

**Nãotecido geotêxtil agulhado aplicado como material de leito filtrante em água pré -tratada com coagulantes orgânicos****Nonwoven geotextile as filter bed material in the pre treatment of water with organics coagulants**

DOI:10.34117/bjdv5n12-230

Recebimento dos originais: 15/11/2019

Aceitação para publicação: 17/12/2019

**Dandley Vizibelli**

Graduado em Engenharia Ambiental pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Mestrando do curso de Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Instituição: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR campus Londrina  
Avenida dos Pioneiros, 3131, Morumbi, Londrina - PR, Brasil

E-mail: dandley.22@hotmail.com

**Edilaine Regina Pereira**

Doutora em Agronomia pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiros - ESALQ/USP  
Docente do Curso de Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Instituição: Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Avenida dos Pioneiros, 3131, Morumbi, Londrina - PR, Brasil

E-mail: edilainepereira@utfpr.edu.br

**Fellipe Jhordã Ladeia Janz**

Graduado em Engenharia Ambiental pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Mestrando do curso de Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Instituição: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR campus Londrina  
Avenida dos Pioneiros, 3131, Morumbi, Londrina - PR, Brasil

E-mail: fellipejanz@hotmail.com

**Thaís Ribeiro**

Graduada em Engenharia Ambiental pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Mestranda do curso de Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Instituição: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR campus Londrina  
Avenida dos Pioneiros, 3131, Morumbi, Londrina - PR, Brasil

E-mail: thaisribeiro@alunos.utfpr.edu.br

**Julio Cesar Angelo Borges**

Discente do curso de Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Instituição: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR campus Londrina  
Avenida dos Pioneiros, 3131, Morumbi, Londrina - PR, Brasil

E-mail: julioborges@alunos.utfpr.edu.br

**RESUMO**

O trabalho foi realizado com a finalidade de identificar o potencial do não tecido geotêxtil agulhado como material de leito filtrante quando comparado ou associado a areia utilizando como coagulantes orgânicos a Moringa oleifera e o Tanino no tratamento de água. Simulou-se as mesmas condições adotadas em estações de tratamento de água aplicando os processos de coagulação/floculação/sedimentação/filtração. Utilizou-se uma solução coagulante de Tanino e outra solução coagulante de Moringa oleifera, ambas na concentração de 6 mL.L<sup>-1</sup>. Os tratamentos foram: F1 filtro com camada dupla de areia com granulometrias diferentes (até 0,425 mm – G1 e de 0,425mm a 0,800mm – G2); F2 associação de uma camada de areia de granulometria G1 e uma camada de não tecido geotêxtil agulhado gramatura 500 g.m<sup>-2</sup>; F3 uma camada única de não tecido geotêxtil agulhado. Analisou-se os parâmetros pH, condutividade elétrica, cor aparente e turbidez. Em todos os tratamentos o parâmetro pH se manteve dentro da faixa entre 6,0 e 9,5 estabelecida pela legislação, o parâmetro condutividade elétrica apresentou alteração quando utilizado a solução coagulante de Moringa oleifera, fato atribuído a esta ser uma solução salina que potencializa esta propriedade. Não houve diferença significativa entre os dados de nenhum dos tratamentos mas o filtro mostrou-se eficiente em todos os casos. Apenas nos tratamentos onde associou-se Tanino ao F1 ou F2 observou-se todos os parâmetros dentro dos limites exigidos por legislação.

**Palavras-chave:** coagulantes orgânicos; filtração; Não tecido geotêxtil.

**ABSTRACT**

The work was carried out to identify the potential of needled nonwoven geotextile as filter bed material when compared or associated with sand and coagulants Moringa oleifera and Tanino in water treatment. The same conditions adopted in water treatment plants were simulated by applying coagulation/flocculation/sedimentation/filtration processes. Tanino coagulant solution and Moringa oleifera coagulant solution were used, both at a concentration of 6 mL.L<sup>-1</sup>. The treatments were: F1 double layer sand filter with different particle size (up to 0.425 mm - G1) and (0.425 mm to 0.800 mm - G2); F2 association of a layer of particle size sand G1 and a layer of needled nonwoven geotextile grammage 500 g.m<sup>-2</sup>; F3 a single layer of needled nonwoven geotextile. The parameters pH, electrical conductivity, apparent color and turbidity were analyzed. In all treatments the pH parameter remained within the range between 6.0 and 9.5 established by the legislation, the electrical conductivity parameter changed when the Moringa oleifera coagulant solution was used, a fact attributed to this being a saline solution that enhances this property. There was no significant difference between the data of any of the treatments and all they showed efficient. Only in treatments where Tanino is associated with F1 or F2 are all parameters observed within the limits required by legislation.

**Keywords:** organic coagulants; filtration; Nonwoven geotextile.

**1. INTRODUÇÃO**

Quando observamos os dados dos últimos dois Censos Brasil, 2000 e 2010, divulgados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística verifica-se que houve melhorias na infraestrutura de saneamento básico e abastecimento de água da população brasileira neste período (IBGE 2000; IBGE 2010). Porém estas melhorias ainda não são suficientes para

garantir um acesso pleno a rede de abastecimento de água pela população urbana onde a porcentagem de domicílios atendidos é cerca de 92%. A situação se agrava ainda mais quando se trata do acesso a rede de distribuição de água pela população rural onde o percentual é menor que 30% (IBGE, 2010).

O Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) também traz dados em seu estudo referente ao ano de 2017, onde 83,5% dos brasileiros são atendidos com abastecimento de água tratada, ou seja, são aproximadamente 35 milhões de brasileiros sem o acesso a este serviço básico.

A questão econômica se mostra como o maior entrave para levar o abastecimento de água de qualidade a população rural, muitas vezes as comunidades são muito pequenas e em regiões distantes o que impossibilita a extensão da rede de abastecimento de água a estes locais. Técnicas alternativas surgem então com o objetivo de resolver esta questão, vinculadas sempre a características como uso de materiais e mão de obra local, custos baixos de implantação e facilidade de operação e manutenção (FERRAZ e PATERNIANI, 2002). A substituição dos coagulantes inorgânicos por coagulantes orgânicos é uma técnica que vem sendo estudada e desenvolvida para aplicação prática. Coagulantes como o Tanino, de origem vegetal e que não gera resíduos tóxicos e a extraída da semente da Moringa oleifera, estão ganhando espaço nas pesquisas demonstrando seu potencial de aplicação. Beltrán-heredia e Sánchez-mártin (2009) com uso de Moringa oleifera como coagulante associado a filtros de areia encontraram através de seu estudo resultados de remoção de turbidez próximos a 100%.

Segundo Di Bernardo e Dantas (2005) a filtração é atribuída a função de protagonismo no tratamento da água devido a ser o processo final na remoção de impurezas. O material mais utilizado como composição do leito filtrante é a areia, que pode ser utilizada em filtros de camada simples ou duplos, ou ainda quando associado a uma camada de outros materiais (MACÊDO, 2007). No entanto, o meio filtrante granular com características específicas como baixas granulometrias podem inviabilizar a instalação do sistema devido ao caráter econômico uma vez que o processo de separação granular da areia pode ser custoso para aplicação em comunidades rurais pequenas e distantes, assim outros materiais podem possuir uma aplicabilidade melhor para situações como esta. Arantes et al. (2014) no uso de filtros de náotecido geotêxtil agulhado  $300 \text{ g.cm}^{-2}$ , apresentou em suas pesquisas resultados próximos de 99% de remoção de turbidez, quando o tratamento teve o emprego dos coagulantes Tanino e *Moringa oleifera*.

Assim, o presente trabalho foi realizado com a finalidade de identificar o uso do não tecido geotêxtil agulhado como material de leito filtrante quando comparado ou associado a areia e aos coagulantes Moringa oleifera e Tanino no tratamento de água.

## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

Coletou-se as amostras de água no corpo hídrico Ribeirão Jacutinga, afluente do Rio Tibagi, localizado na região Norte do Paraná/Brasil. Os procedimentos desenvolvidos durante este trabalho foram conduzidos no Laboratório de Recursos Hídricos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR campus Londrina.

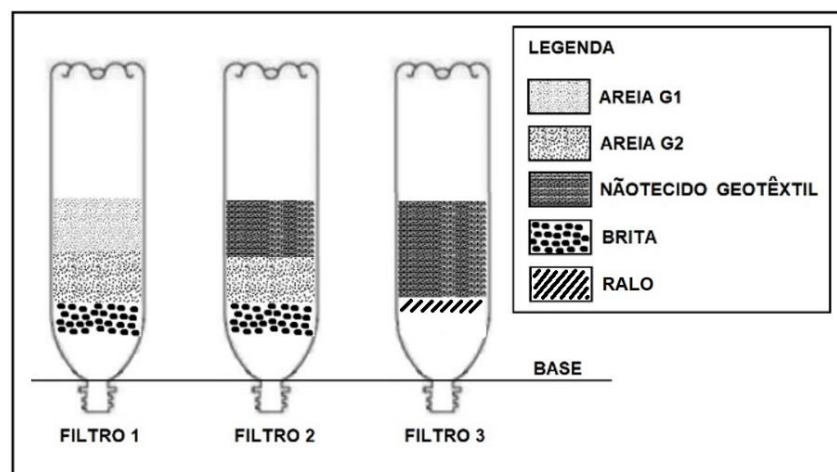
Utilizou-se duas soluções coagulantes, uma a base de extração da semente de Moringa oleifera e outra a base de Tanino, ambas na concentração de 6 mL.L<sup>-1</sup>. Para o preparo da extração coagulante de semente de Moringa oleifera processou-se 10g da semente descascada e misturou-se a 1M de NaCl e 1L de água destilada. Para o preparo da solução coagulantes de Tanino diluiu-se 1ml de Tanino em 1 L de água destilada.

Para a reprodução dos processos de coagulação/floculação/sedimentação utilizou-se adaptações de Theodoro (2012) para as configurações adotadas pelo equipamento jarrest, tendo sido adotado um tempo de mistura rápida de 3 minutos com rotação de 150 rpm, logo após a velocidade foi reduzida a 15 rpm por um tempo de mistura de 10 minutos, por fim o equipamento foi desligado e após 3 minutos dando-se início a coleta de amostras, estas retiradas em um espaço de tempo de 10 em 10 minutos de maneira a se obter as amostras nos tempos 3, 13, 23, e 33 minutos, este último possuindo uma coleta antes e outra após a passagem pelos leitos filtrantes.

Partindo das recomendações de Di Bernardo et al. (2003) e Ferraz e Paterniani (2002), construiu-se três diferentes filtros em garrafas de Polietileno Tereftalo (PET), com dimensões de aproximadamente 25 centímetros de comprimento e 10 centímetros de diâmetro interno, ilustrados na Figura 1. Os filtros diferenciaram-se por meio das diferentes camadas filtrantes, ou seja, para a construção do Filtro 1 (F1) utilizou-se duas camadas de areia com granulometria específica contendo 7,5 centímetros de altura cada onde a primeira granulometria foi de até 0,425mm (G1) próximo a superfície e a segunda de 0,425mm a 0,800mm (G2) como camada subsequente, na base destas duas camadas construiu-se uma camada de sustentação composta por 3 centímetros de brita, 2 centímetros de algodão, e um filtro de café na extremidade inferior. Para a construção do Filtro 2 (F2) utilizou-se não tecido geotêxtil, gramatura 500 g.m<sup>-2</sup> como material compondo a primeira camada de 7,5 centímetros, o material utilizado na

camada subsequente foi a areia com granulometria G2 novamente com 7,5 centímetros de altura, e para a camada base de sustentação utilizou-se o mesmo que o F1. Construiu-se o Filtro 3 (F3) com um perfil único constituído apenas com não-tecido geotêxtil, gramatura 500 g.m<sup>-2</sup> com altura de 15 centímetros, onde substituiu-se a camada base por um ralo com a função de sustentação do meio filtrante.

Figura 1 - Diferentes disposições e combinações de camadas dos leitos filtrantes.



Para a areia utilizada na confecção destes filtros lavou-se e depois secou-se em estufa por 24 horas a 110°C antes de ser separada por meio de um separador granulométrico. Durante a passagem das amostras pelos leitos filtrantes posicionou-se a vazão em diferentes angulações, 50°, 60° e 70° graus, nesta ordem, para impedir que a água penetrasse por meio de um caminho preferencial. Realizou-se o experimento em duplicata para cada leito filtrante. Analisou-se os parâmetros pH, condutividade elétrica, turbidez e cor aparente, e tratou-se estatisticamente os dados através do programa estatístico BioEstat 5.0.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tomando os dados de caracterização das amostras de água bruta coletada, de acordo com os parâmetros observados pH, condutividade elétrica, turbidez e cor aparente construiu-se a Tabela 1, onde se observa dois conjuntos de valores, cada qual referente a um ensaio onde o primeiro foi realizado com a Moringa oleifera atuando como coagulante (ensaio 1) e o segundo ensaio com uso do Tanino (ensaio 2).

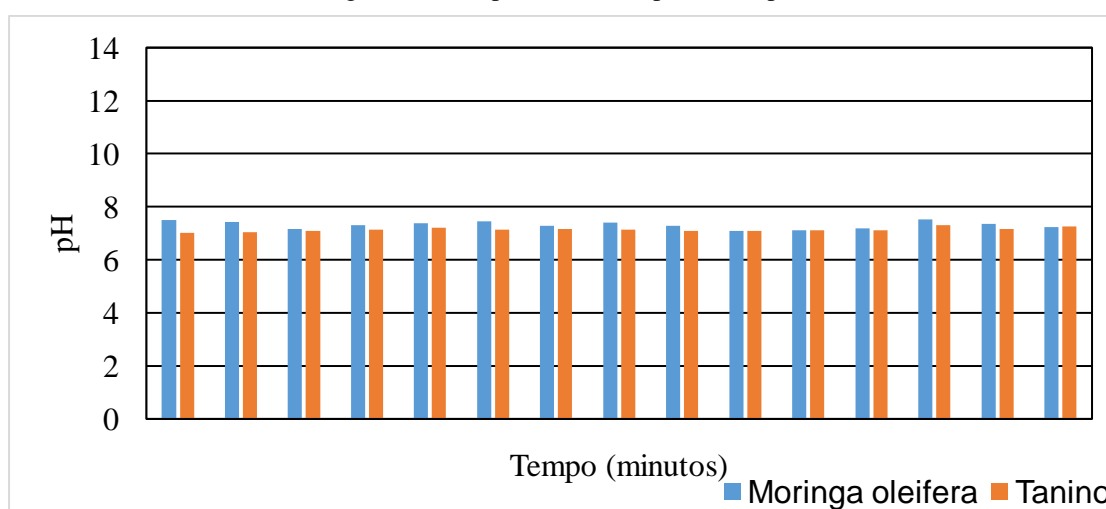
Tabela 1 – Dados de caracterização da água bruta.

Parâmetro (unidade)	Ensaio 1	Ensaio 2
pH	7,56	7,16
Condutividade elétrica (mS.m <sup>-1</sup> )	0,22	0,24
Cor aparente (mg Pt-Co L <sup>-1</sup> )	1270	1060
Turbidez (NTU)	335	394

Fonte: Autoria própria (2019).

Os dados de pH apresentados na Figura 2 permanecem todos em faixa de valores de pH neutro, valores mínimos e máximo de 7,10 e 7,60 quando aplicado a solução de Moringa oleifera, e de 6,70 e 7,61 quando aplicado a solução coagulante de Tanino.

Figura 2 – Comportamento do parâmetro pH.



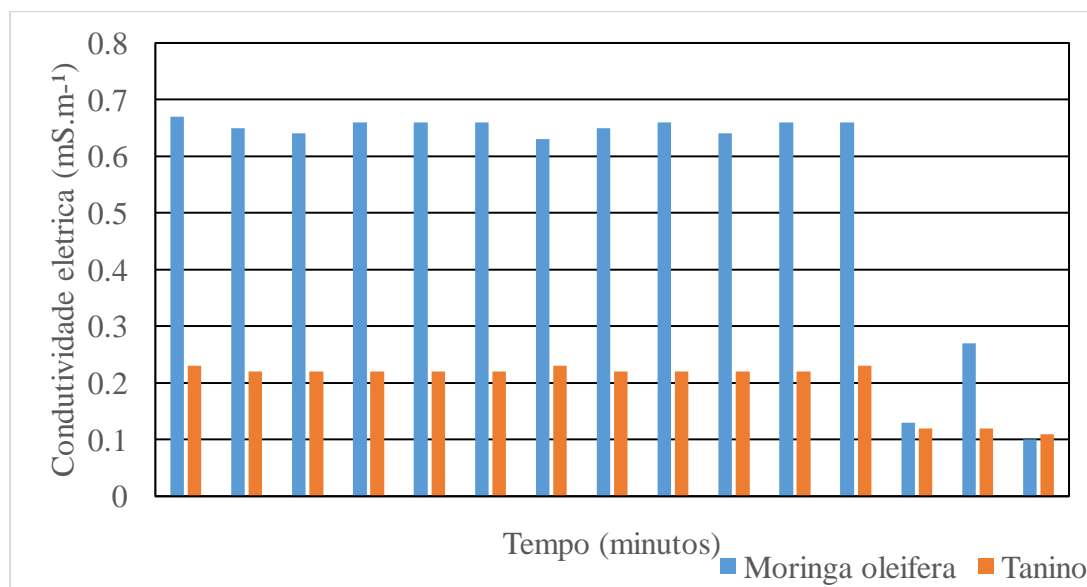
Os valores apresentam uma esperada semelhança entre si, semelhança esta também observada após o processo de filtração mesmo por diferentes composições de leitos filtrantes demonstrando que tais coagulantes não interferem no pH da água. É importante ressaltar que todos os valores se mantiveram na faixa entre 6,0 e 9,5, valores estes que estão de acordo com a legislação vigente, Portaria de Consolidação N° 5 de 2017, emitida pelo Ministério da Saúde onde se estabelece esta faixa para águas no sistema de distribuição e consumo. Desta forma, tanto o Não tecido geotêxtil associado à areia como o utilizado individualmente na composição do filtro mostraram-se eficientes para o tratamento da água sem alteração no parâmetro pH.

A aplicação da estatística por meio da Análise de Variância ANOVA, fator único, comprova a similaridade dos dados uma vez que o valor de  $F$  (0,3405) foi menor que o valor

de  $F$  crítico (4,3873), indicando que não existe significância, e também o valor de  $valor-P$  (0,8713) é maior que 0,05, comprovando que não há diferença significativa entre os dados e explicando o porquê não se aplica o Teste de Tukey.

Os dados de condutividade elétrica observados no decorrer do ensaio são apresentados na Figura 3, onde pode-se observar dois comportamentos distintos, cada qual referente ao tratamento com uma determinada solução coagulante.

Figura 3 – Comportamento do parâmetro condutividade elétrica.



Quando usado a solução coagulante de *Moringa oleifera*, notou-se um significativo aumento da condutividade elétrica em relação ao bruto e este aumento são atribuídos a solução de características salina do coagulante *Moringa oleifera*. Estudos como o de Okuda et al. (1999) indicam que há melhora na eficiência de coagulação da solução coagulante *Moringa oleifera* quando associada ao sal NaCl, uma vez que este facilita a extração dos componentes ativos responsáveis pela coagulação presentes na *Moringa oleifera*.

Nota-se que tanto para o uso do extrato coagulante semente de *Moringa oleifera* como para o Tanino, houve uma redução nos valores de condutividade elétrica após a passagem dos filtros, com redução para valores próximos a 0,10 mS.m<sup>-1</sup>. Os três tratamentos apresentam a mesma tendência onde tanto a presença da areia como a presença do não tecido geotêxtil foram suficientes para reter os sólidos suspensos que estavam presentes nas amostras, diminuindo dessa forma os valores de condutividade elétrica final.

Quando aplicado a análise estatística por meio da Análise de Variância ANOVA fator único, Tabela 2, identifica-se a indicação de existência de diferença significativa entre os

dados uma vez que o valor de  $F$  é maior que o valor de  $F$  crítico, e o valor de *valor-P* é menor que 0,05.

Tabela 2 – ANOVA dados de condutividade elétrica.

<i>Fonte de Variância</i>	<i>SQ</i>	<i>gl</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>valor-P</i>	<i>F crítico</i>
Entre grupos	0,038742	5	0,007748	10,21758	0,006737	4,387374
Dentro dos grupos	0,00455	6	0,000758			
Total	0,043292	11				

Assim fez-se necessário a aplicação do teste de Tukey (Tabela 3) para identificar entre quais valores houve diferença significativa. Uma vez aplicado o teste de Tukey identificou-se que apenas o tratamento com a associação da aplicação da solução coagulante de *Moringa oleifera* ao filtro F2 (areia + não tecido geotêxtil) apresentou valor significativamente diferente dos demais tratamentos.

Tabela 3 – Tukey dados de condutividade elétrica.

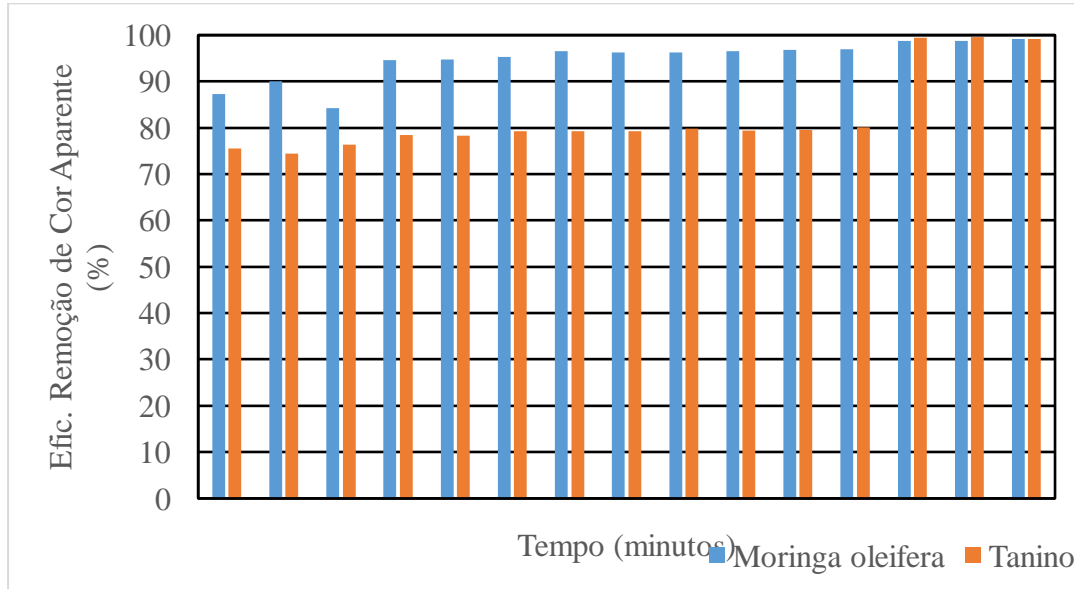
Médias:	Diferença	Q	(p)
<i>Moringa oleifera</i> + F1 a <i>Moringa oleifera</i> + F2	0.1400	7.1913	< 0.05
<i>Moringa oleifera</i> + F1 a <i>Moringa oleifera</i> + F3	0.0250	1.2842	ns
<i>Moringa oleifera</i> + F1 a Tanino + F1	0.0050	0.2568	ns
<i>Moringa oleifera</i> + F1 a Tanino + F2	0.0100	0.5137	ns
<i>Moringa oleifera</i> + F1 a Tanino + F3	0.0150	0.7705	ns
<i>Moringa oleifera</i> + F2 a <i>Moringa oleifera</i> + F3	0.1650	8.4755	< 0.01
<i>Moringa oleifera</i> + F2 a Tanino + F1	0.1450	7.4481	< 0.05
<i>Moringa oleifera</i> + F2 a Tanino + F2	0.1500	7.7050	< 0.05
<i>Moringa oleifera</i> + F2 a Tanino + F3	0.1550	7.9618	< 0.05
<i>Moringa oleifera</i> + F3 a Tanino + F1	0.0200	1.0273	ns
<i>Moringa oleifera</i> + F3 a Tanino + F2	0.0150	0.7705	ns
<i>Moringa oleifera</i> + F3 a Tanino + F3	0.0100	0.5137	ns
Tanino + F1 a Tanino + F2	0.0050	0.2568	ns
Tanino + F1 a Tanino + F3	0.0100	0.5137	ns
Tanino + F2 a Tanino + F3	0.0050	0.2568	ns

Observando os dados de eficiência de remoção de cor aparente, representados na Figura 4, identificou-se que nos tratamentos nos quais aplicou-se solução coagulante de *Moringa oleifera* houve superioridade na eficiência de remoção nos processos de tratamento



que precederam a filtração quando comparado aos tratamentos nos quais aplicou-se a solução coagulante de Tanino.

Figura 4 – Eficiência de remoção de cor aparente.

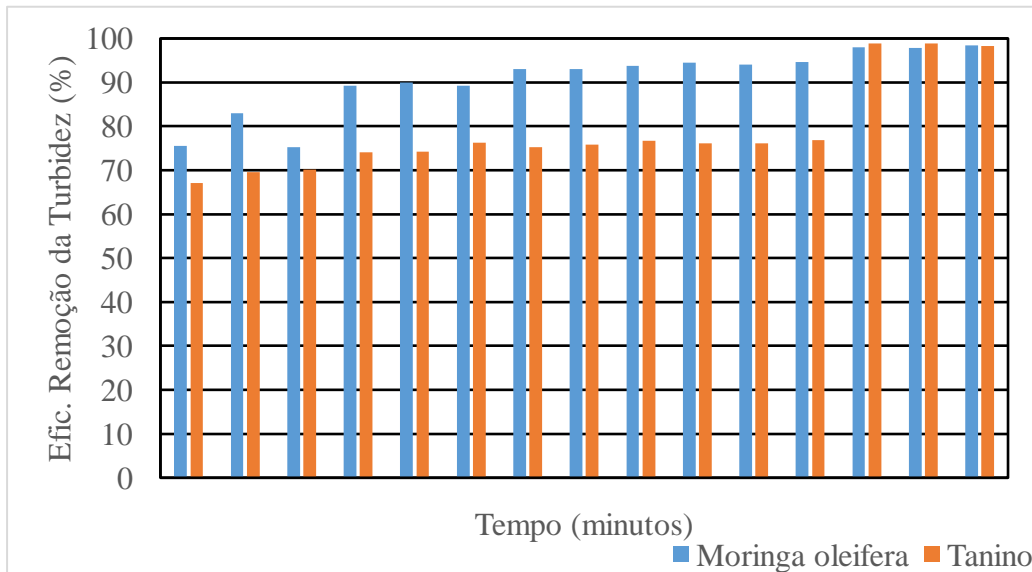


Após a passagem pelos filtros os tratamentos nos quais aplicou-se a solução coagulante de Tanino apresentaram ligeira superioridade nos valores de eficiência de remoção de cor aparente, com destaque para a maior eficiência onde associou-se o coagulante Tanino ao F2 (99,53%). As eficiências de remoção de cor aparente quando aplicou-se a *Moringa oleifera* também apresentaram valores elevados, com destaque para o tratamento onde associou-se este coagulante ao F3, (99,21%). Identificou-se a menor eficiência de remoção de cor aparente no tratamento onde houve a combinação da solução coagulante de *Moringa oleifera* ao F1 (98,70%).

Quando se aplicou a Análise de Variância ANOVA, fator único, observou-se que houve comprovação da similaridade dos dados uma vez que o valor de  $F$  (1,6842) foi menor que o valor de  $F$  crítico (4,3873) e o valor- $P$  (0,2710) maior que 0,05, estes fatores indicam e comprovam a não diferença significativa entre os dados e o porquê não se aplicou o Teste de Tukey.

A eficiência de remoção do parâmetro turbidez foi representada graficamente pela Figura 5.

Figura 5 – Eficiência de remoção de turbidez.



Após a passagem pelos leitos filtrantes todos os tratamentos apresentaram eficiências de remoção próximas a 100%. Quando aplicado a solução de extrato de semente de *Moringa oleifera* a melhor eficiência foi apresentada com o filtro F2 (98,37%); já quando aplicado a solução de coagulante Tanino a melhor eficiência de remoção de turbidez foi associada ao filtro F1 (98,9%). Arantes et al. (2014) apresentou resultados similares de 96 a 99% de eficiência de remoção de turbidez, observados em tratamentos onde houve o emprego de filtros de não tecido geotêxtil sintético, corroborando com este trabalho.

Pela Análise de Variância ANOVA, fator único, observou-se que o valor de  $F$  (1,5645) foi menor que o valor de  $F$  crítico (4,3873), e o valor- $P$  (0,2989) maior que 0,05, fatores estes indicam e comprovam a não diferença significativa entre os dados, assim não fez-se necessário a aplicação do Teste de Tukey.

#### 4. CONCLUSÃO

Não se recomenda o tratamento onde há a associação da solução coagulante de *Moringa oleifera* junto ao filtro F2 (camada dupla associando areia e não tecido geotêxtil agulhado) devido a sua menor eficiência de remoção de condutividade elétrica; porém vale ressaltar que os tratamentos onde há associação do Tanino aos filtros F1 (areia) e F2 (associação de não tecido geotêxtil e areia) apresentaram a maioria dos parâmetros dentro dos limites exigidos por legislação (BRASIL, 2017).

Mesmo não apresentando todos os valores dentro dos limites exigidos por legislação, os tratamentos onde houve o emprego do F3 (não tecido geotêxtil agulhado) apresentam

valores sem diferença significativa quando comparado ao F1 (areia) Assim, esses resultados comprovam o potencial do nãotecido geotêxtil agulhado como material de leito filtrante podendo substituir ou ser associado à presença da areia nestes filtros.

### AGRADECIMENTOS

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, campus Londrina, por ceder suas instalações e equipamentos tornando possível a realização dos procedimentos necessários para a concretização deste trabalho.

### REFERÊNCIAS

- ARANTES C.C.; RIBEIRO T.A.P.; PATERNIANI J.E. S.; TATEOKA M. S. S.; E SILVA G. K. Uso de coagulantes naturais a base de *Moringa oleifera* e Tanino como auxiliares da filtração em geotêxtil sintético não tecido. **Engenharia Agrícola**. Jaboticabal. v. 34. n.4. p. 780-788. 2014.
- BELTRÁN-HEREDIA, J.; SÁNCHEZ-MARTÍN, J. Improvement of water treatment pilot plant with *Moringa oleifera* mextract as flocculant agent. **Environmental Technology**, London, v. 30, n.6, p.525-534. 2009. Disponível em: <[http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/095933309\\_02831176](http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/095933309_02831176)>. Acesso em: 30 de maio de 2019.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria de Consolidação nº5, de 28 de setembro de 2017. **Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 03 de out. 2017. Seção 1.
- BRASIL. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). **Diagnóstico dos serviços de água e esgotos: 2017**. Brasília: Ministério das Cidades. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2017>>. Acesso em: 26 nov. 2019.
- DI BERNARDO, L. et al. **Tratamento de Água para Abastecimento por Filtração direta**. Rio de Janeiro: ABES, RiMa, 2003. Projeto PROSAB 468 p.
- DI BERNARDO, L.; DANTAS, A. D. B. **Métodos e Técnicas de Tratamento de Água**. 2. ed. São Carlos: Rima Editora, v. 1. 792 p., 2005.

FERRAZ, C.F.; PATERNIANI J.E.S. Redução da Espessura da Camada Suporte através da substituição por Mantas não tecidas na Filtração Lenta de Águas de Abastecimento. **Engenharia Sanitária e Ambiental**. Vol. 7-Nº 1-jan/mar 2002.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico 2010** – Características da população e dos domicílios – Resultados do universo. Rio de Janeiro, 2011. 270 p

MACEDO, J. A. B. de Águas & águas. 3. ed. rev. atual. Belo Horizonte: CRQ-MG, 2007. 1027 p.

OKUDA, T. et al. Improvement of extraction method of coagulation active components from *Moringa oleifera* seed. **Water Research**, vol. 33, p. 3373-3378, 1999.

THEODORO, J.D.P. **Estudo dos mecanismos de coagulação/floculação para a obtenção de água de abastecimento para o consumo humano**. 2012. 184f. Tese (Doutorado em Engenharia Química, área de desenvolvimento de processos) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá. 2012.