



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

ESTUDO DO CURTIMENTO WET-WHITE COM ADIÇÃO DE NANOPARTÍCULAS DE LAPONITA E BENTONITA

Rodrigo Borusewsky- rodrigo.boru@gmail.com- Universidade Feevale

Jackson Kern Cardoso – jackson.kc@hotmail.com – Universidade Feevale

Fernando Dal Pont Morisso- morisso@feevale.br – Universidade Feevale

Patrice Monteiro de Aquim – patrice@feevale.br – Universidade Feevale

Resumo: A tecnologia implementada na indústria do couro é de grande importância para setores como o automobilístico, moveleiro, calçadista e de vestuário. O curtimento com sulfato básico de cromo é o mais utilizado mundialmente devido a algumas características conferidas ao couro, como elasticidade, resistência ao rasgamento, estabilidade hidrotérmica além de vantagens econômicas, o que dificilmente se atinge com curtentes alternativos. Contudo, o couro curtido com sulfato básico de cromo gera resíduos sólidos classificados como classe I de acordo com a norma ABNT NBR 10.004 (2004) devido a possibilidade de oxidação a cromo de valência VI. Diante deste contexto o objetivo do presente estudo foi propor curtimentos isentos de cromo adicionando nanopartículas de laponita e bentonita em combinação com diferentes curtimentos wet-white visando a maior interação do curtente com o colagênio. A metodologia do trabalho consistiu na realização de curtimentos wet-white em escala piloto e após a realização dos processos de curtimento os couros foram avaliados por meio do teste de retração. Os banhos residuais foram avaliados através de análises de DBO₅, DQO e sólidos dissolvidos totais. Os resultados encontrados foram satisfatórios alcançando-se uma temperatura de retração de 90 °C na combinação de curtimento utilizando ácido tânico, Laponite RD e sulfato de alumínio, além de um banho residual com bom esgotamento resultando numa diminuição de carga tóxica para o efluente.

Palavras-chave: Curtimento wet-white, nanotecnologia, laponita, bentonita

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

STUDY OF WET-WHITE TANNING WITH ADDITION OF LAPONITE AND BENTONITE NANOPARTICLES

Abstract: *The technology implemented in the leather industry is of great importance for sectors such as automobile, furniture, footwear and clothing. Tanning with basic sulfate of chromium is the most used worldwide due to some characteristics conferred to the leather, such as elasticity, tear resistance, hydrothermal stability besides economic advantages, which is difficult to reach with alternative tanning agents. However, leather tanned with basic sulfate of chromium generates solid wastes classified as class I according to ABNT NBR 10.004 (2004) due to the possibility of oxidation to chromium of valence VI. In this context, the objective of the present study was to propose chromium-free tanning by adding nanoparticles of laponite and bentonite in combination with different wet-white tanneries, aiming at the greater interaction of tanning and collagen. The methodology of the work consisted in the realization of pilot-scale wet-white tanning and after the tanning processes were carried out the hides were evaluated by means of the retraction test. The residual baths were evaluated by analysis of BOD₅, COD and total dissolved solids. The results were satisfactory reaching a retraction temperature of 90 ° C in the combination of tanning using tannic acid, Laponite RD and aluminum sulphate, in addition to a residual bath with good exhaustion resulting in a decrease of toxic load for the effluent.*

Keywords: *Wet-white tanning, nanotechnology, laponite, bentonite.*

1. INTRODUÇÃO

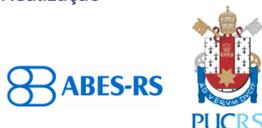
A tecnologia implementada na indústria do couro é de grande importância para setores como o automobilístico, moveleiro, calçadista e de vestuário. O setor tem grande participação na economia brasileira e mundial, porém, é gerador de grandes quantidades de resíduos. Por utilizar cromo no curtimento dos couros, os resíduos finais apresentam altas concentrações deste elemento, que de acordo com a norma ABNT NBR 10.004 de 2004, são classificados como classe I (MAIER et al., 2017).

A indústria do couro tem participação em diferentes cadeias produtivas. Ela depende da pecuária e de frigoríficos, que são os fornecedores da principal matéria-prima, as peles. São os curtumes que fabricam o produto final (couro), que é fornecido para outras indústrias, como a de calçados e artefatos, de vestuário, de móveis e a automobilística (CUNHA, 2011).

No ano de 2016, as exportações brasileiras de couros e peles somaram US\$ 2,033 bilhões, representando 1,3% do total das exportações brasileiras. Foram exportados mais de 193 milhões de metros quadrados de couro bovino (GUIA BRASILEIRO DO COURO, 2017)

O consumo de couro para estofamento automotivo é de cerca de 150 mil couros por dia. Deste total, 30% são de couros *chrome-free* que são consumidos por montadoras como a Audi, Porsche, Volkswagen e Volvo. Estas e outras empresas, buscando reduzir os impactos ambientais na sua produção, estão adotando a utilização de couros isentos de cromo no estofamento de seus automóveis (ASSINTECAL, 2017). Assim, a crescente demanda por sustentabilidade tem influenciado na busca por

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

curtimentos alternativos ao cromo. Os diversos métodos alternativos existentes são denominados “*chrome free*”, “*metal free*” e “*wet white*” (NAVIGLIO, 2011).

Atualmente, cerca de 90% dos processos de curtimento realizados no mundo utilizam sais de cromo, devido a algumas características conferidas ao couro, como elasticidade, resistência ao rasgamento, estabilidade hidrotérmica além de vantagens econômicas (BACARDIT et al., 2014).

Ainda não se alcançou um processo alternativo que confira as mesmas características do couro *wet-blue*. Uma das principais dificuldades é a de alcançar uma resistência térmica superior a 100°C, que na maioria dos métodos de curtimento alternativos suporta em média a temperatura de 85°C sem que ocorra a desnaturação do colágeno (MAIER et al., 2017).

Diante deste contexto o presente trabalho propõe o estudo de curtimentos isentos de cromo, que consistirá na realização de curtimentos *wet-white* convencionais adicionados de nanopartículas visando a maior interação do curtente com o colágeno melhorando as propriedades dos couros e minimizando a geração do resíduo classe I.

3. METODOLOGIA

A metodologia deste trabalho consistiu na realização de seis testes de curtimento realizados em pele vacum piquelada. Foram utilizados dois meios de peles diferentes das quais foram retirados seis pedaços de tamanho igual próximas à região do grupon (região dorsal dos animais que apresenta maior densidade e entrelaçamento de feixes de fibras de colágeno).

Nas formulações foram utilizados ácido tânico, sulfato de alumínio, nanopartículas de bentonita e Laponite RD em diferentes combinações e percentuais.

Os testes foram realizados no conjunto de fulões piloto em aço inox Ø350x150mm, modelo GB R35-6 316L, utilizado no curtimento, tingimento, lavagem e processamento de amostras de couros, peles e têxteis, com possibilidade de aquecimento até 80 °C do laboratório de beneficiamento da Universidade Feevale.

As formulações de curtimento propostas foram baseadas nos estudos de Fathima et al. (2004) e Jiabo et al. (2015), e estão apresentadas na tabela 1.

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



Tabela 1: Formulações de curtimento realizados no experimento A (240 minutos) e B (360 minutos)

Insumos	Teste I	Teste II	Teste III	Teste IV	Teste V	Teste VI
Água	120%	120%	120%	120%	120%	120%
Cloreto de sódio	7%	7%	7%	7%	7%	7%
Tempo (min)	10'	10'	10'	10'	10'	10'
Formiato de sódio	1%	1%	1%	1%	1%	1%
Tempo (min)	10'	10'	10'	10'	10'	10'
Bicarbonato de Sódio	1%	1%	1%	1%	1%	1%
Tempo (min)	120'	120'	120'	120'	120'	120'
Ácido Tânico	20%	20%	20%	10%	10%	10%
Laponite RD	-	3%	-	-	3%	-
Bentonita	-	-	3%	-	-	3%
Sulfato de alumínio (50%)	-	-	-	10%	10%	10%
Fungicida	0,05%	0,05%	0,05%	0,05%	0,05%	0,05%
Ácido Fórmico	0,80%	0,80%	0,80%	0,80%	0,80%	0,80%

*Exp. (Experimento)

A mesma formulação foi realizada duas vezes. Na primeira batelada de testes, nomeada Experimento A, conforme os tempos apresentados na Tabela 1, os curtentes rodaram durante 240 minutos, e após, ficaram no banho durante o período da noite em um processo automático no qual o fulão roda durante 5 minutos e 15 fica parado. Na segunda batelada de testes, nomeada Experimento B, o mesmo processo realizado, porém, o tempo de rotação dos curtentes antes de ficar parado durante a noite foi de 360 minutos.

Antes de introduzir as peles nos fulões foi realizado o ajuste do grau Baumé utilizado água e cloreto de sódio até atingir °Bé 7,0. Após foi realizada uma neutralização com formiato de sódio e bicarbonato de sódio para ajustar o pH entre 4,6 e 4,8 que foi medido utilizando o medidor multiparâmetro HQ 40 d – Hach e indicador de pH verde de bromocresol.

Do banho residual de cada teste foram realizadas as análises de DQO (Demanda Química de Oxigênio), DBO₅ (Demanda Bioquímica de Oxigênio) e sólidos totais dissolvidos. As análises de DBO e de DQO foram realizadas de acordo com as metodologias descritas no *Standard methods for examination of water and wastewater*, SM - 5210- B e SM - 5220-D (AWWA, APHA, WPCI., 2005), respectivamente. A análise de sólidos totais dissolvidos foi realizada utilizando o medidor multiparâmetro HQ 40 d – Hach.

Os testes de retração foram realizados a 90 °C e a 100 °C nos couros curtidos, que foram cortados em dimensionamento 10 x 2 cm e colocados na água durante 1 min, baseado na norma ABNT - NBR 13335, (2001).

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análises dos banhos residuais

A tabela 2 apresenta os resultados dos sólidos totais dissolvidos obtidos dos banhos residuais dos testes realizados nos experimentos A e B.

Tabela 2 - Resultado das análises de sólidos totais dissolvidos

Teste	Sólidos totais dissolvidos (mgL ⁻¹)	
	Experimento	
	A	B
I - Ácido Tânico	23100	23700
II - Ácido Tânico + Laponita	24800	20720
III - Ácido Tânico + Bentonita	23500	18330
IV - Ácido Tânico + Sulfato de Alumínio	24400	20510
V - Ácido Tânico + Laponita + Sulfato de Alumínio	21090	22900
VI - Ácido Tânico + Bentonita + Sulfato de Alumínio	23700	21670

De acordo com a Tabela 2, os valores mínimo e máximo de sólidos totais dissolvidos obtidos nas análises dos banhos residuais foram 18.330 mgL⁻¹ e 24.800mgL⁻¹ respectivamente. O valor médio apresentado por Lofrano et al. (2013) para banhos de efluente de processos de curtimento ao cromo foi de 37.000 mgL⁻¹. Se comparado com o valor máximo obtido nos testes realizados neste trabalho, verificamos um resultado cerca de 33% menor. Em outras pesquisas foram encontrados valores menores, como em Shegani (2014) que obteve média de 17.500 mgL⁻¹ para efluente bruto e Chowdhury et al. (2013) com média de 14000 mgL⁻¹. Analisando os valores de referência, verifica-se que os resultados obtidos estão dentro da média esperada para efluentes de processos de curtimento.

Comparando os valores de sólidos totais dissolvidos dos dois experimentos, nota-se que os valores obtidos nos testes do experimento B são menores que os do experimento A, com exceção dos testes I e V que tiveram um aumento de 2,59% e 8,58% respectivamente. O mesmo comportamento é verificado nos valores de salinidade dos dois experimentos, onde os valores dos testes I e V que tiveram um aumento de 2,94% e 4,88% respectivamente.

Analisando os resultados de sólidos totais dissolvidos e salinidade dos testes I, II e III do experimento A, verificou-se que houve aumento médio de 7,67% com a adição da laponita e aumento de 1,91% com a adição da bentonita. Já no experimento B, para os mesmos testes houve redução com média de 12,61% na adição de laponita e redução de 22,63% na adição da bentonita. Desta forma, nota-se que o aumento do tempo de rotação teve influência positiva, implicando na redução de sólidos totais dissolvidos no banho, fato que se deve ao maior esgotamento dos curtentes.

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
 abes-rs@abes-rs.org.br
 (51) 3212.1375



Os resultados das análises de demanda química de oxigênio (DQO) e demanda bioquímica de oxigênio (DBO₅) são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3: Demanda química de oxigênio (DQO) e demanda bioquímica de oxigênio (DBO₅)

Teste	DBO ₅ (mgO ₂ L ⁻¹)			DQO (mgO ₂ L ⁻¹)		
	Experimento A	Experimento B	Variação AB (%)	Experimento A	Experimento B	Variação AB (%)
I - Ácido Tânico	453	362	-20,09	49367	45915	-6,99
II - Ácido Tânico + Laponita	362	462	27,62	51062	41031	-19,65
III - Ácido Tânico + Bentonita	302	281	-6,95	50404	36057	-28,46
IV - Ácido Tânico + Sulfato de Alumínio	80	80	0,00	13353	12192	-8,70
V - Ácido Tânico + Laponita + Sulfato de Alumínio	101	101	0,00	17585	15232	-13,38
VI - Ácido Tânico + Bentonita + Sulfato de Alumínio	50	60	20,00	14012	14936	6,60

A Tabela 3 apresenta os resultados de DQO e DBO₅ obtidos nas análises dos banhos residuais, onde podemos constatar que os valores dos testes I, II e III são até três vezes maiores do que os obtidos nos testes IV, V e VI. Isso demonstra que em ambos experimentos, nos testes com menor percentual de ácido tânico e adição de sulfato de alumínio, a matéria orgânica remanescente foi menor, o que pode ser atribuído a um maior esgotamento do banho.

De acordo com a resolução Consema nº 355/2017, para uma vazão menor que 100 m³/d o valor máximo de emissão para DBO₅ é de 120 mgO₂L⁻¹ e para DQO este valor é de 330 mgO₂L⁻¹. Os valores de DBO₅ dos testes IV, V e VI dos dois experimentos ficaram dentro dos parâmetros da resolução e os resultados dos testes I, II e III tiveram resultados um pouco acima dos valores permitidos pela resolução, o que se deve a utilização de um percentual maior de ácido tânico nas formulações resultando em um menor esgotamento do banho e consequentemente maior carga orgânica no banho exigindo maior consumo de oxigênio (TEIXEIRA E MOREIRA, 2003).

Os resultados de DQO de todos os testes ficaram acima do permitido pela resolução, que pode ser atribuído tanto pela presença de ácido tânico quanto pela alta concentração de produtos curtentes em um baixo volume de banho, já que os valores da resolução são válidos para efluentes finais já tratados.

Quando comparado com análises de testes realizados dentro do mesmo formato, verificamos um resultado mais otimista. O valor de DQO encontrado por Ritterbusch (2012) no banho

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375

residual do teste de curtimento utilizando tanino de acácia modificada foi de 60.670,8 mgO₂L⁻¹, e nos testes de Aquim, Gutterres e Tessaro (2004) os valores de DQO do banho residual dos testes de curtimento com sais de cromo resultou em valores superiores a 50.000 mgO₂L⁻¹, portanto, podemos considerar que mesmo nos testes do experimento A, onde o esgotamento foi menor, os valores dos testes I, II e III estão dentro da média dos curtimentos convencionais, e os testes IV, V e VI apresentaram resultados com redução de até 70%, o que significa uma melhora significativa na redução de carga tóxica no efluente.

4.2 Retração dos couros

Os resultados dos testes de retração a 100 e a 90 °C são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 - Resultado dos testes de retração a 100 e 90 °C

Teste	Retração à 100 °C (%)		Retração à 90 °C (%)	
	Experimento A	Experimento B	Experimento A	Experimento B
I - Ácido Tânico	24,5	22,0	16,8	18,8
II - Ácido Tânico + Laponita	20,8	18,0	1,0	15,0
III - Ácido Tânico + Bentonita	23,0	26,7	16,2	22,0
IV - Ácido Tânico + Sulfato de Alumínio	18,0	15,2	4,0	20,0
V - Ácido Tânico + Laponita + Sulfato de Alumínio	22,0	13,9	0,0	3,0
VI - Ácido Tânico + Bentonita + Sulfato de Alumínio	16,8	16,0	7,9	17,0

Analisando os resultados dos testes de retração pode-se constatar que assim como já verificado por Shi et al., (2015), a adição de laponita traz uma melhora significativa na resistência hidrotérmica dos couros. A 90 °C, o teste V teve uma média de retração inferior a 2%. Já a utilização da bentonita não demonstrou alteração significativa nos resultados de retração.

Comparando os resultados dos testes I e II, nos testes de fervura à 100 °C a adição de laponita resultou no aumento da resistência hidrotérmica de 15,10% no experimento A e aumento de 18,18% no experimento B. À 90 °C o aumento foi de 94,04% no experimento A e 20,21% no B.

Por apresentar composição química semelhante ao da laponita, esperava-se que a adição das nanopartículas de bentonita aos curtimentos propostos melhoraria a resistência hidrotérmica dos couros, porém, o que se pode observar é que sua adição não teve influência significativa, apresentando resultados até mesmo inferiores aos obtidos nos curtimentos sem a sua adição.

Nos curtimentos com bentonita os resultados dos testes de fervura oscilaram entre valores com aumento e redução da resistência hidrotérmica. Houve uma redução média de 6,40% nos testes de fervura a 100 °C dos experimentos A e redução média de 13,31% nos experimentos B. À 90 °C houve aumento médio de 50,53% no experimento A e redução média de 16%.

De acordo com as informações do manual técnico do fabricante da bentonita, as partículas da bentonita possuem tamanho de 300 a 600 nanômetros, enquanto que os da laponita possuem



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

cerca de 25 nanômetros. O tamanho das partículas pode ter contribuído negativamente nos resultados de retração dos curtimentos com a bentonita. Por possuir um tamanho de partícula maior, a bentonita teve menor poder de penetração em relação a laponita, reagindo apenas superficialmente com o colágeno das peles.

Em testes realizados por Pan et al. (2017) onde foram utilizadas nanopartículas de SiO₂ preparadas com modificadores de superfície no curtimento de peles de cabra, a maior temperatura de retração obtida foi de 76 °C. Zuriaga-agustí et al. (2015) analisando a temperatura de retração obteve temperatura média de 83 °C para curtimento com titânio e média de 102 °C para curtimento com sais de cromo. Podemos verificar que a combinação de ácido tânico, laponita e sulfato de alumínio foi superior a outros métodos de curtimento wet-white, atingindo a temperatura de 90 °C, porém ainda é inferior as temperaturas atingidas no curtimento wet-blue.

A média dos resultados de retração do experimento A foi superior aos obtidos no experimento B. Isso que demonstra que, ao contrário do que se esperava, o aumento do tempo de rotação e a adição dos curtentes em um intervalo de tempo maior, não resultou em couros com maior grau de curtimento que conseqüentemente resultaria em uma maior estabilidade hidrotérmica.

4. CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos foi possível constatar que a combinação de ácido tânico, Laponite RD e sulfato de alumínio resultou em uma melhora significativa da temperatura de retração, que resistiu a 90 °C sem sofrer alterações nas suas propriedades. Esta combinação de curtentes mostrou-se menos agressiva ao meio ambiente uma vez que o banho residual apresentou bom esgotamento, contribuindo na diminuição da carga tóxica enviada para o tratamento de efluentes. Além disso, por tratar-se de um processo de curtimento isento de cromo, o mesmo apresenta resíduos sólidos com maior biodegradabilidade, sendo assim menos danoso ao meio ambiente.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AQUIM, P. M.; GUTTERRES, M.; TESSARO, I. Indústria do Couro - **Análises químicas da pele e do banho nos processos de ribeira e curtimento**. XV COBEQ. Curitiba, 2004. Disponível em: <goo.gl/MHRq8P> Acesso em: 07 set. 2017.

ASSINTECAL. **Associação Brasileira de Empresas de Componentes para Couro**. 2017. Disponível em: <http://www.assintecal.org.br/>. Acesso em: 04 out. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Resíduos sólidos – Classificação**: NBR 10004, Rio de Janeiro, maio 2004. 13p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS QUÍMICOS E TÉCNICOS DA INDÚSTRIA DO COURO - ABQTIC. **Guia brasileiro do couro**. Estância Velha, 2017.

BACARDIT, Anna et al. Evaluation of a new environment friendly tanning process. **Journal Of Cleaner Production**, [s.l.], v. 65, p.568-573, fev. 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.09.052>. Acesso em: 03 nov. 2017.

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375



11º SIMPÓSIO
INTERNACIONAL
DE QUALIDADE
AMBIENTAL

02 A 04 DE
OUTUBRO
PORTO ALEGRE-RS
TEATRO DA PUCRS



TEMA
meio ambiente,
política & economia

CHOWDHURY, Manjushree et al. **Treatment of leather industrial effluents by filtration and coagulation processes.** *Water Resources And Industry*, [s.l.], v. 3, p.11-22, set. 2013. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.wri.2013.05.002>.

CONSEMA – Conselho estadual do Meio Ambiente. **Resolução 355/2017:** Dispõe sobre os critérios e padrões de emissão de efluentes líquidos para as fontes geradoras que lancem seus efluentes em águas superficiais no Estado do Rio Grande do Sul. 2017. Disponível em: <<https://goo.gl/jPtTsm>>. Acesso em: 02 nov. 2017.

CUNHA, Adriana Marques da. **Relatório de Acompanhamento Setorial: Indústria de Couro.** Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI). Campinas: mar. 2011.

FATHIMA, N. N., SARAVANABHAVAN, S., RAO, J. R. et al. An Eco-Benign Tanning System Using Aluminium, Tannic Acid, and Silica Combination. *J. Amer. Leather Chem.* Chennai. v. 99, p.73-81. 2004. Disponível em: <<https://goo.gl/svaFNK>>. Acesso em: 14 out. 2017.

JIABO, Shi et al. A Novel Approach for Wet-White Leather Manufacture Based on Tannic Acid-Laponite Nanoclay Combination Tannage. *Journal. Sichuan*, p. 25-30. out. 2015. Disponível em: <<https://goo.gl/Uo7pg5>>. Acesso em: 10 out. 2017.

MOREIRA, M. V.; TEIXEIRA, R. C.. **Estado da arte tecnológico em processamento do couro: revisão bibliográfica no âmbito internacional.** Porto Alegre: Centro Nacional de Tecnologias Limpas (Projeto Desenvolvimento Sustentável da Indústria do Couro em MG e no RS), 2003.

MAIER, Markus et al. Screening of European medicinal herbs on their tannin content—New potential tanning agents for the leather industry. *Industrial Crops And Products*, [s.l.], v. 99, p.19-26, maio 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.01.033>>. Acesso em: 24 out. 2017.

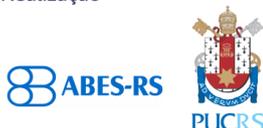
NAVIGLIO, B., et. al. **Sistemas de curtimentos alternativos ao cromo, Chrome Free e Metal Free.** Departamento dos estudos, das instituições e dos sistemas territoriais, universidade dos estudos de Nápoles “Pathenólpe”, 2011.

PAN, Hui et al. Preparation, characterization and application of dispersible and spherical Nano-SiO₂@Copolymer nanocomposite in leather tanning. *Applied Surface Science*, [s.l.], v. 426, p.376-385, dez. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.apsusc.2017.07.106>.

SHEGANI, G.. Treatment of Tannery Effluents by the Process of Coagulation. *International Journal Of Environmental And Ecological Engineering*, Berat, v. 8, n. 4, p.240-244, jan. 2014.

RITTERBUSCH, D. F. **Possibilidades de curtimentos vegetais associados a sulfato de tetra-hidroximetil-fosfônio e resina acrílica.** Dissertação de Mestrado. Novo Hamburgo. Feevale, 2015.

Realização



Correalização



Informações:

qualidadeambiental.org.br
abes-rs@abes-rs.org.br
(51) 3212.1375