EXTRAÇÃO E APLICAÇÃO DE COAGULANTE VEGETAL À BASE DE TANINOPARA O TRATAMENTO DE EFLUENTES TÊXTEIS

EXTRACTION AND APPLICATION OF TANNIN-BASED VEGETABLE COAGULANT FOR THE TREATMENT OF TEXTILE EFFLUENTS

Cíntia Merisio Pedrini[1]

Dra. Rafaela Bohaczuk Venturelli Knop[2]

RESUMO: Pesquisas comprovam que os resíduos vegetais, principalmente cascas deárvores, possuem propriedades que podem ser extraídas, como o tanino, que posteriormente, pode ser aplicado como coagulante no tratamento de efluentes têxteis. A indústria têxtil, de grande relevância na região do Vale do Itajaí, é responsável por gerar grande quantidade de efluentes oriundos do beneficiamento têxtil. Diante desse cenário, objetivou-se utilizar a casca de *Pinus taeda* e do *Eucalyptus grandis* para realizar a extração dos taninos em autoclave e aplicar como coagulante no tratamento de efluentes industriais têxteis. Para a extração dos taninos,utilizou-se como solventes, a água destilada, sulfito de sódio ou hidróxido de sódio. As soluções tânicas obtidas foram submetidas a ensaios *Jar test*, sendo utilizadas como coagulantes no tratamento de efluentes coletados em uma indústria têxtil da região. O solvente que obteve melhor resultado nas duas espécies, foi o sulfito de sódio. Em comparação ao eucalipto, o *Pinus taeda* apresentou-se mais eficaz no processo de coagulação e floculação do efluente em análise. Destaca-se ainda que opH do efluente obtido no tratamento atende o padrão imposto pela Legislação dos Recursos Hídricos do estado de Santa Catarina.

Palavras-chave: tratamento; efluente têxtil; coagulante vegetal; tanino.

ABSTRACT: *Researches prove that plant residues, mainly tree bark, have properties that can be extracted, such as tannin, which can later be applied as a coagulant in the treatment of textile effluents. The textile industry, of great importance in the Vale do*

Itajaí region, is responsible for generating a large amount of effluent from textile processing. In this scenario, the objective was to use the bark of Pinus taeda and Eucalyptus grandis to extract tannins in an autoclave and apply it as a coagulant in the treatment of textile industrial effluents. For the extraction of tannins, distilled water, sodium sulphite or sodium hydroxide were used as solvents. The tannic solutions obtained were submitted to Jar test tests, being used as coagulants in the treatment of effluents collected in a textile industry. The solvent that obtained the best results in both species was the sodium sulphite. Compared to eucalyptus, Pinus taeda was more effective in the coagulation and flocculation process of the effluent under analysis. It is also noteworthy that the pH of the effluent obtained in the treatment meets the standard imposed by the Water Resources Legislation in the state of Santa Catarina.

Keywords: *treatment; textile effluent; vegetable coagulant; tannin.*

1 INTRODUÇÃO

No contexto mundial da escassez de água, há uma demanda crescente por tecnologias que permitam o tratamento eficaz de efluentes em vários segmentos da indústria. A degradação do meio ambiente e suas repercussões na qualidade de vidadenotam a importância da busca por metodologias capazes de promover a descontaminação das águas residuais.

A indústria têxtil é uma das indústrias de maior potencial poluidor, sendo reconhecida pela elevada demanda de água (>100 $L.kg^{-1}$ de tecido produzido), e pela heterogeneidade dos produtos químicos sintéticos utilizados nos diferentes processosintegrantes da produção, o que contribui para a geração de grandes volumes de um efluente extremamente complexo e variável (VAJNHANDL e VALH, 2014).

De acordo com o Instituto Nacional do Câncer, o EPA (Agência de Proteção Ambiental) e o ETAD (Associação sobre Ecologia e Toxicologia para Corantes e Pigmentos Orgânicos), alguns corantes são metabolizados em agentes

cancerígenos quando ingeridos por organismos aquáticos (SILVA, 2007). Além disso, seus efeitos podem ser observados a longo prazo, o que torna ainda mais relevante o tratamento adequado do efluente têxtil.

De acordo com Di Bernardo e Dantas (2005), os métodos de coagulação tradicionais utilizam sais de alumínio ou ferro, que permitem a clarificação do efluentegerado na indústria. Em contrapartida, o lodo residual formado por estes coagulantes, apresentam elevadas concentrações de alumínio ou ferro, normalmente entre 10.000a 50.000 $mg.kg^{-1}$, gerando preocupações com a sua disposição final. Contudo, oalumínio é acumulativo no organismo, está relacionado a redução deneurotransmissores e tem sido apontado como um dos precursores do Mal deAlzheimer (MARTINS *et al.*, 2014). A partir dos estudos de Ferreira *et al.* (2008),evidenciou-se uma relação de 68.0% entre sais de alumínio e a Doença de Alzheimer.

Estudos vêm demonstrando que os resíduos vegetais podem ser utilizados para extração de tanino e ser aplicados como coagulantes no tratamento de efluenteslíquidos. Os coagulantes são adicionados ao efluente com o intuito de reduzir a barreira de energia que impede a aproximação entre as partículas, criando condições para a aglutinação das mesmas e posterior extração por sedimentação (UNICAMP,2021).

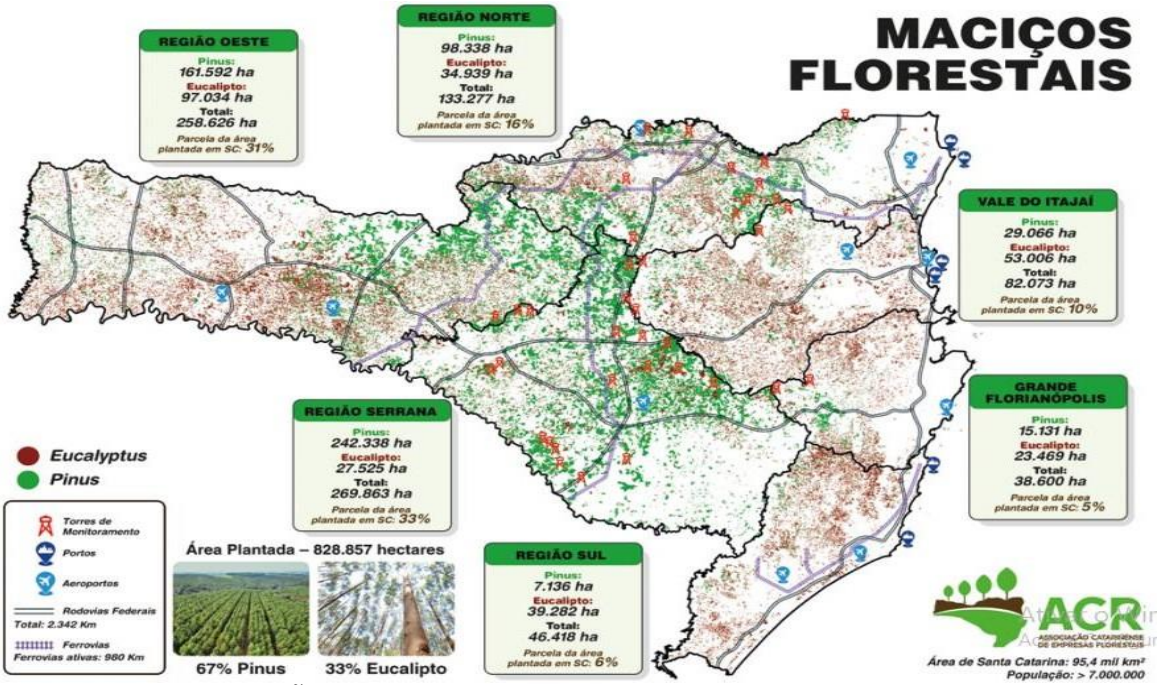
> Deve-se ressaltar também que, o coagulante vegetal à base de Tanino, podeajudar a eliminar o odor desagradável em estações de tratamento de efluentes, originado pela ação de microrganismos associados a grande quantidade de sulfato adicionada na etapa de coagulação. O sulfato, originário do coagulante tradicional Sulfato de Alumínio, é reduzido a Sulfeto,provocando o mau cheiro (CRUZ, 2004).

Segundo Teixeira (2003), os resíduos florestais como cascas de árvores, folhas e galhos, gerados pelas empresas de diversos segmentos industriais de base florestal não têm sido aproveitados corretamente devido ao desconhecimento de técnicas de extração de tanino ou à inexistência de tecnologias disponíveis a serem transferidas.

De acordo com o Anuário Estatístico de Base Florestal para o estado de Santa Catarina, a área com florestas plantadas em Santa Catarina é atualmente de 828,9

mil hectares. Desta totalidade, 67% (553,6 mil hectares) é ocupada com pinus e cercade 33% (275,3 mil hectares) com eucalipto, como demonstra a Figura 1. Os númerosapresentados no anuário demonstram a existência de, aproximadamente, 5,6 mil empresas relacionadas ao setor florestal madeireiro em atividade no estado de SantaCatarina.

Figura 1 - Mapa logístico florestal de 2020



Fonte: ASSOCIAÇÃO CATARINENSE DE EMPRESAS FLORESTAIS (2020)

Visto que Santa Catarina e principalmente a região do Vale do Itajaí possuem grande relevância no setor madeireiro, apresenta uma grande geração de resíduos de cascas de pinus e eucalipto que não são aproveitadas para extração de tanino vegetal, que pode ser aplicado como coagulante biodegradável no tratamento de água e efluentes.

Desse modo, este trabalho tem como objetivo reaproveitar a casca de Pinus e de Eucalipto para a extração dos taninos, bem como testar sua eficiência como coagulante no tratamento de efluentes gerados na indústria têxtil.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

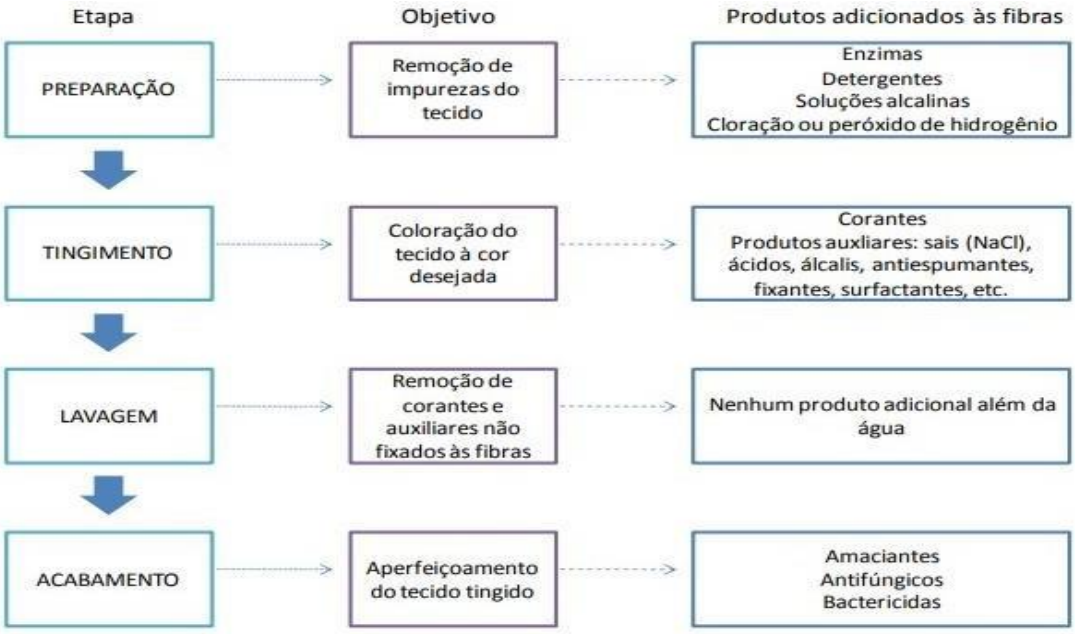
2.1 TRATAMENTO DE EFLUENTES TÊXTEIS

Observa-se cada vez mais a necessidade de conscientização sobre os problemas relacionados à escassez e poluição de água. Logo, com a degradação domeio ambiente e suas repercussões na qualidade de vida, denota-se um grande interesse por parte das indústrias e principalmente de setores ambientais, pelo tratamento adequado dos efluentes oriundos de cada indústria.

> O tratamento de efluentes, em geral ocorre em algumas etapas, geralmente denominadas de tratamento primário, secundário, terciário e quaternário. O tratamento primário consiste em procedimentos físicos com finalidade de remover sólidos grosseiros. O tratamento secundário possui função de remover elementos solúveis que não são removidos com métodos simples. Os tratamentos terciário e quaternário são etapas com aplicabilidade de retirar contaminantes específicos, não retirados previamente (HOPPER, 2007).

A Figura 2 demonstra um fluxograma simplificado das etapas existentes no processamento têxtil.

Figura 2 - Etapas do processamento têxtil



Fonte: Starling (2016)

A partir da Figura 2, pode-se observar a variedade de compostos químicos que podem estar presentes no efluente têxtil, gerando alta variabilidade e complexidade. Segundo VAJNHANDL e VALH (2014), tal variabilidade não ocorre apenas entre indústrias distintas, mas ocorre dentro de uma mesma indústria, o que depende do ciclo produtivo no qual ela se encontra, podendo, assim, influenciar negativamente a eficácia do tratamento biológico convencional, principalmente se considerados os compostos tóxicos presentes no efluente da indústria têxtil.

A indústria têxtil gera efluentes com composição extremamente heterogênea e uma grande quantidade de material tóxico e recalcitrante, o que torna seu tratamento difícil. Esses efluentes apresentam uma forte coloração, com grande quantidade de sólidos suspensos, pH altamente flutuante, temperatura elevada, grandes concentrações de Demanda Química de Oxigênio (DQO), considerável quantidade de metais pesados (ex. cromo (Cr), níquel (Ni) ou cobre (Cu)), compostos orgânicos clorados e surfactantes (CISNEROS; ESPINOZA e LITTER; 2002).

2.2 TANINOS VEGETAIS

O uso de uma matéria prima renovável, tal como os taninos vegetais, apresenta uma menor contribuição de ânions sulfatos ao lodo final, menor geração de massa de lodo, e obtenção de um lodo orgânico com maior facilidade de eliminação (CRUZ *et al.*, 2004).

São considerados taninos, os compostos fenólicos que precipitam proteínas, que podem ser encontrados na forma de monômeros, oligômeros e até polímeros de elevado peso molecular (TANAC, 2021).

A coagulação é o processo através do qual o agente coagulante adicionado à água, reduz as forças que tendem a manter separadas as partículas em suspensão. A floculação é a aglomeração dessas partículas por meio de transporte de fluido, formando partículas maiores que possam sedimentar (RICHTER & AZEVEDO NETO,2007).

A denominação tanino é empregada para definir duas classes diferentes de

compostos químicos fenólicos, que são os chamados taninos hidrolisáveis e taninos condensados.

Desse modo, Sartorini (2012), afirma que “os taninos hidrolisáveis são os responsáveis pela defesa das plantas contra os herbívoros e os taninos condensados asseguram a defesa contra microrganismos patogênicos”. Ambos, contém fortes propriedades germicidas e são responsáveis pela durabilidade natural da madeira.

2.3 UTILIZAÇÃO DE TANINOS COMO COAGULANTE NO TRATAMENTO DEEFLUENTES

Segundo Cruz (2004), no ano de 1982 iniciou-se o desenvolvimento de produtos para substituir o uso de sais metálicos no tratamento de água e efluentes, buscando alternativas de utilização dos taninos, além do curtimento de couro. Objetivou-se a utilização de agentes coagulantes/floculantes oriundos de fontes renováveis e que fossem biodegradáveis após sua utilização, característica dada pelapresença de açúcares na sua composição, que são facilmente degradados pelos tratamentos biológicos.

Atualmente, os taninos possuem uma vasta aplicabilidade em diversos setores das indústrias. “No entanto, uma aplicação que vem se destacando em relaçãoàs demais é a utilização dessas substâncias no tratamento de água como coagulante,substituindo assim os sais de alumínio e eventualmente os de ferro” (SKORONSKI *etal.*, 2014). Tais metais, a longo prazo podem ser precursores da contaminação do solo, da água e consequentemente dos seres vivos.

A esse propósito, “os taninos atuam em sistemas de partículas coloidais, neutralizando cargas e formando pontes entre estas partículas, sendo este processo responsável pela formação de flocos e consequente sedimentação” (GRAHAM *et al*., 2008).

Portanto, na próxima seção, serão apresentados os procedimentos metodológicos utilizados para a extração dos taninos da casca do pinus e do eucalipto, para posterior aplicação como coagulante no tratamento de efluentes

têxteis.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa do presente estudo é classificada como experimental, de natureza aplicada, utilizando uma abordagem exploratória, tanto quali quanto quantitativa. Também, deve-se ressaltar a pesquisa bibliográfica em teses, dissertações, artigos e revistas científicas, para apresentação da revisão de literatura e a busca por metodologias experimentais.

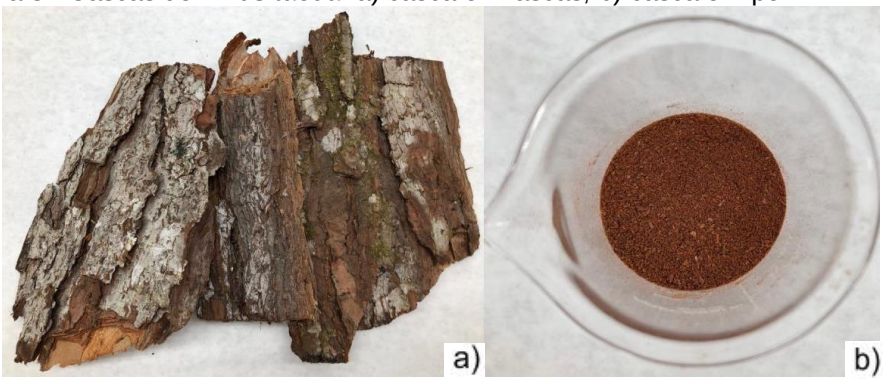
3.2 COLETA E PREPARAÇÃO DO MATERIAL

As amostras de cascas de *Eucalyptus grandis* e *Pinus taeda* foram coletadas em propriedade particular, situada no município de Botuverá - SC.

As cascas foram reduzidas a fragmentos menores com a utilização de um moinho de facas, e posteriormente secas em estufa a 80ºC por duas horas. Após a secagem, o extrato foi macerado com o auxílio de um cadinho com pistilo e peneirado em peneira convencional de cozinha.

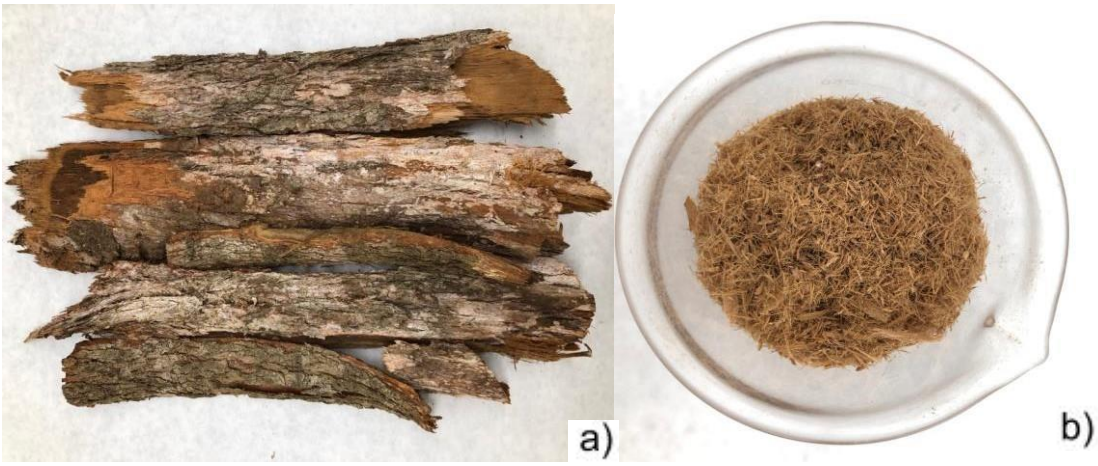
A seguir, nas Figuras 3 e 4, são apresentadas fotografias das cascas do eucalipto e pinus que foram utilizadas nas amostras para realização dos testes, bem como o extrato seco, pronto para aplicação do solvente e extração.

Figura 3 - Cascas de *Pinus taeda*. a) casca em lascas, b) casca em pó



Fonte: a autora (2021).

Figura 4 - Cascas de *Eucalyptus grandis*. a) casca em lascas, b) casca em pó

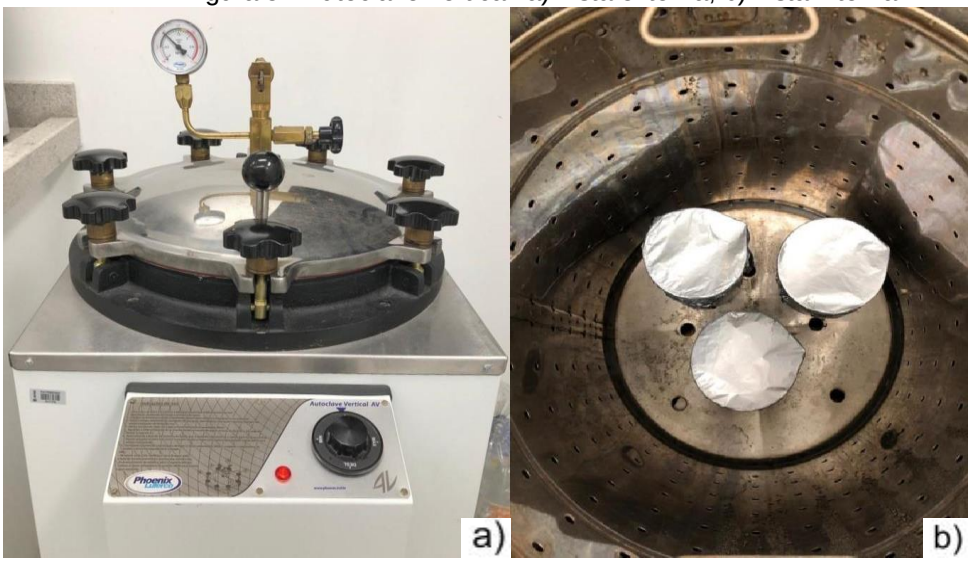


Fonte: a autora (2021).

3.3 EXTRAÇÃO DE TANINOS DO PINUS E EUCALIPTO

Os taninos foram extraídos em autoclave vertical, como ilustrada na Figura 5, com capacidade volumétrica de 15 litros e tampa dotada de manômetro e termômetro.Utilizou-se 1 Kgf/cm^{-3} de pressão e uma temperatura de 120ºC, por um período de 2 horas.

Figura 5 - Autoclave vertical. a) vista externa, b) vista interna



Fonte: a autora (2021).

Para realização dos testes, empregou-se uma relação licor:casca igual a 15:1.

Os tratamentos estão esquematizados na Tabela 1, abaixo:

Tabela 1 - Tipos de extração com solventes diferentes *Em relação ao peso seco da casca

Testes	Material	Espécie	Extração
P1	10g casca seca	*Pinus taeda*	H_2O destilada
P2	10g casca seca	*Pinus taeda*	H_2O destilada + 5% Na_2SO_3*
P3	10g casca seca	*Pinus taeda*	H_2O destilada + 10% NaOH*
E1	10g casca seca	*Eucalyptus grandis*	H_2O destilada
E2	10g casca seca	*Eucalyptus grandis*	H_2O destilada + 5% Na_2SO_3*
E3	10g casca seca	*Eucalyptus grandis*	H_2O destilada + 10% NaOH*

Fonte: a autora (2021).

Para cada teste utilizaram-se 10 g da casca em pó, juntamente com 150 mL de água destilada. Nos testes P2 e E2, alocou-se 5% de sulfito de sódio (Na_2SO_3) e nos testes P3 e E3, utilizaram-se 10% de hidróxido de sódio (NaOH) para alcançar maior teor de extração de polifenóis, conforme afirma Vieira *et al.* (2014). Os béqueresforam tampados com papel alumínio para evitar contaminações e obter a condensação do vapor d'água, mantendo assim o volume inicial de água e evitando uma possível perda de produtos por volatilização.

Após o ciclo completo da autoclave, no dia seguinte, peneira-se o produto com uma peneira convencional (Figura 6), a fim de separar o restante da casca, do licor extraído que contém o tanino.

Figura 6 - Solução obtida na autoclave após o peneiramento

Fonte: a autora (2021).

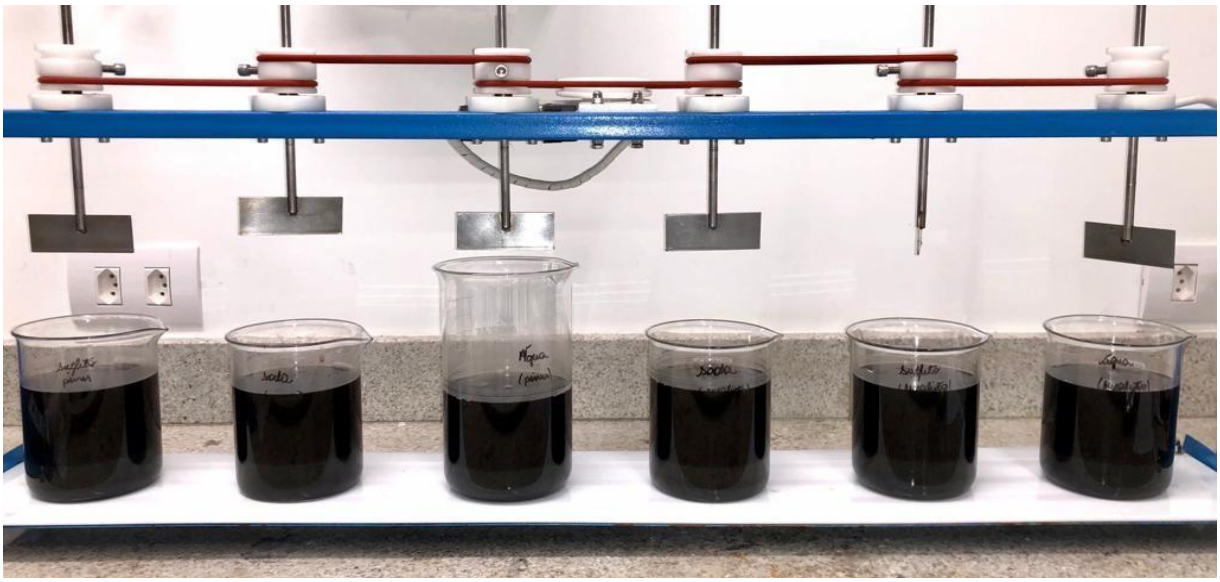
3.3 ENSAIO DE COAGULAÇÃO EM *JAR TEST* PARA SIMULAÇÃO NOTRATAMENTO DE EFLUENTE

O efluente bruto para utilização no ensaio de coagulação/floculação foi coletado em uma empresa de beneficiamento têxtil do Vale do Itajaí e armazenada em 2 galões de 5 litros. Antes do ensaio, mediu-se o pH e a temperatura da amostra.

Para o ensaio, utilizaram-se as soluções tânicas obtidas através da extração em autoclave da casca do eucalipto e do pinus.

Mediu-se seis amostras de 500 mL do efluente bruto para aplicação no *Jar Test* Alfakit de 6 cubetas, conforme a Figura 7, a seguir.

Figura 7 - Amostras de efluente preparadas para o ensaio no equipamento *Jar test*



Fonte: a autora (2021).

Três amostras foram testadas com 2 mL de cada solução tânica obtida das cascas do *Eucalyptus grandis* e as três amostras restantes, também com 2 mL das soluções tânicas obtidas a partir da casca do *Pinus taeda*, para comparação entre asduas cascas de espécies distintas. O ensaio foi realizado a uma velocidade de agitação de 160 rpm por 4 minutos e mais 15 min em velocidade baixa, de 30 rpm.

Após a coagulação/floculação e 1 hora de sedimentação, adicionaram-se 2mL de descolorante químico de uma solução 1:10. Agitou-se por 2 minutos em

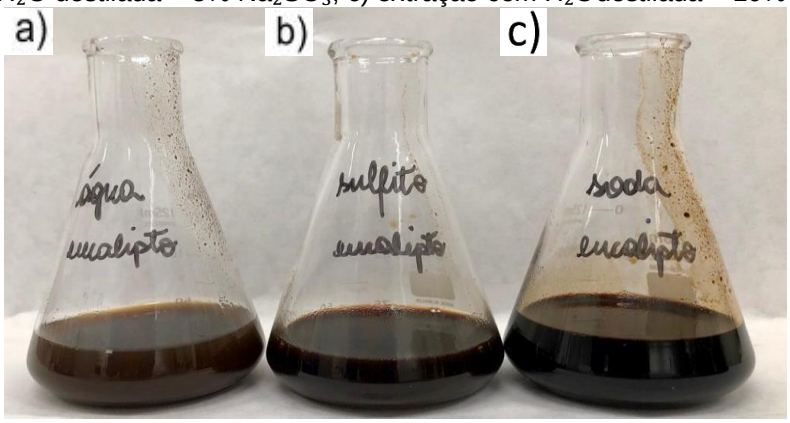
velocidaderápida de 160 rpm e observou-se a decantação, com o arraste das substâncias coloridas presentes no efluente, em um período de 30 minutos.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

4.1 EXTRAÇÃO DE TANINOS

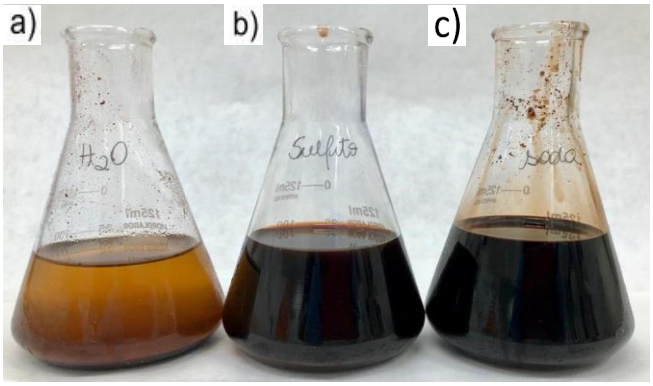
A partir dos três métodos de extração realizados na autoclave e do peneiramento, obteve-se as soluções tânicas das duas espécies estudadas. A seguir,as Figuras 8 e 9, demonstram o licor obtido das cascas do *Eucalyptus grandis* e do *Pinus taed*

Figura 8 - Soluções tânicas extraídas do *Eucalyptus grandis.* a) extração com H_2O destilada, b) extração com H_2O destilada + 5% Na_2SO_3, c) extração com H_2Odestilada + 10% NaOH



Fonte: a autora (2021).

Figura 9 - Soluções tânicas extraídas do *Pinus taeda.* a) extração com H_2O destilada, b) extração com H_2O destilada + 5% Na_2SO_3, c) extração com H_2Odestilada + 10% NaOH



Fonte: a autora (2021).

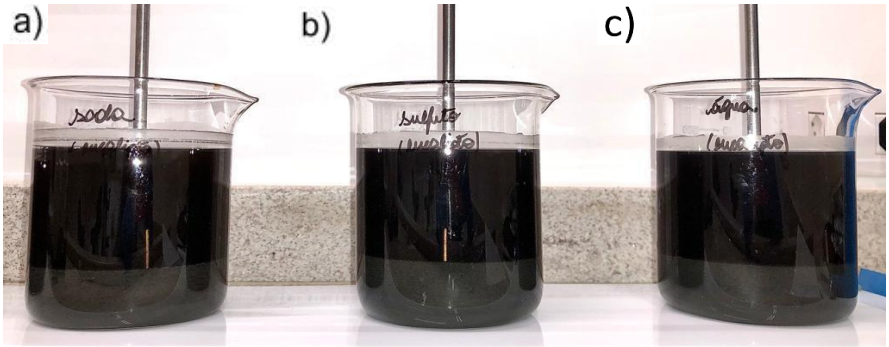
Observa-se que as soluções obtidas da casca do pinus tiveram um melhor rendimento, resultando no dobro da quantidade de licor extraído do *Eucalyptus grandis.* Isso se deve pelo fato de a casca moída de eucalipto ter um aspecto diferente do pinus. O pinus apresenta um aspecto de pó; já o eucalipto assemelha-se a uma palha fina, criando maior volume dentro do béquer e consequentemente absorvendo mais água.

4.2 APLICAÇÃO DA SOLUÇÃO TÂNICA NO EFLUENTE

Após o preparo dos béqueres com 500 mL de efluente têxtil, no equipamento *Jar Test*, pipetou-se 2 mL de cada solução tânica obtida, com uma concentração de 6,67%, o que resultou em 133 mg de solução tânica em cada amostra, tanto a extraídado pinus como do eucalipto.

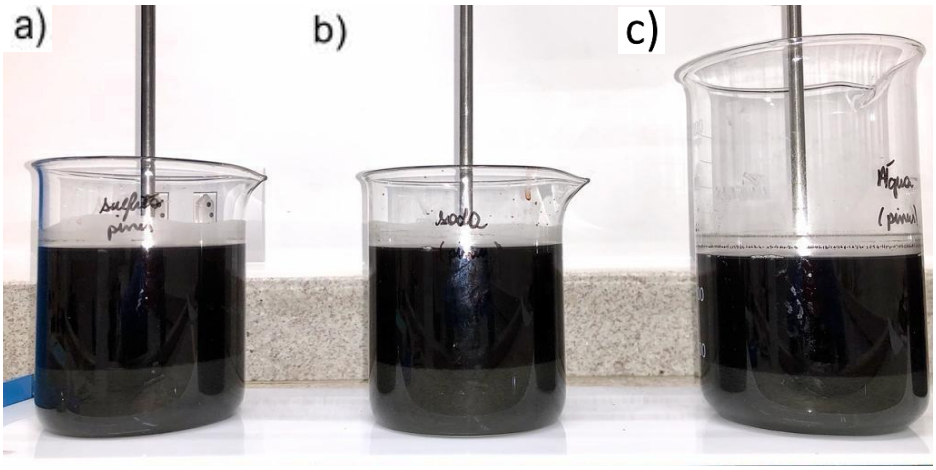
Após uma hora de decantação, com adição de coagulante, pôde-se observar (Figura 10 e Figura 11), que os testes utilizando a solução extraída com o sulfito 5% apresentaram maior decantação do lodo em ambas as espécies. Quanto ao tamanhodos flocos gerados, o coagulante extraído das cascas de pinus formou flocos maiorese mais densos.

Figura 10 - Amostras após 1 hora de sedimentação utilizando coagulante extraído do eucalipto. a) coagulante extraído com H_2O destilada + 10% NaOH, b) coagulante extraídocom H_2O destilada + 5% Na_2SO_3, c) coagulante extraído com H_2O destilada



Fonte: a autora (2021)

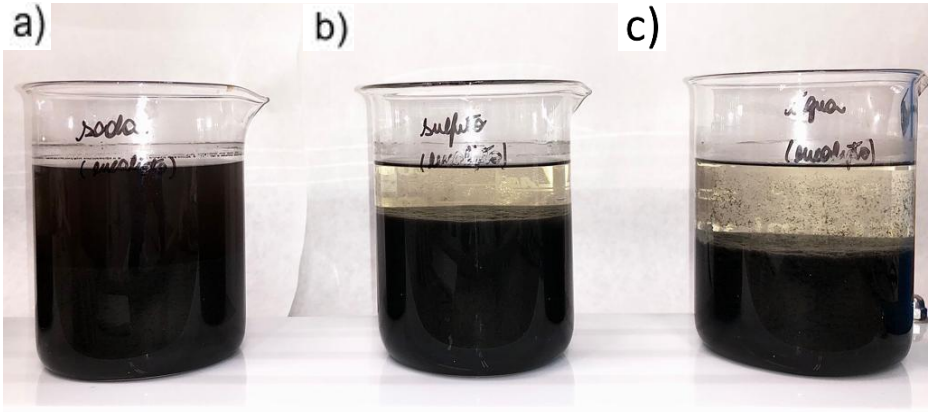
Figura 11 - Amostras após 1 hora de sedimentação utilizando coagulante extraído do pinus. a) coagulante extraído com H_2O destilada + 5% Na_2SO_3, b) coagulanteextraído com H_2O destilada + 10% NaOH, c) coagulante extraído com H_2O destilada



Fonte: a autora (2021).

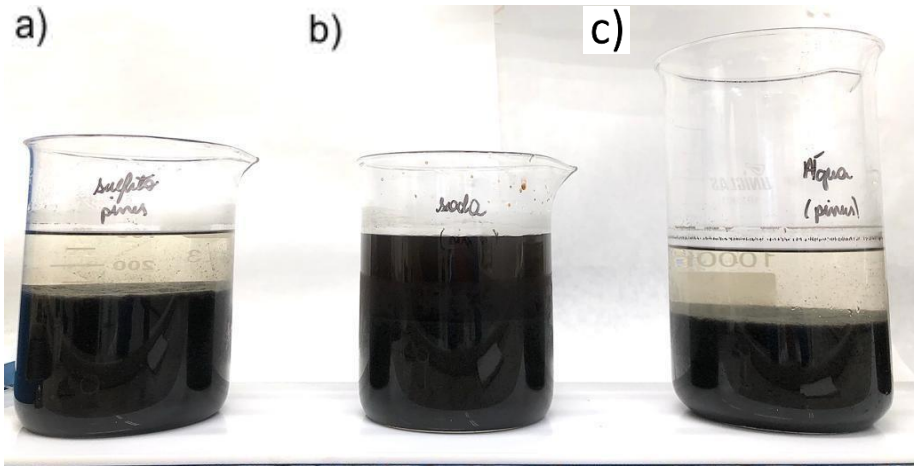
Após adição do descolorante para clarificação da água, observou-se novamente que as amostras utilizando coagulante extraído com sulfito 5% obteve maior quantidade de lodo sedimentado e apresentou coloração próxima as amostras em que foi utilizado coagulante extraído somente com água destilada. As Figuras 12e 13, a seguir, foram registradas após 30 minutos de repouso.

Figura 12 - Amostras após 30 minutos de sedimentação utilizando coagulante extraído do eucalipto. a) coagulante extraído com H_2O destilada + 10% NaOH, b) coagulante extraído com H_2O destilada + 5% Na_2SO_3, c) coagulante extraído com H_2Odestilada



Fonte: a autora (2021).

Figura 13 - Amostras após 30 minutos de sedimentação utilizando coagulante extraído do pinus. a) coagulante extraído com H_2O destilada + 5% Na_2SO_3, b) coagulante extraído com H_2O destilada + 10% NaOH, c) coagulante extraído com H_2Odestilada



Fonte: a autora (2021).

A partir das imagens apresentadas nas Figuras 12 e 13, pode-se afirmar que as amostras com coagulante extraído do *Pinus taeda,* após a adição do descolorante,apresentaram coloração mais clara. A amostra em que utilizou-se o coagulante extraído com hidróxido de sódio 10% apresentou coloração predominante escura, assim, necessitaria de uma quantidade superior de descolorante para tornar-seincolor.

4.2.1 Análise da variação do pH

Aferiu-se o pH após todas as adições de coagulante e constatou-se que não houve alteração de muita relevância, como demonstra a Tabela 2. O pH permaneceneutro a levemente alcalino, entre 7,3 a 7,83. O que se torna um benefício na utilizaçãodesse tipo de coagulante vegetal.

Tabela 2 - Variação do pH após adição do coagulante *Em relação ao peso seco da casca

Espécie	Extração	pH do efluente bruto	pH após adição do coagulante
Pinus taeda	H_2O destilada	7,37	7,38
Pinus taeda	H_2O destilada + 5% Na_2SO_3*	7,37	7,30
Pinus taeda	H_2O destilada + 10% NaOH*	7,37	7,83
Eucalyptus grandis	H_2O destilada	7,37	7,38
Eucalyptus grandis	H_2O destilada + 5% Na_2SO_3*	7,37	7,42
Eucalyptus grandis	H_2O destilada + 10% NaOH*	7,37	7,70

Fonte: a autora (2021).

A Legislação de recursos hídricos do estado de Santa Catarina, que contém os padrões de emissão de efluentes líquidos, é encontrada no Art. 19, do Decreto n°14.250, de 5 de junho de 1981. De acordo com o decreto, o pH do efluente deveobedecer aos valores entre 6,0 a 9,0, para que possa ser lançado nos corpos hídricos.Portanto, a partir dos resultados obtidos, pode-se afirmar que, após o tratamento com o coagulante vegetal extraído, não é necessário ajuste de pH antes do lançamento do efluente tratado no rio.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mediante o desenvolvimento desta pesquisa, pôde-se observar que é extremamente relevante realizar o tratamento de efluentes de forma correta e principalmente através de uma forma menos agressiva ao meio ambiente. Por isso, aimportância da utilização do coagulante vegetal, obtido a partir de resíduos de cascasde pinus e eucalipto.

A partir do uso de três solventes diferentes para a extração em autoclave do tanino, obtido da casca do *Pinus taeda* e *Eucalyptus grandis*, constatou-se que utilização do sulfito de sódio 5% influenciou significativamente no rendimento da

extração dos taninos nas duas espécies estudadas. Em ambas as espécies, o coagulante apresentou melhor desempenho na coagulação.

Comparando os resultados do tratamento com o coagulante extraído do pinus e do eucalipto, a casca do pinus apresenta maior concentração de substâncias capazes de limpar o efluente e formar flocos maiores para sedimentação.

Analisando os valores do pH final do efluente após o tratamento, salienta-se que o mesmo pode ser lançado aos corpos hídricos, dispensando a necessidade de inserção de agentes químicos para adequar o pH exigido na Legislação de Recursos Hídricos do estado de Santa Catarina, encontrada no Art. 19, do Decreto n° 14.250, de 5 de junho de 1981.

Esses fatores, permitem concluir que o tanino é um coagulante vegetal de simples obtenção e muito eficiente para o tratamento de efluentes têxteis. Assim, a substituição de coagulantes químicos pelo tanino contribui para um tratamento de efluentes mais limpo e biodegradável.

Destaca-se ainda que é possível realizar um estudo a respeito da utilização da massa da solução tânica que ficou na peneira, para avaliar se há ativos de tanino retidos após a secagem. Além de testes para definir a quantidade ótima do coagulante e do descolorante. Ressalta-se a possibilidade de uma pesquisa comparativa entre otanino vegetal obtido com o tanino comercial, o Tanfloc. Assim, a partir da extração em autoclave, também pode-se realizar o cálculo percentual do teor de taninos condensados obtidos e a viabilidade do processo de extração para aplicação na indústria.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO CATARINENSE DE EMPRESAS FLORESTAIS. Biblioteca. **Mapa logístico florestal 2020.** Maciços florestais. Santa Catarina.2020. Disponível em: http://www.acr.org.br/uploads/biblioteca/mapa-logistico-florestal-2020.pdf Acesso em:17 ago. 2021.

CISNEROS, R. L.; ESPINOZA, A. G. e LITTER, M. N**. Fotodegradação de um corante azo da indústria têxtil**. Revista Chemosphere, v. 48, Edição 4, p. 393-

399,Julho de 2002. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0045653502001170> Acessoem 08 set. 2021.

CRUZ, João Guilherme Heinz. **Alternativas para aplicação de coagulante vegetal à base de tanino no tratamento de efluente de uma lavanderia industrial.** 2004. Dissertação (Mestrado profissionalizante em engenharia com ênfase em EngenhariaAmbiental e Tecnologias Limpas) - Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

DI BERNARDO, L.; Dantas, A. D. B. **Métodos e técnicas de tratamento de água**.USP - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/single.php?_id=001478143> Acesso em: 29 Ago. 2021.

FERREIRA, P.C., Piai, K.A.; Takayanagui, A.M.M., Segura-Muñoz, S.I. **Alumínio como fator de risco para doença de Alzheimer.** Revista Latino-americana de Enfermagem, 16(1), 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rlae/v16n1/pt_22.pdf.> Acesso em: 2 ago. 2021.

GRAHAM, N.; GANG, F.; FOWLER, G.; WATTS, M. **Characterisation and coagulation performance of a tannin-based cationic polymer: a preliminaryassessment**. Colloids and Surface A: Physicochem. Eng. Aspects, 327, p. 9-16.2008.

HOPPER, Daniela Pacheco. **Tratamento de efluentes de indústrias têxteis utilizando processos oxidativos avançados**. 2007. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal dePernambuco, Recife, 2007. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/6047> Acesso em: 17 ago. 2021.

MARTINS, A.A., Oliveira, R.M.S., Guarda, E.A.(2014) **Potencial de uso de compostos orgânicos como coagulantes, floculantes e adsorventes no**

tratamento de água e efluentes. X Fórum Ambiental da Alta Paulista, 10(12),168-183.

RICHTER, C. A.; AZEVEDO NETO, J. M. de. **Tratamento de Água: Tecnologia atualizada.** 7 ed. São Paulo: Ed. Edgard Blücher Ltda, 332 p., 2007. Disponível em:

<https://docplayer.com.br/10039472-Analise-preliminar-comparativa-da-utilizacao- de-coagulantes-organicos-e-inorganicos-para-o-tratamento-de-agua.html> Acesso em: 30 Ago. 2021.

SANTA CATARINA. **Decreto 14.250, de 05 de junho de 1981**. Regulamenta dispositivos da Lei nº 5.793, de 15 de outubro de 1980, referentes à proteção e à melhoria da qualidade ambiental. Santa Catarina. Disponível em: < http://www.cadastro.aguas.sc.gov.b/sirhsc/conteudo_visualizar_dinamico.jsp?idEmpresa=29&idMenu=497&idMenuPai=496> Acesso em: 12 Nov. 2021.

SARTORI, Caroline Junqueira. **Avaliação dos teores de compostos fenólicos nascascas de Anadenanthera peregrina (angico-vermelho)**. 2012. 94p. 2012. Tese de Doutorado. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Ciência e Tecnologia da Madeira - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

SILVA, Kesia Karina de Oliveira Souto. **Caracterização do efluente líquido no processo de beneficiamento do índigo têxtil.** 2007. 156 f. Dissertação (Pós- graduação em Engenharia Mecânica), Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2007.

SKORONSKI, Everton; B. Niero, M. Fernandes, M.V. Alves; V. Trevisan. **Estudo daaplicação de tanino no tratamento de água para abastecimento captada no rioTubarão, na cidade de Tubarão, SC**. Revista Ambiente & Água, v. 9, n. 4, p. 679, 2014.

STARLING, Maria Clara Vieira Martins. **Aplicação de foto-fenton solar em efluente têxtil visando à obtenção de água de reuso**. Dissertação (Mestrado em

Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) - Universidade Federal de MinasGerais, Escola de Engenharia - 2016

TANAC. **Tanfloc: Coagulante/Floculante de origem vegetal**. Tanac S.A – T. Weibull, 199 – Montenegro, Rio Grande do Sul. Brasil. 2021. Disponível em:

<https://www.tanac.com.br/novo/wp-content/uploads/2021/06/CT_TANFLOC_SG_PT_0-1.pdf> Acesso em: 30 Ago.2021.

TEIXEIRA, Lincoln Cambraia. **Resíduos florestais: tecnologias disponíveis e suas tendências de uso.** In: SEMINÁRIO DE PRODUTOS SÓLIDOS DE MADEIRADE EUCALIPTO, 2. 2003, Belo Horizonte. Anais... Viçosa: UFV, 2003, p. 191-203.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS. Faculdade de Engenharia Civil.Biblioteca didática de Tecnologias Ambientais. **Coagulação.** Disponível em: http://www.fec.unicamp.br/~bdta/coagulacao.htm. Acesso em: 28 set. 2021.

VAJNHANDL, S.; VALH, J. V. **The status of water reuse in European textile sector.Journal of Environmental Management**, v. 141, p. 29-35, 2014.

VIEIRA, M. C.; RCC Lelis; BC Silva; GL Oliveira. Tannin extraction from the bark of Pinus oocarpa var. oocarpa with sodium carbonate and sodium bisulfite. **FLORAM - Floresta e Ambiente**. Seropédica, v. 18, n. 1, p. 1-8, 2011. DOI: 10.4322/floram.2011.017. Disponível em:<https://floram.org/article/10.4322/floram.2011.017/pdf/floram-18-1-1.pdf.> Acesso em: 12 out. 2021.