENGENHARIA AGRÍCOLA E AMBIENTAL

**EFICIÊNCIA DA AÇÃO COAGULANTE DO MANDACARU NA REMOÇÃO
DA TURBIDEZ PARA MELHORIA DA QUALIDADE DA ÁGUA**

SHEILA BARBOSA GOMES



Sheila Barbosa Gomes

**EFICIÊNCIA DA AÇÃO COAGULANTE DO MANDACARU NA REMOÇÃO DA
TURBIDEZ PARA MELHORIA DA QUALIDADE DA ÁGUA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrícola e Ambiental.

Orientador: Profa. Dra. Julia Ferreira da Silva

MONTES CLAROS
2019

Sheila Barbosa Gomes. EFICIÊNCIA DA AÇÃO COAGULANTE DO MANDACARU NA
REMOÇÃO DA TURBIDEZ PARA MELHORIA DA QUALIDADE DA ÁGUA

Aprovada pela banca examinadora constituída por:

Prof. Dr. Charles Martins Aguiar - ICA/UFMG

Me. Ana Clara Gonçalves Fernandes - ICA/UFMG



Profa. Dra. Júlia Ferreira da Silva – Orientadora, ICA/UFMG

Montes Claros, 02 de Julho de 2019

Dedico esta pesquisa aos meus pais por todo apoio que sempre me foi dado e a quem devo cada obstáculo conquistado, aos meus irmãos que foram o maior presente de meus pais, a Robério por estar sempre ao meu lado me apoiando.

AGRADECIMENTO

Agradeço a Deus pela saúde e por me permitir realizar esta pesquisa e superar todos os obstáculos.

Aos meus amados pais Ivone e Edson que sempre me incentivaram a estudar, a maior herança que os pais podem deixar para um filho, amo muito vocês.

Ao Robério por todo apoio e ajuda nos momentos mais difíceis, muito obrigado!

Agradeço à Universidade, ao corpo docente e demais servidores por terem me proporcionado muito conhecimento ao longo destes anos e todos da família ICA.

Agradeço à professora e orientadora Julia Ferreira, que não mediu esforços e fez o possível para dar continuidade a esta pesquisa, no pouco tempo que lhe coube.

Ao funcionários do Laboratório Regional Norte da COPASA, especialmente Luiz Henrique e Ludmila por conseguirem permissão para o uso do Laboratório e pela presteza durante a realização de testes oferecendo condições do uso de equipamentos indisponíveis na universidade, o meu muito obrigado!

Agradeço aos membros da banca por aceitarem o convite de colaborarem com a melhoria deste trabalho e por participarem deste momento tão importante para mim.

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas graças a Deus, não sou o que era antes”.

(Martin Luther King)

RESUMO

Muitas comunidades peri urbanas, ribeirinhas e sertanejas não desfrutam de água tratada ou sofrem com o déficit hídrico. Apesar da recente pressão com questões ambientais, muitos corpos d'água ainda são contaminados, diariamente, com resíduos líquidos, sólidos e gasosos. A turbidez da água é um parâmetro que permite visualizar a poluição nos corpos d'água, sendo necessário a utilização de técnicas menos agressivas ao meio ambiente. A utilização do Mandacaru para retirada da turbidez de águas turvas se deve aos polímeros naturais que possui, por apresentarem comportamento similar ao sulfato de alumínio utilizado para decantação e floculação no tratamento de água. O objetivo desta pesquisa foi avaliar a eficiência do uso do Mandacaru na clarificação da água em diferentes níveis de turbidez. Foram utilizados níveis de turbidez de 80, 247 e 701 UNT e concentração de 4,0 g L⁻¹ de mandacaru. Os tempos de repouso foram de 15, 30, 45 e 60 minutos. A melhor eficiência foi observada nos primeiros 15 minutos, com valores de 84,96; 72,33 e 90,20 % para os níveis de turbidez estudados. Após 60 minutos, os valores de remoção de turbidez foram 90,42; 81,24 e 93,48 %. A utilização de Mandacaru mostrou-se eficiente na clarificação de água, validando a importância do uso de polímeros naturais orgânicos para o tratamento de água.

Palavras-chave: Tratamento de água. Floculação. Coagulante. Águas de reuso.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1- Cacto Mandacaru.....	16
Figura 2- Flor do Mandacaru.....	17
Figura 3- Fruto e sementes do Mandacaru.....	18
Figura 4 - Cortes do Mandacaru utilizado durante o processo de clarificação	20
Figura 5 – A: Formação de flocos maiores em água com turbidez 80 UNT. B: Formação de flocos maiores em água com turbidez 701 UNT.....	22
Gráfico 1- Eficiência do uso do Mandacaru em água com turbidez de 80 UNT.....	23
Gráfico 2- Eficiência do uso do Mandacaru em água com turbidez de 247 UNT.....	24
Gráfico 3- Eficiência do uso do Mandacaru em água com turbidez de 701 UNT.....	25

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- μ T - Unidade nefelométrica de turbidez
- UNT - Unidade nefelométrica de turbidez
- THM - Trihalometanos
- OMS - Organização Mundial de Saúde
- MS - Ministério da Saúde
- uH - Unidades Hazen
- SABESP - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
- pH - Potencial hidrogeniônico
- ICA - Instituto de Ciências Agrárias
- UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais
- MO - Matéria orgânica
- MOS - Matéria orgânica do solo
- ANA - Agência Nacional da Águas
- COPASA - Companhia de Saneamento de Minas Gerais

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1 Água	12
2.2 Características da água	12
2.2.1 Características físicas	12
2.2.2 Características químicas	13
2.3 Tratamento de água	14
2.4 Coagulantes metálicos e naturais	15
2.5 Mandacaru como coagulante natural	16
3 MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1 Preparo do Mandacaru	20
3.2 Preparo da água com turbidez sintética	20
3.3 Determinação de turbidez, pH e MO	21
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
5 CONCLUSÃO	27
REFERÊNCIAS	28

1 INTRODUÇÃO

A preocupação com o tratamento e o reaproveitamento de água, tanto para consumo quanto para outras destinações, tem pressionado as concessionárias a expandirem seus serviços em várias localidades, inclusive algumas zonas rurais, porém, este tratamento ainda não é realidade para muitos brasileiros.

Na zona urbana, os sedimentos presentes na água normalmente são submetidos a tratamentos químicos, utilizando coagulantes metálicos, dentre esses pode-se destacar o sulfato de alumínio. Contudo, o uso do sulfato de alumínio pode trazer danos ambientais e a saúde, visto que gera alta quantidade de resíduos de lodo e ao serem ingeridos podem causar problemas irreversíveis de saúde como o Mal de Alzheimer. Além disso, possui custo elevado, sua eficiência pode ser comprometida por baixas temperaturas da água e dependem de estrutura e manuseio adequados (SCHINTU *et al.*, 2000).

Na zona rural as empresas de tratamento de água normalmente não atuam e a população tem procurado formas alternativas que possam amenizar a falta de tratamento de água potável. Isso ocorre, principalmente, em regiões ribeirinhas ou regiões com déficit hídrico, onde se faz necessário o reaproveitamento de água.

É fácil observar o aprofundamento da crise hídrica que castiga regiões áridas, que apresentam pequenas quantidades de água nos poços artesianos e açudes, as quais não possuem qualidade para consumo humano, dessedentação de animais e irrigação, sem tratamento prévio.

Uma opção usual na zona rural, é a utilização de barreiros para armazenamento de água em regiões áridas que são construídos de forma artesanal, normalmente visando suportar o período de seca. Para muitos destes sertanejos esta pode ser uma das poucas ou talvez a única opção de acesso à água.

Esses obstáculos podem ser minimizados por meio do desenvolvimento de novas técnicas acessíveis e eficientes, que possam agir de forma similar aos tratamentos convencionais, porém, sem causar impactos negativos ao meio ambiente e à saúde pública, além de proporcionar acesso à água com qualidade.

O mandacaru é muito utilizado de forma medicinal e para alimentação de animais, Estudos recentes têm mostrado mais vantagens no uso desta planta, como a remoção de

turbidez de água, podendo torna-la potável conforme sugerem alguns autores, como Bahia *et al.*, (2010).

Além de vários compostos orgânicos, o cacto possui um polímero natural que pode ser muito eficaz, e trata-se de uma alternativa sustentável e de baixo custo para remoção de turbidez.

É de grande importância que se tenha conhecimento de polímeros naturais para tratamento de água, uma vez que pode refletir diretamente à saúde humana e de animais, além do meio ambiente que pode ter uma redução significativa na produção de lodo de esgoto, que são gerados a partir do tratamento convencional de água.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência do uso do Mandacaru na clarificação de águas com diferentes níveis de turbidez.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Água

O Brasil é um país privilegiado quanto sua disponibilidade de água, já que possui umas das mais extensas bacias hidrográficas do planeta. A água é um dos insumos mais importantes na produção industrial e essencial para a produção de alimentos. Em contrapartida, os corpos d'água estão cada vez mais poluídos, deteriorados e com minadouros extinguindo a cada dia (VON SPERLING, 2005)

Segundo a Agência Nacional da Águas, a distribuição de água doce no país não é uniforme, enquanto na região Norte corresponde a 80% de água para 5% da população do país, a região próxima ao Oceano Atlântico possui menos de 3% dos recursos hídricos, além disso, a maior parte da água no Nordeste não possui centros de destruição de água tratada. Isso reflete o quão alarmante está a situação de acesso à água potável em algumas comunidades (ANA,2003).

Segundo Von Sperling (2005), existem basicamente dois tipos de poluentes que podem atingir corpos d'água: poluição pontual e difusa. A poluição pontual é definida pela descarga em um rio transportando esgotos de uma comunidade e a poluição difusa, composta por diversos pontos de descarga ao longo de sua extensão, é descarregada de forma distribuída.

A Organização Mundial da saúde define que o reuso da água pode ocorrer de forma direta e indireta. A forma direta é o uso planejado e deliberado de esgoto tratado para finalidades como irrigação, industrial, recarga de aquífero e água potável, e a forma indireta é a água utilizada para uso doméstico ou industrial, descarregada nas águas superficiais ou subterrâneas, e sua jusante é usada novamente (OMS, 2011)

2.2 Características da água

As características da água são classificadas como físicas, químicas e biológicas, seguem padrões de potabilidade da OMS e Ministério da Saúde. Dentre as características da água, segue algumas das principais:

2.2.1 Características Físicas

As características físicas são compostas por: temperatura, cor, turbidez, sabor e odor e por fim, condutividade elétrica.

De acordo com Von Sperling (2005), a turbidez, medida em unidades nefelométricas ou unidades de turbidez (μT) é caracterizada como o grau de interferência da passagem de luz através da água, conferindo aparência turva. Essa interferência é representada pelos sólidos suspensos, tais como partículas de rocha, argila, silte, algas, microrganismos, despejos industriais e domésticos, em excesso, causa dificuldade na penetração da luz na água, atrapalhando o ciclo da fotossíntese.

A coloração é consequência da reflexão da água em partículas minúsculas denominadas coloides. Sua origem é predominantemente orgânica e em maior parte vem da decomposição de vegetal e do metabolismo de microrganismos presentes no solo, ou de atividades antrópicas, tais como, descargas de efluentes domésticos ou industriais, lixiviação de vias urbanas e solos agriculturáveis (SABESP, 2016).

O processo para clarificar a água também atua na remoção da cor que é uma característica física da água resultante de substâncias dissolvidas. Assim como a turbidez, a cor é um parâmetro de aspecto estético de aceitação ou rejeição do produto. As águas naturais normalmente apresentam cor verdadeira que variam de 0 a 200 uH (unidades Hazen), quando inferiores a 10 uH são praticamente imperceptíveis. Corpos d'água de cor naturalmente escura ocorrem em regiões ricas em vegetação e, conseqüentemente, em solos menos erodíveis (SABESP, 2016).

O sabor e odor normalmente são mensurados em conjunto devido à interação de gosto (salgado, doce, azedo, amargo) e odor. Normalmente associa-se odor em água de consumo como negativo. Isso ocorre devido à associação dos odores com a presença de substâncias químicas, gases dissolvidos ou compostos orgânicos, consequentes da decomposição de folhas e plantas aquáticas, organismos como algas e cianobactérias, do metabolismo dos microrganismos ou por lançamentos de efluentes industriais em corpos d'água. (LIBÂNIO, 2010).

2.2.2 Características Químicas

As características químicas da água são compostas por pH, alcalinidade, acidez, dureza, oxigênio dissolvido, salinidade, demanda química e bioquímica de oxigênio, carbono

orgânico total, compostos orgânicos, ferro e manganês, nitrogênio, fósforo, fluoretos, metais pesados, arsênio e agrotóxicos.

A matéria orgânica do solo (MOS), ou húmus, é formada basicamente de restos animais e vegetais de vários tipos de plantas, ou seja, resíduos orgânicos. A MOS é um importante indicador de qualidade ou fertilidade do solo, devido à interação com componentes do solo, podendo exercer efeitos diretos na retenção de água, formação de agregados, densidade do solo, pH, capacidade tampão, capacidade de troca catiônica (CTC), mineralização, sorção de metais pesados, pesticidas e outros agroquímicos (CUNHA, 2015).

O potencial hidrogeniônico é a intensidade das propriedades alcalinas ou ácidas na água, representada pela concentração de íons de H^+ . Águas naturais de superfície normalmente possuem pH que variam de 6 a 8,5, próximo do valor neutro, desde que não haja grande quantidade de matéria orgânica manifestada através da cor, acarreta em pH abaixo de 5 (LIBÂNIO, 2010).

Conforme Richter (2009), a alcalinidade é a capacidade de neutralizar ácidos, enquanto a acidez, em contrapartida, é a capacidade de neutralizar bases. No tratamento de água convencional é necessário a utilização de coagulantes metálicos que são usados com o auxílio de alcalinizante para conter o meio ácido e manter a eficiência do tratamento.

A dureza na água ocorre devido a presença de íons metálicos como cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{2+}), é decorrente do cálcio associado ao bicarbonato, transformando-o em carbonato, que é pouco solúvel, por aquecimento ou elevação do pH. É o responsável pelas incrustações em sistema de água quente como os aquecedores solares (DI BERNARDO, 2002).

2.3 Tratamentos de água

O tratamento de água é um longo processo de transformação pelo qual a água passa, até chegar às condições de uso para abastecer a população, independente da função que ela terá. Esta transformação é feita em etapas, denominadas como coagulação e floculação, decantação, filtração, desinfecção e fluoretação (COPASA, s.d.).

A coagulação e a floculação são etapas interligadas no processo de tratamento. Na coagulação é importante uma agitação rápida e em seguida uma agitação lenta, as partículas maiores se aglomeram formando os flocos e decantando. Isso acontece devido às reações do coagulante com a água e à formação de espécies hidrolisadas que entram em contato com as

impurezas causando choques entre elas. Essas partículas decantadas podem ser removidas por sedimentação, flotação ou filtração (DI BERNARDO E DANTAS, 2005).

Nestas etapas, as impurezas presentes na água são agrupadas pela ação do coagulante, em partículas maiores (flocos) que possam ser removidas pelo processo de decantação. Os reagentes utilizados são os coagulantes, normalmente Sulfato de Alumínio e Cloreto Férrico. Nesta etapa também poderá ser necessária a utilização de um alcalinizante (cal hidratada ou cal virgem) que fará a necessária correção de pH para uma atuação mais efetiva do coagulante. Na coagulação ocorre o fenômeno de agrupamento das impurezas presentes na água e, na floculação, a produção efetiva de flocos (COPASA, s.d).

Após a floculação, são realizadas duas etapas: a primeira caracteriza-se pela ação da gravidade, as partículas em suspensão apresentam movimento descendente em meio líquido de menor massa específica. A segunda é caracterizada pela ascensão das partículas suspensas e aderência de microbolhas de ar, adquirindo menor massa específica que o meio. estas etapas proporcionam a clarificação da água (DI BERNARDO, 2002).

2.4 Coagulantes metálicos e naturais

No tratamento de água, grande parte das partículas suspensas possuem carga negativa e os íons metálicos do coagulante (normalmente de ferro ou alumínio) que são positivamente carregados, envolvem os oxigênios da água, formando fortes ligações e, conseqüentemente, aumenta a concentração dos íons H^+ e reduz o pH da suspensão, segundo Libânio (2010).

Apesar de eficientes, os tratamentos utilizando íons metálicos possuem suas desvantagens e pesquisas recentes têm sido realizadas apontando o uso do cactos como opção (FURTADO, 2010; BAHIA *et al.*, 2010; MORAIS; SILVA(2010).

Por possuir um polímero natural que se comporta como aquele industrial, as cactáceas estão se destacando na clarificação de água, sendo os mandacarus (*Cereus spp.*) e as palmas (*Opuntia spp*) as mais citadas.

As cactáceas são comuns em diversos ecossistemas, com destaque para a caatinga, as regiões rochosas e as litorâneas. No geral, são suculentas, com caule segmentado em cladódios podendo ser achatados ou colunares e costelados. Alguns ramos menores podem ter suas escamas transformadas em espinhos. No Brasil, são encontrados cerca de 40 gêneros e 200 espécies e as mais cultivadas são os mandacarus (*Cereus spp.*) e as palmas (*Opuntia spp*), além das espécies ornamentais (ZAPI, 2019)

2.5 Mandacaru como coagulante natural

O cacto Mandacaru (*Cereus spp.*) é uma angiosperma suculenta nativa e endêmica da caatinga e do cerrado e caracteriza-se, principalmente, por ramificações acima do solo, epiderme verde e costelas salientes (ZAPI, 2019). Essas características podem ser observadas na Figura 1. É uma planta arbustiva, xerófila, nativa do Brasil, disseminada no semiárido do Nordeste.

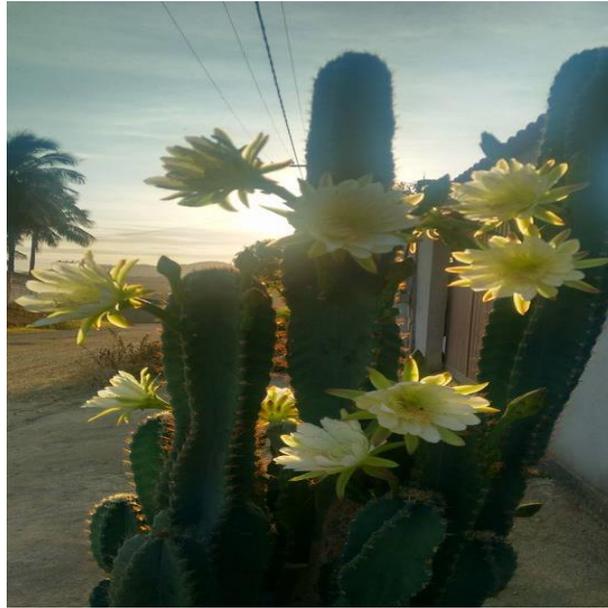
Figura 1 – Cacto Mandacaru (*Cereus spp.*)



Fonte: Eduhhz- site flickr

Segundo Andrade (2013), as flores geralmente desabrocham na primavera e com um único período noturno, ou seja, desabrocham ao anoitecer e ao amanhecer já começam a murchar. São escamosas com pétalas brancas, tornando-se róseas ao murcharem depois da fecundação, conforme Figura 2.

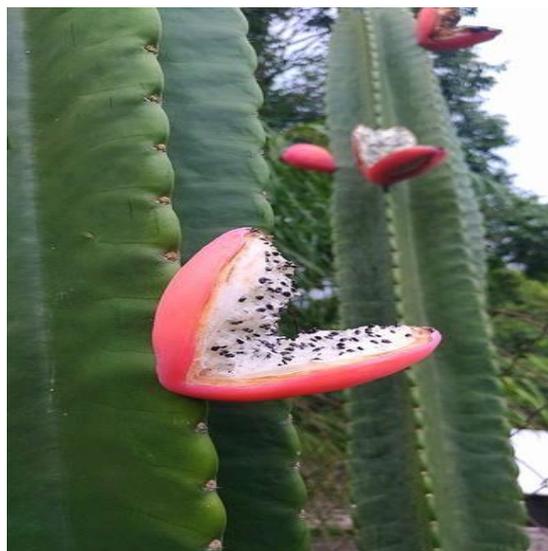
Figura 2- Flor do Mandacaru (*Cereus spp*)



Fonte: Folha Vitoria, s. d.

Os frutos do mandacaru são comestíveis e possuem formato oval, podem alcançar 20 centímetros de comprimento por 12 de diâmetro. Possuem cor violeta forte e sua polpa é branca, adocicada, com sementes pretas minúsculas, que também servem de alimento para diversas aves (FIGURA 3).

Figura 3 – Fruto e sementes do Mandacaru (*Cereus spp*)



Fonte: elo7 verificar normas

Em estudo realizado por Bahia; Morais; Silva (2010), a pectina, responsável pela decantação da turbidez em tratamentos de água, também é encontrada no fruto do mandacaru, caracterizado como fibras solúveis (pectina 4,36%) e fibras insolúveis (fibras totais- 0,88%). Os autores concluíram que o consumo do fruto traz benefícios à saúde, equilibrando a absorção de gorduras, açúcar e colesterol. Além disso, ainda é responsável pela redução da velocidade de entrada de açúcar no sangue, já que a pectina evita picos de insulina e um nível saudável de glicose no sangue é mantido.

Estudos têm utilizado a mucilagem do cacto na remoção de turbidez de água, demonstrando que o mesmo pode ser até mais eficiente que o sulfato de alumínio, devido ao composto orgânico apresentar dosagem até 300 vezes menor que o coagulante inorgânico (PICHLER, YOUNG E ALCANTAR, 2012).

Furtado (2017) desenvolveu projetos utilizando o mandacaru para tratamento de água de barreiro e considera essa como a última alternativa hídrica para o sertanejo. Para o autor, esta água é caracterizada por nível de turbidez que reflete diretamente na cor amarelada, devido à presença sólidos provenientes de terrenos argilosos ricos em ferro, presença de matéria orgânica, contaminações trazidas pelos ventos, dejetos de animais e odor característico.

Zara (2012) mostrou que o polímero de Mandacaru torna a sedimentação dos flocos mais rápida, quando comparada ao sulfato de alumínio sem adição de auxiliares de coagulação e floculação, tornando o processo de clarificação de água mais eficiente por formar flocos maiores vão sedimentar com maior velocidade, além de facilitar a desidratação do lodo.

Monteiro (2018), considera que o mandacaru tem eficiência potencializada ao ser usado como auxiliar de coagulação de sulfato de alumínio. Em 5 minutos de experimentação, a dosagem de sulfato de alumínio, apresentava turbidez de 46 UNT, enquanto o acréscimo do cacto, na mesma dosagem apresentou turbidez de 12 UNT. O autor também percebeu a formação de flocos maiores e sedimentação com maior rapidez.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Energia e Controle da Poluição na Agricultura, no Centro de Pesquisas em Ciências Agrárias (CPCA), do Instituto de Ciências Agrárias da UFMG, campus Montes Claros- MG. O solo utilizado para dar coloração à água utilizada, foi coletado próximo do prédio do CPCA. O Mandacaru foi adquirido de uma residência na região central da cidade.

3.1 Preparo do Mandacaru

Os espinhos e a casca do Mandacaru foram retirados e cortadas com tamanho padronizado de 4 g L⁻¹, expondo sua parte gelatinosa/ pectinosa, conforme mostrado na Figura 4.

Figura 4 - Cortes do Mandacaru utilizado para o processo de clarificação



Fonte: Do autor, 2019

3.2 Preparo da coloração da água

Em um recipiente foi colocado água de torneira e depois foi-se acrescentado gradativamente pequenas quantidades de solo até a obtenção dos níveis de turbidez desejados.

Da mistura obtida foram retiradas amostras em triplicata quando a turbidez atingiu o valor de 80 UNT. Então mais solo foi acrescentado no recipiente até atingir o valor de 247 UNT, e depois de 701 UNT. Estes valores de turbidez foram pré-definidos tendo como

referência os valores de turbidez utilizados por Muniz (2015) de 75, 250 e 750 UNT, quando usou moringa como forma de clarificação.

3.3 Determinação de turbidez, pH e MO

Os valores de turbidez foram obtidos por meio de turbidímetro de bancada, modelo MS Tecnocon TB 1000. Para a agitação da amostra foi utilizada chapa de agitação magnética modelo Fisatom 752.

Após 5 minutos em agitação rápida de 300 rpm e 15 minutos em agitação lenta de 50 rpm, a amostra foi colocada em repouso. Os tempos de repouso da amostra de 15, 30, 45 e 60 minutos de repouso, para posterior medição dos valores de turbidez foram adaptados daqueles utilizados por Ostrowski (2014).

A medição do pH foi realizada apenas para o nível de turbidez de 701 UNT, devido a dificuldades na obtenção do aparelho para medição.

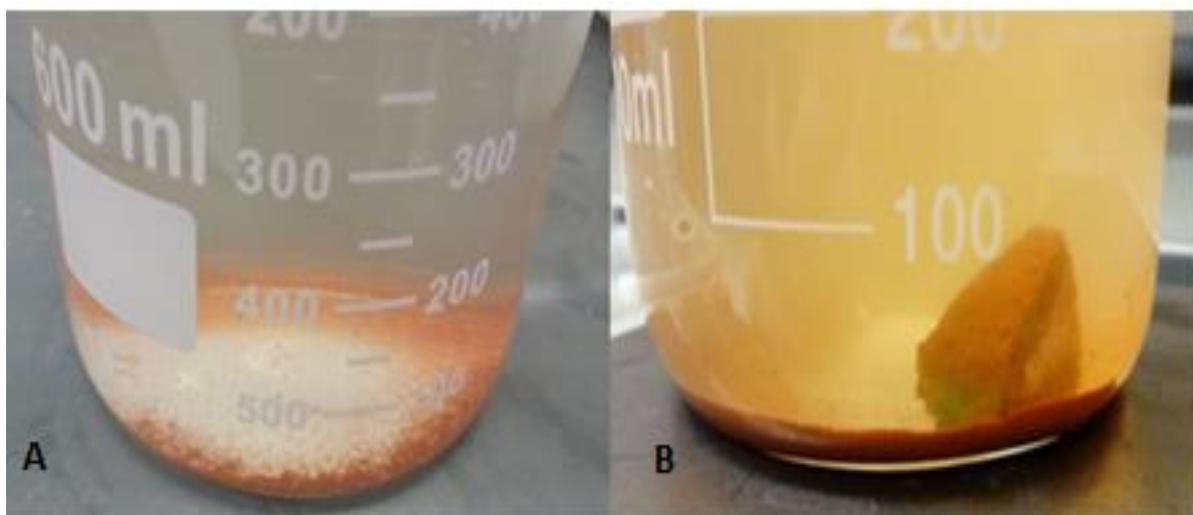
O solo utilizado no preparo foi enviado para o Laboratório de Solos do ICA/UFMG para análise de MO.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No momento em que a amostra era agitada, foi possível perceber a formação de flocos na água e a sua velocidade de sedimentação. Isso ocorreu devido a formação dos colóides que pesam e sedimentam com maior velocidade.

Para a turbidez inicial de 80 UNT, foi possível perceber que houve incidência de formação de flocos maiores, mas o mesmo resultado não ocorreu na amostra de 701 UNT, que mostrou incidência de flocos menores (FIGURA 5).

Figura 5 – A-Flocos maiores formados após o tratamento com 80 UNT. B- Flocos menores formados após o tratamento com 701 UNT



Fonte: Do autor, 2019

Na Tabela 1 está representada a relação entre a turbidez, o tamanho do floco e a eficiência do uso do mandacaru na clarificação da água. Foi possível observar que os menores níveis de turbidez apresentaram flocos maiores que sedimentam rapidamente e que os maiores níveis de turbidez apresentaram menores flocos, mas com maior eficiência na remoção da turbidez.

Tabela 1- Tamanho do floco gerado e eficiência da remoção de turbidez da água

Turbidez Inicial	80 UNT	247 UNT	701 UNT
Tamanho do Floco	Grande	Médio	Pequeno
%Remoção de Turbidez	90,42%	81,24%	93,48%

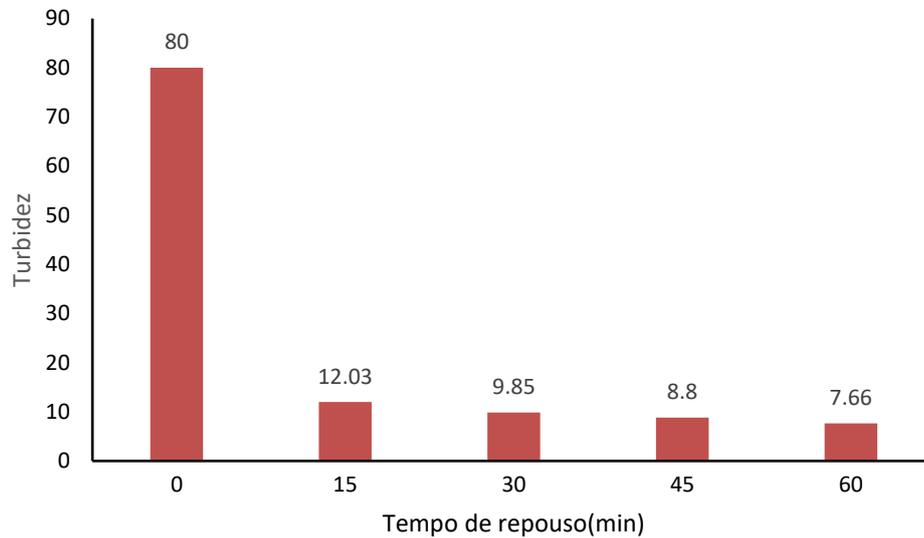
Fonte: Do autor, 2019

Após o tratamento, a remoção obtida, para os níveis de turbidez iniciais de 80, 247 e 701 UNT foram, respectivamente, de 90,42; 81,24 e 93,48 %, após o tempo de 60 minutos em repouso.

No Gráfico 1 são apresentados os valores da turbidez durante o tempo de repouso. Para a turbidez de 80 UNT, após 60 minutos, o valor diminuiu para 7,66 UNT, o que

representa remoção de 90,42% dos sólidos dissolvidos. No tempo 15 minutos a remoção foi de 84,96 %.

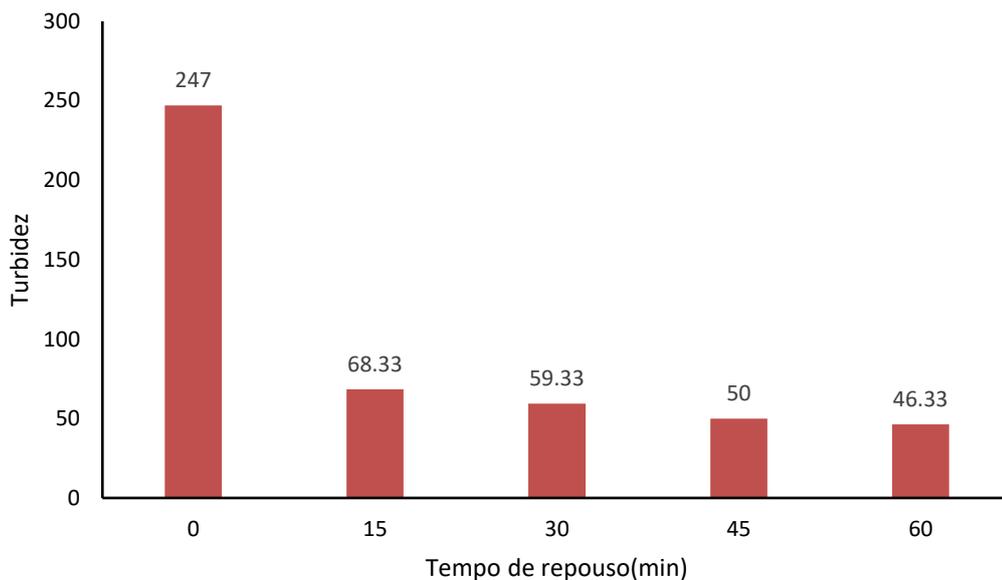
Gráfico 1- Valores da turbidez durante o tempo de repouso para água com 80 UNT



Fonte: Do autor, 2019

O Gráfico 2 representa o teste com turbidez de 247 UNT, que após 60 minutos diminuiu para 46,66 UNT, ou seja, remoção de 81,24%. Após 15 minutos de repouso, esse valor já chegava a 68,33, que significa remoção de 72,33% de turbidez da água.

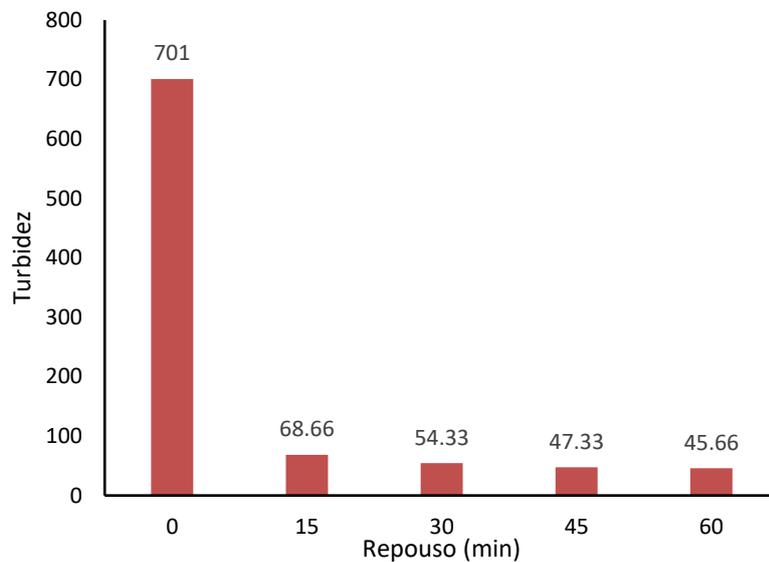
Gráfico 2 - Valores da turbidez durante o tempo de repouso para água com 247 UNT



Fonte: Do autor, 2019

No Gráfico 3 está representado o teste que utilizou água com 701 UNT de turbidez, com valor final de 45,65 UNT, que representa remoção de 93,48 % de turbidez após 60 minutos de repouso. Nos primeiros 15 minutos, a remoção já atingia 90,22 %. Este tratamento se mostrou o mais eficiente. Segundo Monteiro (2010), normalmente os melhores resultados ocorrem para maiores níveis de turbidez, devido à menor concentração de coloides em suspensão limitar a taxa de contato entre as partículas, limitando também o processo de coagulação.

Gráfico 3 - Valores da turbidez durante o tempo de repouso para água com 701 UNT



Fonte: Do autor, 2019

Furtado (2017) mostra que é possível tornar a água potável utilizando o cacto, tanto devido ao nível de turbidez quanto à diminuição significativa de bactérias presentes na água. O autor ressalta que a água pode passar pelo mesmo tratamento mais de uma vez para obter menor índice de turbidez. Durante o tratamento utilizando turbidez inicial de 80 UNT, uma das repetições chegou a 3,8 UNT, o que sugere a necessidade de realizar mais pesquisas com relação a este tipo de tratamento.

O pH inicial e final da amostra após o tratamento de 701 UNT foi respectivamente, 9,16 e 8,91, ou seja, não houveram alterações significativas. As medições foram realizadas utilizando pHmetro digital de bancada modelo T 1000 da Texpan. Em tratamentos convencionais de água, segundo Libânio (2010), é comum o aumento de íons de H^+ na água após adição de coagulantes metálicos, o que dificulta as reações tornando os tratamentos mais lentos, ou necessitando de adicionar cal virgem para tornar as reações mais básicas.

Para o tratamento convencional de água, a utilização de coagulantes metálicos como o sulfato de alumínio torna necessária a correção de pH devido ao aumento da acidez do meio, que atrapalha a eficiência do sulfato. Segundo Bahia (2010) umas das vantagens da clarificação de água utilizando o mandacaru é que a variação no pH não é significativa, descartando o uso de correções de pH.

A análise de solo realizada mostrou que o solo utilizado possuía $0,84 \text{ dag Kg}^{-1}$ de matéria orgânica, valor considerado baixo. Segundo Furtado (2010), o cacto pode ser usado tanto para solos com alta ou baixa concentração de MO.

5 CONCLUSÃO

O resultado desta pesquisa mostrou o quanto é importante a busca por tratamentos de água usando polímeros naturais como o Mandacaru, por serem compostos orgânicos, e não trazerem risco para a saúde, uma vez que pode ser utilizado na alimentação humana e de animais, além de possuírem fácil acesso e baixo custo.

Este presente trabalho mostra que existem opções de tratamento de água que não demandam grandes investimentos e conhecimentos técnicos, para que todos tenham acesso à água de qualidade.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, Maria do Carmo. **Mandacaru. 2013; Pesquisa Escolar Online**, Fundação Joaquim Nabuco, Recife. Disponível em: <<http://basilio.fundaj.gov.br/pesquisaescolar/>>. Acesso em: 25 jun.2019.
- BAHIA, *et al.* Estudos das características físico-químicas do fruto do mandacaru cultivado no Sertão Pernambucano. In: Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica, 5., 2010, Maceió. **Anais eletrônicos**. Recife: CETEC, 2010. Disponível em <<http://connepi.ifal.edu.br/ocs/index.php/connepi/CONNEPI2010/paper/viewFile/1149/34>>. Acesso em 20 jun de 2019.
- BRASIL. Agência nacional das águas; 2003. Disponível em <<https://www.ana.gov.br/panorama-das-aguas/quantidade-da-agua>>. Acesso em 01 jun de 2019.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria n° 2914 de 12 de dezembro de 2011. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html>. Acesso em: 28 jun de 2019
- CUNHA, T. J. F.; MENDES, A. M. S.; GIONGO, V. Matéria orgânica do solo. In: NUNES, R. R.; REZENDE, M. O. O. (Org.). Recurso solo: propriedades e usos. São Carlos: Cubo, 2015. cap. 9, p. 273-293.
- COPASA. **Companhia de saneamento de Minas Gerais**. Disponível em: www.copasa.com.br, acesso em 28 jun de 2019.
- DI BERNARDO, Luiz; DI BERNARDO, Angela; FILHO, Paulo L. C.; **Ensaio de tratabilidade da água e dos resíduos gerados em Estações de Tratamento de Água**. São Carlos: Rima, 2002.
- DI BERNARDO, L.; DANTAS, A. D. B. **Métodos e técnicas de tratamento de água**. 2 ed. São Carlos: Editora Rima, 2005.
- FURTADO, A.S.A. Trabalho de pesquisa sobre tratamento de água de barreiro para consumo humano e animal através do uso mandacaru e da palma forrageira. **Jornal Diário do Nordeste**, 2017. Disponível em <<http://diariodonordeste.verdesmares.com.br/cadernos/regional/pesquisador-trata-agua-de-barreiro-com-mandacaru-1.1687460#email>>. Acesso em 23 junho. 2019.
- LIBÂNIO, Marcelo. **Fundamentos da Qualidade e Tratamento de Água**. 3ª Ed. Campinas: Átomo, 2010. p.25-42.
- MONTEIRO, C. C. D; MEDEIROS, A. C.G. Estudo do Cereus jamacaru (mandacaru) como agente coagulante no tratamento de água para o consumo. In: ENCONTRO BRASILEIRO SOBRE O ENSINO DE ENGENHARIA QUÍMICA. **Anais eletrônicos** São Paulo: USP, 2018. Disponível em < <https://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/estudo-do>

cereus-jamacaru-mandacaru-como-agente-coagulante-no-tratamento-de-gua-para-o-consumo-28789 >. Acesso em: 20 junho 2019.

MUNIZ, G; DUARTE.F; OLIVEIRA.S. Uso de sementes de *Moringa oleifera* na remoção da turbidez de água para abastecimento. **Revista Ambiente e água**, Taubaté, v.10, n.2, jun.2015.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). Constituição da Organização Mundial da Saúde (OMS/WHO) - 1946. Disponível em: <<http://www.direitoshumanos.usp.br/index.php/OMS-Organiza%C3%A7%C3%A3o-Mundial-da-Sa%C3%BAde/constituicao-da-organizacao-mundial-da-saude-omswho.html>>. Acesso em: 01 jul de 2019.

PICHLER, T.; YOUNG, K.; ALCANTAR, N. **Eliminating turbidity in drinking water using the mucilage of a common cactus**. Water Science and Technology: Water Supply, v. 12, n.2, 179-186, 2012.

RICHTER, Carlos. A. **Água: Métodos e tecnologia de Tratamento**. São Paulo, Blucher, 2009.

SABESP. **Qualidade da água: entenda os parâmetros analisados**. Disponível em: <<http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaoId=40>>. Acesso em: 26 jun. 2019.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3.ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais; 2005. p. 15 - 48.

Zappi, D.; Taylor, N. *Cactaceae in Flora do Brasil 2020 em construção*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB1449>>. Acesso em: 25 Jun. 2019.

Zara, R.F; Thomazini, M. H; Lenz, G. F. Estudo da eficiência de polímero natural extraído do Cacto mandacaru (*cereus jamacaru*) como auxiliar nos Processos de coagulação e floculação no Tratamento de água. **Revista de estudos ambientais**, v. 14, n. 2esp, p. 75-83, 2012.