

ÁREA TEMÁTICA: Gestão Ambiental

PROJETO DE RECUPERAÇÃO DE ÁREA DEGRADADA (PRAD) PARA ATIVIDADE DE CURTUME COM PROCESSO WET BLUE

Leticia Supptitz (leticiasupptitz@live.com)

Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC

RESUMO

A recuperação da área degradada não voltará a ser como a original, porém devemos atingir um patamar que seja o mais próximo possível do inicial e que devolva o equilíbrio para o ecossistema local. A recuperação do solo em áreas degradadas ocorre através do processo de sucessão secundária, pelo meio de substituição florística e em fases que se complementam. A indústria do couro é representativa no Brasil e grande geradora de resíduos sólidos e líquidos com quantidades elevadas de cargas orgânicas e inorgânicas, sendo seu principal componente o cromo. O cromo é classificado como resíduo perigoso, apresentando riscos à saúde humana e ao meio ambiente quando atinge concentrações elevadas (acima de 72 mg/kg). O couro é a pele do animal que passou por alguns processos, como limpeza, estabilização e acabamento, antes da confecção de artigos em geral. O primeiro passo na remediação da área é a remoção da fonte primária de contaminação presente no solo através da escavação, remoção e destinação final do material para um aterro industrial. Estes resíduos serão destinados a unidades de recebimento de resíduos perigosos. O próximo passo é a remediação da água subterrânea contaminada através da técnica de "Pump & Treat" que irá bombear a água subterrânea e encaminhá-la para tratamento na ETE e depois ser novamente devolvida ao aquífero. Após a remediação inicia-se a etapa de reflorestamento, através da plantação de, aproximadamente, 31.000 mudas de espécies diferentes. Esta área estará, em alguns anos, apta para receber outro ramo de atividade sem apresentar riscos ao meio ambiente.

Palavras-chave: Curtume; PRAD; Remediação.

DEGRADED AREA RECOVERY PLAN (PRAD) FOR TANNERY ACTIVITY WITH WET BLUE PROCESS

ABSTRACT

The recovery of the degraded area will not be the same as the original, but we must reach a level that is closest to the original, and that brings back balance to the local ecosystem. Soil recovery in degraded areas occurs through the secondary succession process, through floristic substitution and in phases that complement each other. The leather industry is significantly large in Brazil and a major generator of solid and liquid waste with high amounts of organic and inorganic fillers, the main component of which is chromium. Chromium is classified as a hazardous waste, presenting risks to human health and the environment when it reaches higher concentrations (above 72 mg/kg). Leather is the skin of the animal that has gone through some processes, such as salting, treatment, drying, finishing, before making general items. The first step in the remediation of the area is the removal of the primary source of contamination present in the soil through excavation, removal, and final disposal of the material to an industrial landfill. This waste will be sent to hazardous waste receiving units. The next step is the remediation of contaminated groundwater using the "Pump & Treat" technique that will pump groundwater and send it for treatment at the WWTP (wastewater treatment plant) and then be returned to the aquifer again. After remediation, the reforestation stage begins, through the planting of approximately 31,000 seedlings of different species. This area will, in a few years, be able to receive another branch of activity without presenting risks to the environment.

Keywords: Tannery; PRAD; Remediation.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) (1990), “a degradação de uma área ocorre quando a vegetação nativa e a fauna forem destruídas, removidas ou expulsas; a camada fértil do solo foi perdida, removida ou enterrada; e a qualidade e o regime de vazão do sistema hídrico forem alterados”.

Hoje se sabe que a restauração ambiental do local degradado não voltará a ser como a original, pois é técnica e economicamente inviável. A recuperação da área degradada deve atingir um patamar que seja o mais próximo possível do original e que devolva o equilíbrio para o ecossistema local.

Os solos possuem papel fundamental na produção de biomassa, como filtro para o lençol freático e como habitat para fauna e flora. A sua degradação provoca a perda da qualidade química, física ou biológica do solo (Tabela 1), afetando a capacidade reprodutiva do ecossistema (FAVARETTO; COGO; BERTOL, 2006).

Tabela 1 - Tipos de degradação do solo

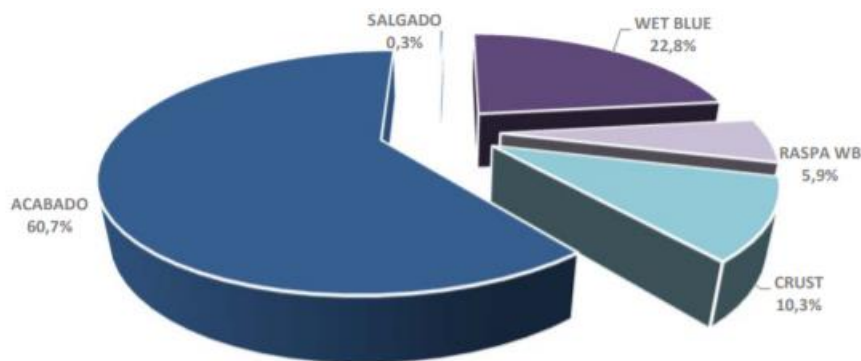
Degradação Física	Perda da qualidade estrutural ou do espaço poroso do solo.
Degradação Química	Perda da capacidade do solo em absorver nutrientes ou o acúmulo de elementos tóxicos.
Degradação Biológica	Redução da atividade e diversidade dos organismos.

Fonte: Adaptado de NEPOMUCENO; NACHORNIK, 2015

A recuperação do solo em áreas degradadas ocorre através do processo secundário de sucessão ecológica, ou seja, ocorre o desenvolvimento da vegetação através da substituição florística, ocorrendo fases complementares que preparam o ambiente para o grupo de espécies seguinte (NEPOMUCENO; NACHORNIK, 2015). Kuniyoshi (1994) diz que a sucessão secundária é predominante, sendo resultado do grande número de alterações que o homem vem causando no meio ambiente nos últimos anos.

A indústria do couro é muito representativa no Brasil, gerando mais de 40 mil empregos em, aproximadamente, 260 curtumes espalhados pelo País (SUMMIT AGRONEGÓCIO BRAIL, 2019). Estes curtumes exportam mais de 80% do couro produzido no país, enviando para mais de 80 países, sendo a China a principal importadora do couro brasileiro. Em março de 2020 a exportação rendeu US\$ 97,2 milhões de dólares, correspondendo a 15,8 milhões de metros cúbicos (m³) de couro enviados para fora do Brasil. O Rio Grande do Sul é o principal estado na produção do couro, representando 26,8% da exportação do ano de 2019, seguido pelo Paraná com 15,1%. O couro acabado é o produto principal da exportação brasileira (Figura 1), sendo responsável por 60,7% em março de 2020, seguido do couro “wet blue” com 22,8% (CICB, 2020). Como consequência desta representatividade no Brasil, a indústria do couro é grande geradora de resíduos sólidos e líquidos contendo cromo.

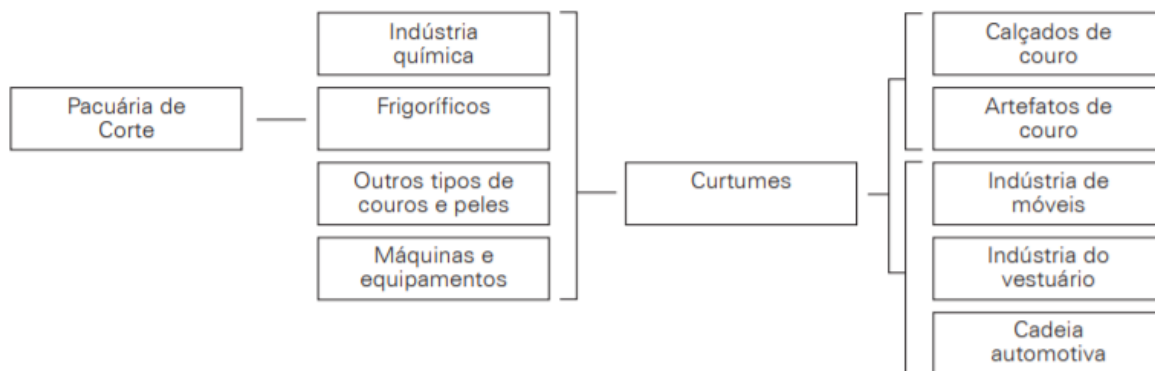
Figura 1 - Porcentagem do couro exportado do Brasil



Fonte: CICB, 2020

As sobras de couro resultantes do processo de curtimento, são chamadas de aparas ou retalhos (VGRESÍDUOS, 2018). O couro é a pele do animal que passou por alguns processos como: limpeza, estabilização e acabamento para poder ser utilizado para confecção de artigos em geral (Figura 2). Os curtumes recebem o couro cru, ou seja, na sua forma mais simples e com menor valor agregado. Este tipo de couro é conhecido como “couro salgado” que é o resultado do salgamento do couro para sua conservação antes do transporte e armazenamento (KAWASHIMA; ANDRADE, 2013).

Figura 2 - Cadeia produtiva do couro



Fonte: CUNHA, 2011

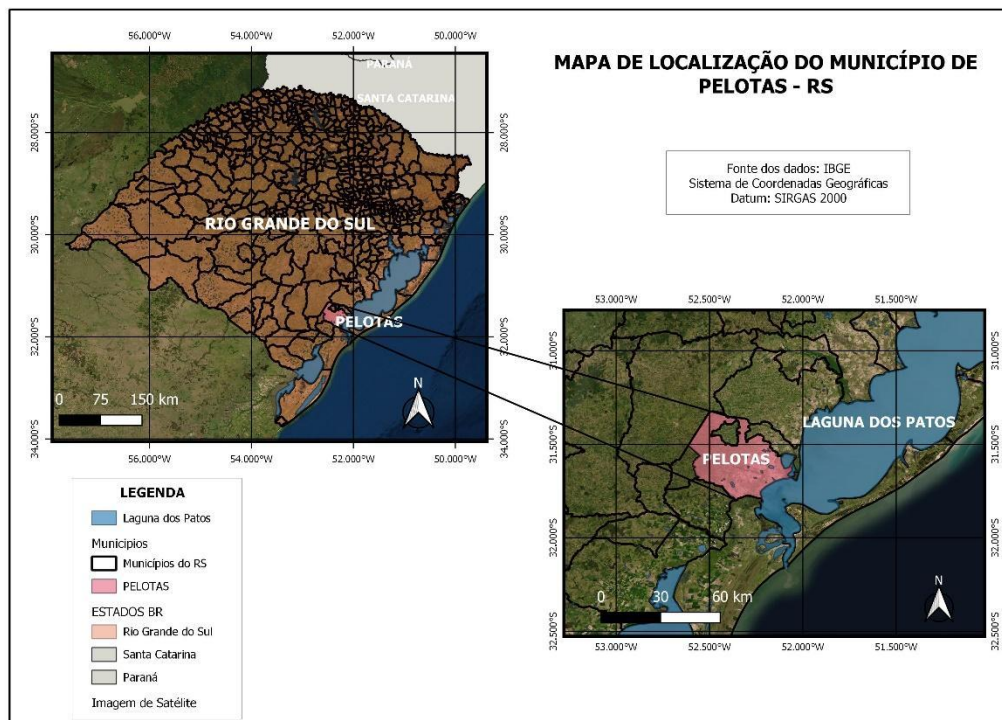
O couro “wet blue” é originado após um primeiro banho de cromo dado no “couro salgado” com o intuito de remover as graxas e gorduras. Recebe este nome por apresentar aspecto úmido e azulado do couro após o processo (KAWASHIMA; ANDRADE, 2013).

Os empreendimentos que exercem atividade de curtume geram quantidades elevadas de resíduos sólidos e líquidos, com elevadas cargas orgânicas e inorgânicas, sendo seu principal componente o metal cromo, que é utilizado no processo de curtimento (FERREIRA et al., 2003). Os resíduos gerados durante o processo de curtimento utilizando cromo são classificados, de acordo com a NBR 10.004/04, como resíduos perigosos classe I. O cromo apresenta risco a saúde pública e ao meio ambiente por ser inflamável, corrosivo, reativo e tóxico. No momento que os resíduos do curtume não são devidamente tratados ou ambientalmente destinados a empresas que recebam resíduos perigosos para tratamento, pode ocorrer a contaminação do solo e do lençol freático e com isso os vegetais e animais possuem alto risco de contaminação e também do surgimento de novas doenças (VGRESÍDUOS, 2018).

1.1 Histórico do empreendimento

Curtume localizado no município de Pelotas/RS (Figura 3), com área de 18,9 hectares, hoje desativado, operou por 60 anos com a atividade de beneficiamento de couro e peles através do processo “wet blue”.

Figura 3 - Mapa de localização do Município de Pelotas - RS



Ao longo destes anos, a empresa depositou, irregularmente, no solo resíduos da sua atividade originando um passivo ambiental e a necessidade da recuperação da área. O volume total de resíduos presentes na área é de aproximadamente 30.000 m³ de aparas de couro curtidas ao cromo além de recipientes/tambores depositados a céu aberto.

O curtume do estudo foi classificado como de acabamento, realizando o beneficiamento do couro a partir do estado “wet blue” até o acabamento final, sendo o cromo o principal poluente do processo (CETESB, 2014).

2. OBJETIVO

Apresentar ações para redução dos poluentes do solo e da água subterrânea, obtidos em análises ambientais, com a finalidade da elaboração do projeto de recuperação da área degradada do empreendimento.

3. METODOLOGIA

Primeiro foram realizados estudos de avaliação e constatação da contaminação da área através de trabalhos anteriores. Após a avaliação preliminar, de acordo com a NBR 15.515-1 (ABNT, 2007), na qual foi delimitado os locais de contaminação, foram definidas a quantidade de pontos para instalação dos piezômetros para coleta de água subterrânea e análise do solo. Os poços de monitoramento têm diâmetro de 100 mm com tubos de revestimento interno em pvc geomecânico de 50 mm revestidos com manta permeável e o preenchimento foi feito com pré-filtro arenoso e selo de bentonita. O topo com selo higiênico e tampa de calçada em ferro. O solo foi coletado no momento da perfuração do piezômetro e a água subterrânea, 7 dias após a instalação do mesmo.

As amostras de solo enviadas para análise foram coletadas na zona capilar. As amostragens de água subterrânea foram coletadas através do método de purga por baixa vazão segundo a Norma D 6771-02 da ASTM, sendo as amostras acondicionadas em recipientes esterilizados, identificados e refrigerados para posterior encaminhamento ao laboratório (CETESB, 2011). Foram coletadas 40 amostras de solo e de água subterrânea, sendo os parâmetros amostrados: metais totais, sulfetos, nitrato, pH e óleos e graxas. O cromo hexavalente não foi considerado neste estudo.

Levando-se em consideração os resultados obtidos nestas análises descritas acima, o solo apresentou 5 pontos com teores de contaminante acima do permitido na CONAMA 420/09 para o parâmetro de investigação industrial, sendo 4 pontos com valores elevados para o cromo e 1 ponto com teores altos de cromo e alumínio (Figura 4). Para a água subterrânea este panorama foi o oposto, apresentando apenas 3 pontos sem nenhuma contaminação, de acordo com a mesma resolução.

Figura 4 - Resultados elevados das amostras de solo dos parâmetros Cromo e Alumínio em comparação com a Resolução CONAMA 420/2009 para investigação de solo industrial

Piezômetro	Parâmetro (mg/kg)	
	Alumínio	Cromo
1	<1	949
12	<1	2360
13	<1	559
28	<1	939
39	35	1550
CONAMA 420/2009 - Investigação Industrial (mg/kg)	-	400

Após a análise dos resultados amostrados e da avaliação do risco a saúde humana, deu-se início a elaboração do projeto de remediação desta área com a finalidade, no futuro, de ser utilizada como loteamentos residenciais.

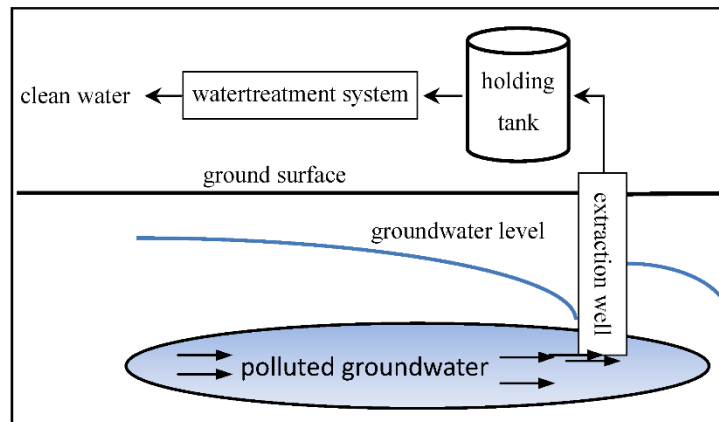
3.1 Processo de remediação do solo e da água subterrânea

O primeiro passo é reduzir o passivo no solo, para isso se propõe a escavação, remoção e destinação ambientalmente adequada de aproximadamente 29.970,42 m³ de material a ser removido do local, sendo 18.931,63 m³ de resíduos industriais dispostos no terreno, sobre o solo e a céu aberto, na forma de recipientes/tambores e 9.903,87 m³ de resíduo enterrado no solo (aparas de couro curtido). Também deve ser removido 1.134,43 m³ da camada do solo sobre os resíduos enterrados no solo. A profundidade que os resíduos estão enterrados no solo varia, sendo de 15 a 30 centímetros, dependendo da elevação do terreno. Estes resíduos serão destinados para unidades de recebimento de resíduos classe I, devidamente licenciados pelos órgãos ambientais para atividade de coprocessamento.

Após a remediação dos resíduos contaminados do solo, se inicia o processo para remediação da água subterrânea. Neste caso se propõe a utilização da técnica "Pump & Treat" associada ao tratamento físico-químico na Estação de Tratamento de Efluentes (ETE). Esta metodologia foi escolhida em função do seu tempo de tratamento ser menor que outras técnicas, como por exemplo a fitorremediação na qual se utiliza plantas para remoção de contaminantes.

O sistema de "pump & treat" (Figura 6) consiste, basicamente, no bombeamento da água subterrânea para a superfície para posterior tratamento físico-químico ou biológico na ETE (FREIRE; TRANNIN; SIMÕES, 2014).

Figura 6 - Tecnologia "Pump & Treat"



Fonte: Wang, Liu e Du (2012)

Para instalação deste sistema será necessário a instalação de uma barreira hidráulica em forma de trincheira (espinha de peixe) com 570 metros aproximadamente de tubulação ao longo da pluma contaminada e preenchida por tubos de concreto para direcionar a água para um poço de captação/bombeamento.

Após o bombeamento a água será direcionada para uma lagoa de armazenamento e encaminhada para tratamento na ETE. Terá disponível um sistema para redução do cromo, caso este encontre-se na forma hexavalente. Esta forma de cromo é muito tóxica e não foi encontrada nas análises físico-químicas realizadas, porém estará disponível caso necessário.

A remoção dos sólidos grosseiros ocorrerá nas grades de barras e os finos através das peneiras, na chegada da ETE. Após ocorrerá a homogeneização no tanque de equalização que enviará por bombeamento a água para o tanque de coagulação onde será adicionado produtos químicos para ajuste do pH e coagulante. Ao chegar no tanque de floculação será adicionado um polieletrólito para aumentar o peso das partículas formadas. O efluente será encaminhado para o decantador que será do tipo lamelar para possibilitar maior eficiência na remoção dos flocos leves dos hidróxidos metálicos. Após este processo, o efluente será coagulado e floculado novamente e passará por um segundo decantador para remoção dos metais mais específicos.

Para finalizar, o efluente passará por filtros de areia e carvão ativado e será introduzido no solo, a aproximadamente 2 metros de profundidade e por 40 centímetros de comprimento, localizada a montante da captação (barreira hidráulica).

Os resíduos provenientes da ETE serão encaminhados para empresa de tratamento de resíduos classe I. Após estas etapas de remoção da contaminação a área receberá cobertura de areia, brita ou outro material.

3.2

3.3 Monitoramento do solo e da água subterrânea

O monitoramento da água subterrânea e da eficiência do sistema de remediação será realizado através de análises físico-químicas trimestrais do efluente tratado na ETE e, também da água coletada nos piezômetros. O solo também será monitorado através de análises laboratoriais. O cronograma para remediação total desta área será de 5 anos e meio.

3.4 Plantio

O plantio ocorrerá após a remediação da área e serão plantadas mudas de forma aleatória no terreno, com espaçamento mínimo de 3m x 2m, o que resulta em, aproximadamente, 1.667 mudas/ha (EMBRAPA, 2020). O plantio ocorrerá de formas diferentes, alternando entre espécies de rápido crescimento, espécies fixadoras de nitrogênio no solo e com espécies de maior diversidade (diferentes grupos sucessoriais). As espécies de cada grupo ainda não foram definidas,

mas será levado em consideração o seu baixo potencial fitorremediador, ou seja, espécies que possuem baixa eficiência para captação de contaminantes do solo.

Serão plantadas, aproximadamente, 31.000 mudas de diferentes espécies. Estas mudas estarão distribuídas em locais específicos do terreno do curtume e, também em outras áreas pertencentes ao mesmo proprietário do empreendimento, no município de Pelotas/RS. Estas árvores irão fazer parte do projeto de reflorestamento que o empreendimento futuro está propondo, na forma de um mini bosque para os moradores do condomínio e também como uma compensação as espécies arbóreas que foram retiradas da área do empreendimento ao longo dos anos de operação, sem licença do órgão ambiental.

3.5 Monitoramento do plantio

O plantio será monitorado com a finalidade de avaliar o crescimento e o desempenho dos exemplares e, também para fazer a reposição das mudas que vierem a morrer. Também será feito o acompanhamento para evitar o crescimento de plantas indesejadas, por 2 anos a contar da data do plantio.

4. RESULTADOS

Como resultado obteve-se a elaboração do passo a passo detalhado do projeto de recuperação da área degradada pela atividade do curtume.

5. CONCLUSÃO

A degradação do solo e da água subterrânea é o resultado da diminuição da sua qualidade referente a capacidade de desempenhar funções fundamentais, como fornecer a sustentação dos processos da vida e da regulação do ambiente. Seguindo o PRAD e acompanhando suas etapas com monitoramento adequado, esta área, em alguns anos, estará apta para receber outro ramo de atividade sem apresentar riscos à saúde e ao meio ambiente.

1. REFERÊNCIAS

ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15.515-1: Passivo ambiental em solo e água subterrânea. Parte 1: Avaliação Preliminar.** Rio de Janeiro: ABNT, 2007. 47 p.

CETESB, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos.** São Paulo, 2011. 326 p.

CETESB, Companhia Estadual do Estado de São Paulo. **Guia Técnico Ambiental de Curtumes.** 2 ed. São Paulo, 2014.

CICB - CENTRO DAS INDÚSTRIAS DE CURTUMES DO BRASIL. **EXPORTAÇÕES BRASILEIRAS DE COUROS E PELES:** março de 2020. Brasília, 2020. 9 p.

CUNHA, A. M. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial - Abdi. **Relatório de Acompanhamento Setorial: Indústria de Couro.** São Paulo, 2011. 44 p.

EMBRAPA. **Estratégia de recuperação: plantio por mudas.** 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/codigo-florestal/plantio-por-mudas>. Acesso em: 22 mar. 2020.

FAVARETTO, N.; COGO, N. P.; BERTOL, O. J. Degradação do solo por erosão e compactação. In: LIMA, M. R. et al. **Diagnóstico e recomendações de manejo do solo: aspectos teóricos e metodológicos.** Curitiba: UFPR/Setor de Ciências Agrárias, 2006. P. 255-292.

FERREIRA, A. S. et al. Alterações de atributos químicos e biológicos de solo e rendimento de milho e soja pela utilização de resíduos de curtume e carbonífero. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, v. 27, n. 4, p.755-763, jun. 2003.

FREIRE, P. A. C.; TRANNIN, I. C. B.; SIMÕES, S. J. C. Bombeamento e tratamento da fase livre em Aquífero Litorâneo. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 4, p.461-470, nov. 2014.

IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. **Manual de recuperação de áreas degradadas pela mineração: técnicas de revegetação**. Brasília: Ibama, 1990.

KAWASHIMA, T. S. N.; ANDRADE, W. R. PROCESSO DE PRODUÇÃO DE COURO WET-BLUE. **Maiêutica**, Santa Catarina, v. 1, n. 1, p.53-62, nov. 2013.

KUNIYOSHI, S. Y. **Reconhecimento de fases sucessionais de vegetação arbórea, a vegetação natural do Estado do Paraná**. Curitiba: Projeto Escola do Governo, 1994.

NEPOMUCENO, A. N.; NACHORNIK, V. L. **Estudos e técnicas de recuperação de áreas degradadas**. Curitiba: Intersaberes, 2015. 221 p.

SUMMIT AGRONEGÓCIO BRASIL. **O cenário do mercado brasileiro de couro: brasil tem grande potencial para exportação e investe na comunicação com o mercado internacional**. Brasil tem grande potencial para exportação e investe na comunicação com o mercado internacional. 2019. Disponível em: <https://summitagro.estadao.com.br/mercado-brasileiro-couro/>. Acesso em: 23 jul. 2020.

VGRESÍDUOS. **Resíduos de Curtume: o que são e quais impactos ambientais causam?** 2018. Disponível em: <https://www.vgresiduos.com.br/blog/residuos-de-curtume>. Acesso em: 24 mar. 2020.

WANG, H.; LIU, S.; DU, S. **The investigation and assessment on groundwater organic pollution**. 2012. Disponível em: <https://www.intechopen.com/books/organic-pollutants-monitoring-risk-and-treatment/the-investigation-and-assessment-on-groundwater-organic-pollution>. Acesso em: 27 mar. 2020.