



ConBRepro

XII CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



ESG nas Engenharias

30 a 02
de dezembro 2022

Caminho para uma Solução Sustentável Ecológica, Ambiental e Econômico-Financeira, sob o Conceito de Economia Circular para Os Resíduos da Indústria Coureira

Fernandes Pietrobon

FGP – Faculdade Guairacá de Prudentópolis

Luis Gustavo Michelin

FGP – Faculdade Guairacá de Prudentópolis

Edson Bobalo

FGP – Faculdade Guairacá de Prudentópolis

Valdinei Inácio de Siqueira

FGP – Faculdade Guairacá de Prudentópolis

João Luis Kovaleski

UTFPR – Universidade Federal Tecnológica do Paraná

Resumo: O presente artigo tem como finalidade tratar sobre resíduos sólidos e sua denominação, abordando sua classificação em classes e a disposição da legislação nas mais diferentes esferas de governo referente a sua tratativa e disposição, delimitando-se especificamente dos resíduos gerados pela indústria coureira que ao final do processo libera grande quantidade de resíduos sólidos que muitas vezes acabam sendo descartados de maneira inapropriada devido à falta de monitoramento dos órgãos responsáveis ou pelos elevados custos de destinação adequada que faz com que cromo ainda impregnado nesses materiais acabe se tornando prejudicial à saúde humana podendo desencadear inúmeras doenças e até mesmo a morte se não gerido de maneira adequada, o artigo finaliza levantando dados do setor de curtume trimestral e buscando expor uma solução ecologicamente e economicamente viável as empresas.

Palavras-chave: Resíduos Sólidos, Couro, Cromo.

Path to an Ecological, Environmental and Economic-Financial Sustainable Solution, under the Circular Economy Concept for Leather Industry Waste

Abstract: This research has a characteristic of Circle Economy and presents as aim the treatment about solid residuals and their destination. Addresses their separation in classes and legal disposition at the different spheres of Brazil government, specifically delimitating to the residuals from de leather industry which at the end of the process generates a considerable amount of solid residuals that most of the time are discarded in an unappropriated form, due to the lack of supervision either by the responsible departments or by the high properly destination costs what causes the chrome still impregnated in these residuals turns out becoming hazardous to human health, causing several diseases and even death, if not properly disposed. The data from de leather industry, only in the first quarter of the year 2022 show these potential risks. At this

research a possible solution to this complex world problem evidencing an ecological alternative and economically viable to this important international industry sector is presented

Keywords: Solid Waste, Leather, Chrome, Sustainably, Circle Economy.

1. Introdução

A geração de resíduos sempre esteve presente na humanidade, era comum o descarte de resíduos sólidos, despejo e queima em torno do corpo social das comunidades primitivas, a liberação de resíduos aquosos em fontes aquíferas e a liberações gasosas na atmosfera (SEADON, 2006).

O desenvolvimento destas comunidades ocasionou o aumento dos níveis populacionais, desencadeando uma expansão econômica e urbana que resultou no aumento dos padrões de vida. Esta rápida expansão, acelerou a taxa de aumento da quantidade de resíduos sólidos fabricada (MINGHUA *et al.*, 2009, p.1227). Com o crescimento das cidades “em torno de 1,7 à 1,9 bilhões de toneladas métricas de resíduos sólidos urbanos são gerados a cada ano em todo o mundo” (Ambiente e Programa, 2010), os materiais residuais são gerados em sua grande maioria pelas indústrias, em seus processos fabris (DEMIRBAS, 2011).

Constituindo-se em quatro etapas principais os resíduos, vão da geração, coleta, tratamento e o descarte final (DEMIRBAS, 2011). Os resíduos são tratados como irrelevantes para a produção, apenas para serem gerenciados quando a pressão para lidar com o problema é maior do que a conveniência do descarte (SEADON, 2010, p.1639). Parte que faz com que as empresas aguardem serem cobradas por entidades governamentais ou organizações, é o fato de que as despesas para o descarte adequado de resíduos são elevadas e elas não são retornáveis, geralmente os recursos são necessários com o objetivo de ter pessoal qualificado, equipamentos adequados, infraestrutura adequada, manutenção e operação adequadas (GUERRERO *et al.*, 2013, p. 228).

Deve haver a destinação adequada pelo fato destes resíduos agredirem ao meio ambiente e a saúde humana, por exemplo, a proliferação de aterros sanitários, os problemas de odor associados às estações de tratamento de esgoto e as emissões atmosféricas que afetam a saúde de fontes industriais e domésticas (SEADON, 2006, p.1327). Não somente com os novos resíduos que são produzidos muitos países têm incentivado a diminuição, realizando um movimento para diminuir a quantidade descartadas em aterros sanitários, visto que é recorrente ver a transição desses resíduos de um meio para outro, como a queima em vez de depositá-los em aterros (SEADON, 2006).

Entre as indústrias que geram grande quantidade de resíduos sólidos encontra-se a indústria de couro que tem sido caracterizada como uma das mais poluentes em sua atividade. A curtição do couro gera severos danos ao meio ambiente, já que os produtos químicos que são utilizados durante o processo de preparação do couro não são totalmente absorvidos, sobrando desta maneira como resíduos (KANAGARJ *et al.*, 2015).

A razão para a grande quantidade de resíduos sólidos serem gerados pela indústria do couro é que além de não absorver toda a carga de produtos químicos utilizados para o tratamento, o couro é um material proteico e parte da qual se desprende durante as diferentes operações unitárias resultando em enormes resíduos sólidos (KANAGARJ *et al.*, 2015, p. 2).

O Brasil é um dos grandes produtores de couro. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística produziu somente no 1º trimestre de 2022 a quantidade de 5.65 milhões de unidades de couro, sendo grande parte oriunda de frigoríficos e matadouros.

Isso faz com que haja uma enorme preocupação no passivo ambiental, tendo em vista o curtimento do couro estar dentre uma das atividades mais poluidoras e geradoras de resíduos sólidos. Para combater a enorme geração de resíduos sólidos, é necessário segundo Guerrero *et al.* (2013), políticas e investimentos dos entes governamentais para que se construa um sistema moderno e operacional.

Neste estudo, define-se o resíduo, observando-se o levantamento de políticas que realizam essa delimitação e o seu teor e focando na indústria coureira, que gera uma alta quantidade de resíduos poluentes conforme evidenciado adiante. Para isso utilizou-se na elaboração deste material a pesquisa documental que se baseia em leis, relatórios oficiais e demais documentos jurídicos e legislativos das mais variadas esferas de governo. Além de basear-se na pesquisa bibliográfica junto de livros, teses, artigos, monografias e outros documentos relacionados ao tema (MARCONI; LAKATOS, 2003).

2. Fundamentação Teórica

O conceito de resíduos pode ser muito amplo e vastamente utilizado variando na forma como é empregado em cada país, mas no Plano Nacional de Resíduos Sólidos Brasileiro, que é gerido pela Lei Nº 12.305, de 2 de agosto de 2010 diz nas suas definições em seu capítulo II que:

XVI - resíduos sólidos: material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível.

Se necessário deverá ser utilizado de métodos viáveis para o descarte desses resíduos mesmo que sejam economicamente inviáveis e não realizem retorno financeiro a empresa, o que faz com que o custo para esta operação de descarte de resíduos se torne custosa em grandes quantidades (GUERRERO *et al.*, 2013)

Os resíduos classificam-se em dois grupos distintos, quanto a sua origem e periculosidade, na origem a Lei Nº 12.305 expõe que os resíduos podem ser agrupados da seguinte maneira:

Tabela 1 – Classificação dos resíduos por sua origem

Classificação	Origem
Resíduos domiciliares	Os originários de atividades domésticas em residências urbanas
Resíduos de limpeza urbana	Os originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e outros serviços de limpeza urbana
Resíduos sólidos urbanos	Os englobados nas classificações de resíduos domiciliares e de limpeza urbana
Resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços	Os gerados nessas atividades, excetuados os referidos resíduos de limpeza urbana, resíduos dos serviços públicos de saneamento básico, resíduos de serviços de saúde, resíduos da construção civil e resíduos de serviços de transportes
Resíduos dos serviços públicos de saneamento básico	Os gerados nessas atividades, excetuados os referidos nos resíduos sólidos urbanos
Resíduos industriais	Os gerados nos processos produtivos e instalações industriais
Resíduos de serviços de	Os gerados nos serviços de saúde, conforme definido em

saúde	regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sistema Nacional do Meio Ambiente e do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária
Resíduos da construção civil	Os gerados nas construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis
Resíduos agrossilvopastoris	Os gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades
Resíduos de serviços de transportes	Os originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários e passagens de fronteira
Resíduos de mineração	Os gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios

Fonte: Adaptado da LEI Nº 12.305, DE 2 DE AGOSTO DE 2010

A classificação de periculosidade dos resíduos, conforme dispõe a lei, é regida por legislação complementar que ficou a cargo da Associação de Brasileira de Normas e Técnicas que dispõe da Norma Brasileira 10.004, sobre Resíduos Sólidos – Classificação, estabelecendo-se em seu objetivo que Esta Norma classifica os resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, para que possam ser gerenciados adequadamente (ABNT, 2004, p. 1).

Segundo a norma, os resíduos classificam-se em: classe I perigosos, classe II não perigosos, havendo ainda duas subcategorias, classe II A – não inertes e classe II B – inertes. Desta maneira os resíduos da classe I são os que apresentam perigo ao meio ambiente ou a saúde podendo ser classificados conforme sua periculosidade em inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade. (ABNT, 2004)

Automaticamente todos que não se enquadram na classe I fazem parte da classe II ou em uma de suas subcategorias, a norma 10.004 não inclui qualquer resíduo de caráter radioativo que são de caráter exclusivo da Comissão Nacional de Energia Nuclear, mas qualifica e distribui os materiais, indiferente da natureza sólida, líquida e gasosa que possam apresentar ou em categoria de periculosidade e grau de perigo que podem oferecer (ABNT, 2004).

Compreender e seguir essa classificação categórica dos diferentes tipos de resíduos, tal como, entender fatores regionais e culturais de diferentes localidades em que eles são gerados é de suma importância para a elaboração de planos de combate a resíduos nacionais, estaduais e municipais efetivos que auxiliem na redução e conscientização sobre os recursos limitados (DEMIRBAS, 2011).

O foco de planos de gerenciamento de resíduos sólidos de alguns países é pela educação dos cidadãos, através dos desenvolvimentos de políticas públicas de incentivo a sustentabilidade e a geração de resíduos, isso somado à crescente preocupação global perante a sustentabilidade e medidas que reduzam os passivos ambientais (MUSTAFÁ *et. al*, 2017, p.159).

O Plano Nacional de Resíduos Sólidos (Planares) brasileiro elaborado em 2022 aborda a conscientização da população através de diretrizes que buscam o fortalecimento da reutilização e da não produção de resíduos, sendo que quando for inevitável não gerar ou reutilizar os resíduos, deve-se então realizar o descarte adequado.

O plano age em conformidade com a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, mas não devem ser confundidos como idênticos, já que na própria introdução dos Planares é visto

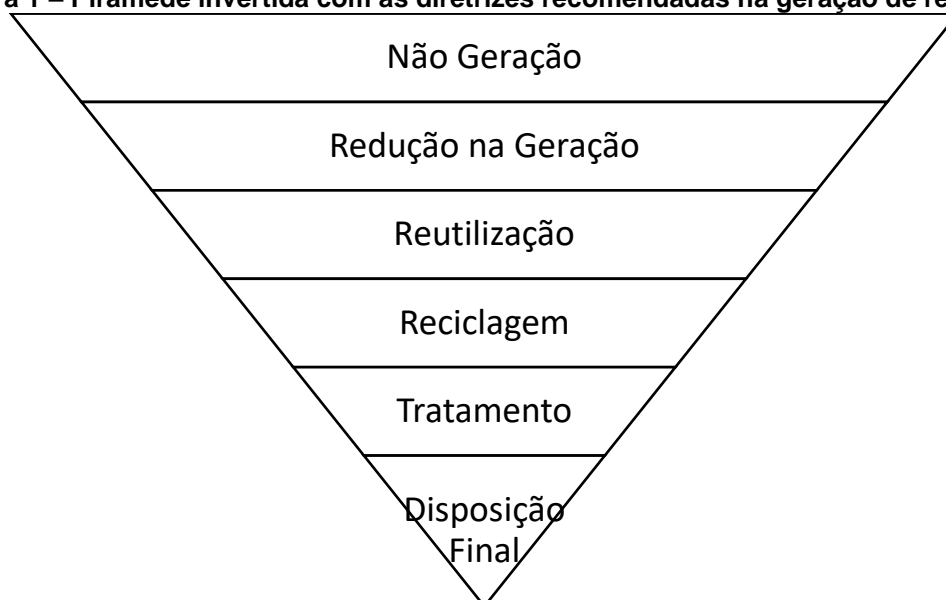
que representa a estratégia de longo prazo, em âmbito nacional para operacionalizar as disposições legais, princípios, objetivos e diretrizes da Política (BRASIL, 2022, p. 4).

No Brasil, o Plano Estadual De Resíduos Sólidos Do Paraná (PERS-PR) tem por diretrizes a promoção e a diminuição de resíduos sólidos, buscando a promoção e o alívio dos passivos ambientais gerados pelo final dos resíduos, tal como a reestruturação do sistema de gestão residual paranaense, apoiando a estabilidade financeira na gestão de resíduos e incentivar a modernização dos sistemas de coleta, acondicionamento, transporte, transbordo, tratamento e disposição final de resíduos sólidos (PARANÁ, 2018).

Desta forma, observa-se que tanto na legislação como nos planos, o foco e o desenvolvimento de políticas que atuem na redução, no avanço para a gestão, e o gerenciamento dos resíduos, nos mais diferentes setores, busca obter o levantamento de dados para a tomada de decisões e estruturação de um planejamento a ser seguido (BRASIL, 2022).

Ambos os planos têm como instrumento norteador a Lei a Política Nacional de Resíduos Sólidos que tem como foco principal a diminuição da geração de tais materiais, ou em último caso, o armazenamento adequado conforme dispõe a legislação vigente, como pode ser observado:

Figura 1 – Pirâmide invertida com as diretrizes recomendadas na geração de resíduos



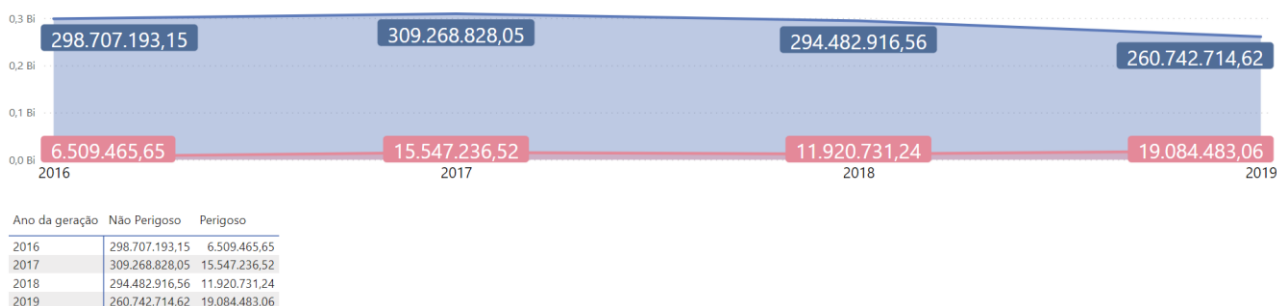
Fonte: Adaptado da LEI Nº 12.305, DE 2 DE AGOSTO DE 2010

Com o crescimento populacional gradativo e o impulsionamento da compra de bens de consumo não duráveis é evidente que por mais que os planos possuam diretrizes referente ao armazenamento e tratamento referente aos resíduos, ainda deve-se buscar a conscientização em sua geração (VALERIO *et al.*, 2008, p. 03).

As indústrias brasileiras segundo dados do IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis) foram responsáveis em 2016 pela geração de 298.707.193 toneladas de resíduos sólidos não perigosos e 6.509.465 toneladas de resíduos perigosos ao meio ambiente.

Houve então uma redução na geração de resíduos não perigosos em aproximadamente 12,70% no ano de 2019 em relação a 2016 ao mesmo tempo em que os dejetos perigosos aumentaram em 193,18% em comparativo ao mesmo período, desta forma dobrando, em sua geração, em um espaço de 4 anos conforme pode ser observado no gráfico abaixo:

Figura 2 - Geração de Resíduos/Ano: Tonelada



Fonte: Retirado do Painel da Geração de Resíduos no Brasil – IBAMA (2022)

É perceptível que qualquer atividade industrial gera resíduos em maior ou em menor quantidade e escala de poluição, e as crescentes demandas ambientais obrigam os processos produtivos industriais a reutilizar certa parcela de seus resíduos (NOGUEIRA *et al.*, 2018, p. 52). Dentro deste princípio de que qualquer atividade industrial gera resíduos escalonáveis, temos a indústria curtumeira referente ao curtimento de peles de animais.

O couro, produto extraído a partir da pele de animais é um material nobre, resistente e de grande durabilidade, é utilizado para confecção dos mais variados produtos, desde vestuário, móveis, bolas, dentre tantas outras possibilidades. No Brasil em conformidade com a Lei Nº 4.888, de 9 de dezembro de 1965 é proibida a utilização e comercialização sobre o nome de couro para produtos que não sejam adquiridos através de peles de animais. O couro então, é a pele animal que passou pelo processo de limpeza, estabilização e acabamento, o qual passa por três processos principais denominados ribeira, curtimento e acabamento e dentro do curtimento a metodologia ainda mais aplicada é a utilização de cromo pelo tempo relativamente curto e a qualidade conferida com sua aplicação (CETESB, 2015).

O curtimento do couro e suas metodologias consistem em três formas: mineral, vegetal e sintético, se diferenciando da maneira que: (BAPTISTA *et al.*, 2012, p. 24).

No curtimento mineral, o cromo é o principal elemento utilizado, o couro ganha um tom azulado devido ao cromo e é denominado “*wet blue*”. A fonte de cromo normalmente utilizada é o sulfato básico de cromo, onde este se encontra no estado trivalente. No curtimento vegetal, são utilizados taninos, presentes em extratos vegetais enquanto que curtentes, em geral orgânicos (resinas, taninos sintéticos, por exemplo), são empregados no sintético. Esses materiais orgânicos proporcionam um curtimento mais uniforme e aumentam a penetração de outros curtentes, como os taninos, e outros produtos. Devido ao custo elevado, os curtimentos vegetais e sintéticos são pouco utilizados.

A utilização pelo método mineral, acarreta ao final do curtimento, em resíduos que possuem alta toxicidade e perduram no ambiente durante anos, devido a sua disposição e lugares inapropriados e por não serem biodegradáveis. O cromo é classificado pela norma da ABNT NBR 1004 como resíduo perigoso, devido a sua tenência à decomposição e já que sem o devido cuidado, pode contaminar o meio ambiente (HELENE, 2016).

O cromo como elemento químico representado pelo símbolo Cr, pertencente ao grupo VI da tabela periódica e é encontrado na natureza no solo, em animais, plantas, poeiras e névoas vulcânica, sendo utilizado como catalisador no processo de curtimento dos couros uma vez que concede resistência à corrosão, dureza da camada e tenência ao atrito e desgaste (BAPTISTA *et al.*, 2012).

Sua toxicidade depende da valência e pela maneira de exposição, entre as principais valências têm-se o cromo hexavalente e o cromo trivalente, sendo o hexavalente tóxico e solúvel enquanto o trivalente é menos tóxico e menos solúvel. A composição trivalente é

encontrada na natureza, enquanto na forma hexavalente é abundantemente resultado da liberação das atividades humanas (ARAÚJO, 2006).

A contaminação conforme Freitas (2006) são por três vias básicas de absorção: pela pele, inalação e trato gastrointestinal, na exposição a curto prazo a inalação pode originar queimaduras graves no septo nasal e no trato respiratório podendo ocasionar até perfuração e lesões em órgãos internos, cegueira e queimaduras em contato com os globos oculares e dermatite em contato cutâneo ou insuficiência renal e morte em grande absorção dérmica.

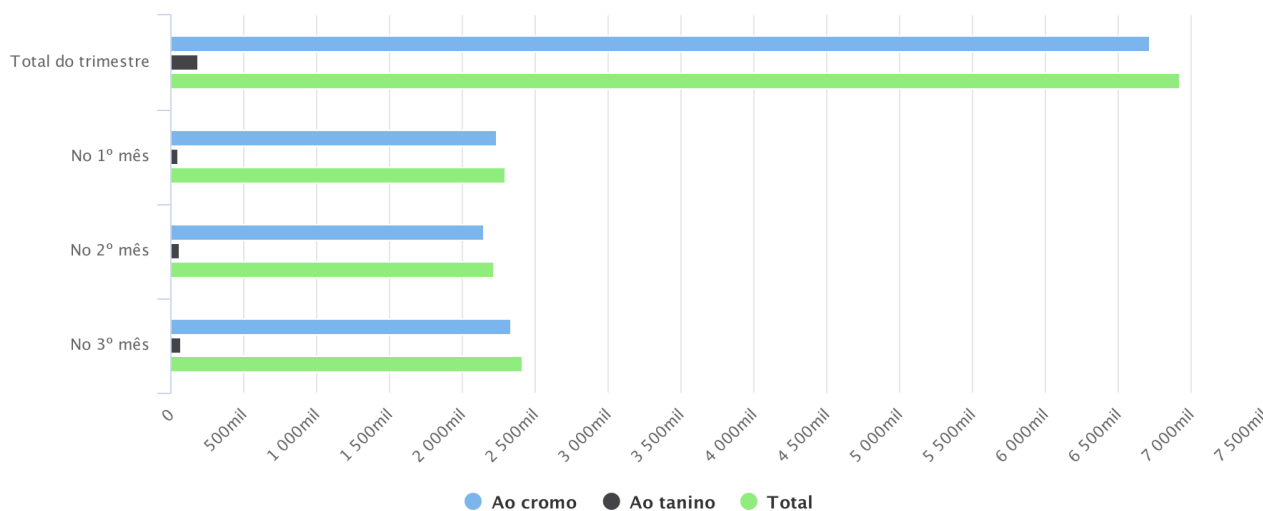
Além de que a exposição prolongada ao cromo faz com que dentes e língua adquiriram uma coloração amarelada, sendo passível o aparecimento de bronquite crônica obstrutiva, esofagite, gastrite, renite, sinusite crônica e ainda ocasionar câncer, já que o cromo hexavalente parece ter relação com a carcinogênese humana.

O Brasil, somente no primeiro trimestre de 2022 curtiu o equivalente a 6.92 milhões unidades de couro segundo aponta o IBGE (2022), destas unidades 6.71 milhões foram curtidas com cromo, resultando em 97% do total de peles adquiridas sendo tratadas pelo método mineral, restando apenas 3% (185.400 unidades) que foram tratadas de outras maneiras.

A quantidade mensal de peles curtidas por método de curtimento pode ser observada no gráfico a seguir:

Figura 3 - Quantidade de Couro para Curtimento 1º Trimestre de 2022

Quantidade de couro inteiro curtido de bovino, por método de curtimento (unidades), 1º trimestre 2022



Fonte: "IBGE - Pesquisa Trimestral do Couro"

"1 - As informações não correspondem aos totais das Unidades da Federação, uma vez que, são pesquisados apenas estabelecimentos que adquirem 5.000 ou mais unidades de couro cru de bovino no ano.

2 - Até o 4º trimestre de 2005 os dados das Unidades da Federação com menos de 4 (quatro) informantes estão desidentificados com o caracter X. A partir do 1º trimestre de 2006 a desidentificação passou a ser feita para menos de 3 (três) informantes."

Fonte: Retirado do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2022)

Desta maneira o curtimento de peles foi maior que a quantidade gerada em território brasileiro, conforme mencionado anteriormente a produção nacional resultou no total de 5.656.061 unidades de couro, sendo que foi recebido por importação 1.469.321 peças de couro cru para o curtimento.

Do total então das 7.125.382 unidades adquiridas 6.922.894 foram curtidas, demonstrando a força do setor no país em que a quantidade de peles curtidas ultrapassou a produção de couro cru nacional, devido a presença do cromo durante o curtimento a legislação se torna cada vez mais rigorosa para a sua destinação final adequada (NUNES *et al.*, 2012).

A alternativa amplamente utilizada ainda é a disposição dos resíduos gerados em aterros, devido a concentração de cromo resultante do processo de curtimento, mesmo assim esta destinação não exime possíveis contaminações ao meio ambiente ou que os dejetos sejam incorporados na cadeia alimentar (NUNES *et al.*, 2012).

Os resíduos são guardados em tanques de estocagem de material inerte e podem ser queimados ou armazenados infinitamente em excelentes condições, em locais isolados e seguros para que não se tenha contaminação ao seu redor, porém a queima adequada para que não haja liberação do cromo na atmosfera e armazenagem adequada gera altos custos para o setor empresarial o que ocasiona em um descarte inapropriado (NUNES *et al.*, 2012, apud GIANNETTI *et al.*, 2009)

Infelizmente devido à falta de infraestrutura necessária para a fiscalização e controle por órgãos como o IBAMA, já que não são todos os municípios que possuem secretarias e escritórios para a fiscalização, é que ainda ocorre práticas de descartes inapropriados em solo e na água (NUNES *et al.*, 2012). Porém a já existe um estudo pronto para a criação da primeira fábrica de transformação de lixo-couro (resíduos de couro) dentro do conceito de Economia Circular, sem a geração de novos resíduos e recuperando o cromo para devolvê-lo ao processo.

3. Conclusões

A geração de resíduos sempre esteve presente na humanidade e se intensificou com o aumento populacional e a crescente necessidade de consumo do ser humano, o que mudou, foi a forma de como esses resíduos passaram a ser geridos e a cobrança por soluções cada vez mais sustentáveis, e que, preferencialmente, evitem a sua geração.

As atividades industriais estão entre os ramos que mais geram resíduos sólidos que necessitam de descarte que seja economicamente viável e principalmente ecológico para que não se tenha sanções dos órgãos fiscalizadores que cada vez mais se mostram presentes e mais estruturado para combater os possíveis passíveis ambientais deixados pela indústria.

O Brasil adota plano de resíduos para orientar as indústrias de como realizar o descarte de maneira adequada para não haver prejuízo do meio ambiente, cabe ressaltar que existe o plano nacional que em conformidade com a realidade orienta o estadual que por sua vez conduz o municipal.

Mesmo havendo uma ampla legislação em torno do assunto a geração de resíduos é inevitável em alguns setores industriais, como os curtumes, que aplicam em grande maioria, o cromo no processo de curtimento de peles para conferir maior durabilidade, resistência a atrito e acelerar o processo nas peças.

Acontece que esse método conhecido como curtimento mineral acarreta grandes quantidades de resíduos tóxicos que devido à alta concentração de cromo podem ocasionar sérios riscos a saúde humana, a fauna e a flora, mas que fora a toxicidade, eles possuem altos custos para a destinação adequada indo parar em aterros, ou mesmo descartados indevidamente.

A destinação nos aterros não livra a possível contaminação do ambiente pelo cromo, apenas torna mais difícil e reduz os riscos, mas não exime, visto que o Brasil é um grande player mundial no setor, já que curte mais couro cru do que a quantidade produzida em território nacional. Este volume faz com que haja a preocupação do destino dos resíduos deste setor, uma vez que os aterros são preenchidos e novos são criados. Também é uma preocupação os métodos de tratamento do couro que não empregam cromo, já que tornam-se altamente onerosos e mais lentos do que com a adição de cromo no processo e por isso ainda são minimamente utilizados.

Visando resolver este empasse e diminuir a crescente preocupação em torno destes dejetos é que se desenvolveu uma patente industrial com conceito de Economia Circular a ideia de um empresário de Irati no Paraná em conjunto com o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) de Telêmaco Borba visando o reaproveitamento das aparas de couro já curtidas e descartas.

A ideia visa a retirada do cromo das aparas, o que faz com que o cromo possa ser comercializado novamente para possível reutilização, e a transformação destas aparas em celulose de fibra longa de alto rendimento que pode ser utilizada na fabricação de papel ou acrescentada a outros produtos ocasionando maior qualidade, durabilidade e resistência.

Acredita-se que este estudo demonstra a necessidade de se implementar novas alternativas e soluções ao problema dos resíduos, em especial o Lixo-Couro. Milhares de toneladas só no Brasil podem ser transformadas em celulose e esta nova tecnologia, pode ser exportada para outros países produtores de couro e que potencialmente apresentam o mesmo problema.

Aprofundamentos neste campo são necessários, e o avanço na popularização e emprego das técnicas de transformação dos resíduos de couro (lixo-couro) em celulose de alta qualidade e rendimento são uma excelente alternativa ecológica, ambiental e econômico-financeira.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004**: Resíduos sólidos – Classificação. 2ª Edição ed. Rio de Janeiro, 2004. 77 p.

ARAÚJO, Nícia Valéria Silva de. **GALVANOPLASTIA COM CROMO**: diagnóstico de riscos ambientais e ocupacionais. 2006. 119 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Curso de Mestrado em Engenharia Civil Área de Concentração em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos, Centro de Tecnologia e Geociências Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco – Ufpe, Recife, 2006.

BAPTISTA, Fernanda Pereira *et al.* **Avaliação da Exposição Ambiental ao Cromo na População Residente no Entorno de Curtumes em Rondônia**. 2012. 114 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestre em Ciências na Área de Saúde Pública, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2012.

BRASIL. Coordenação de Controle de Resíduos e Emissões. Diretoria de Qualidade Ambiental do Ibama (org.). **Painel da Geração de Resíduos no Brasil**. 2020. Parceria com o Departamento de Gestão Estratégica do Ministério do Meio Ambiente, por meio da equipe da Coordenação Geral de Gestão de Informações sobre o Meio Ambiente (CGGI).. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/residuos/painel-da-geracao-de-residuos-no-brasil>. Acesso em: 17 maio 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Qualidade Ambiental (org.). **PLANO NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS**. Brasília: Governo Federal, 2022. 187 p.

BRASIL. **Lei Nº 4.888, de 9 de Dezembro de 1965**. Proíbe o emprêgo da palavra couro em produtos industrializados, e dá outras providências. Brasília, DF, 09 dez. 1965.

BRASIL. **Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, DF, 02 ago. 2010.

DEMIRBAS, Ayhan. Waste management, waste resource facilities and waste conversion processes. **Energy Conversion And Management**, [S.L.], v. 52, n. 2, p. 1280-1287, fev. 2011. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enconman.2010.09.025>

FREITAS, Tânia Christina Marchesi de. **O CROMO NA INDÚSTRIA DE CURTUMES DE MATO GROSSO DO SUL, BRASIL**: aspectos ecológicos. 2006. 136 f. Tese (Doutorado) - Curso de Doutor em Ciências da Saúde, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2006.

GUERRERO, Lilliana Abarca; MAAS, Ger; HOGGLAND, William. Solid waste management challenges for cities in developing countries. **Waste Management**, [S.L.], v. 33, n. 1, p. 220-232, jan. 2013. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2012.09.008>.

HELENE, Livia Portes Innocenti. **DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE SOLO CONTAMINADO POR CROMO DE CURTUME EM MOTUCA (SP) POR MÉTODOS GEOFÍSICOS**. 2016. 77 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (Brasil) (org.). **Pesquisa Trimestral do Couro**. 2022. Disponível em:

<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9214-pesquisa-trimestral-do-couro.html?=&t=destaques>. Acesso em: 26 jun. 2022.

KANAGARAJ, J.; SENTHILVELAN, T.; PANDA, R.C.; KAVITHA, S.. Eco-friendly waste management strategies for greener environment towards sustainable development in leather industry: a comprehensive review. **Journal Of Cleaner Production**, [S.L.], v. 89, p. 1-17, fev. 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.11.013>.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de Metodologia Científica**. 5. ed. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2003. 310 p.

MINGHUA, Zhu; XIUMIN, Fan; ROVETTA, Alberto; QICHANG, He; VICENTINI, Federico; BINGKAI, Liu; GIUSTI, Alessandro; YI, Liu. Municipal solid waste management in Pudong New Area, China. **Waste Management**, [S.L.], v. 29, n. 3, p. 1227-1233, mar. 2009. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2008.07.016>.

MUSTAPHA, Mohamad Asrul; MANAN, Zainuddin Abdul; ALWI, Sharifah Rafidah Wan. Sustainable Green Management System (SGMS) – An integrated approach towards organisational sustainability. **Journal Of Cleaner Production**, [S.L.], v. 146, p. 158-172, mar. 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.06.033>.

NUNES, Rachel de Moura; OLIVEIRA, Rafael Montanhini Soares de; BENINI, Sandra Medina. AVALIAÇÃO DO RISCO DO CROMO PRESENTE NO LODO DE INDÚSTRIAS DE CURTUME. In: VIII FÓRUM AMBIENTAL DA ALTA PAULISTA, 8., 2012, Alta Paulista. **Saúde, Saneamento e Meio Ambiente**. {S.L.}: Anap, 2012. p. 222-233

NOGUEIRA, Gabriella Elisa Silva; SILVA, Karina Heck da; SACZK, Adelir Aparecida; RIBEIRO, André Geraldo Cornelio. A GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS POR CURTUMES E ALTERNATIVAS DE TRATAMENTO E REÚSO. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais**, [S.L.], v. 6, n. 1, p. 51-70, 24 abr. 2018. Universidade Federal da Bahia. <http://dx.doi.org/10.9771/gesta.v6i1.22077>.

PARANÁ. Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos - SEMA. **PLANO ESTADUAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS DO PARANÁ**: relatório 15 - produto 15 - relatório final do plano de ação. Paraná, Curitiba, 2018.

SÃO PAULO. Secretaria Do Meio Ambiente. (ed.). **Guia Técnico Ambiental de Curtumes**. 2. ed. São Paulo: Cetesb – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, 2015. 128 p.

SEADON, J.K.. Integrated waste management – Looking beyond the solid waste horizon. **Waste Management**, [S.L.], v. 26, n. 12, p. 1327-1336, jan. 2006. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2006.04.009>.

SEADON, Jeffrey K.. Sustainable waste management systems. **Journal Of Cleaner Production**, [S.L.], v. 18, n. 16-17, p. 1639-1651, nov. 2010. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2010.07.009>.

SIDRA (Brasília). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (org.). **Pesquisa Trimestral do Couro**. 2022. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1088>. Acesso em: 12 jun. 2022.

SILVA, Denis Luis Barros da *et al.* **CÁDMIO, CROMO E CHUMBO EXAMES DE PROFICIÊNCIA DO SETOR DE METAIS NO LABORATÓRIO DE PEDIATRIA DO HCFMRP - USP.** 2017. 41 f. Monografia (Especialização) - Curso de Programa de Aprimoramento Profissional/Crh/Ses-Sp, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2017.

VALERIO, Diogo; SILVA, Taís Carestiato da; COHEN, Claude. **REDUÇÃO DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS:** uma abordagem econômica. [S.L.]: [S.N.], 2008.