
Gerenciamento ambiental de resíduos no município de Belém/PA: estudo de caso em uma indústria curtidora

Environmental waste management in the city of Belém/PA: a case study in a tanning industry

Bárbara Carolina Santos Castelo

Graduada em Tecnologia de Saneamento Ambiental - IFPA. **Endereço:** Conjunto da COHAB. Travessa: S-3, 215 – Bairro: Campina de Icoaraci (Icoaraci). CEP.: 66813-390. Belém/PA. **E-mail:** bcastelo521@gmail.com.

Júlia Danin Pereira

Graduada em Tecnologia de Saneamento Ambiental – IFPA. **E-mail:** julia.danin@gmail.com

Mary Lucy M. Guimarães

Professora do Curso de Tecnologia em Saneamento Ambiental, IFPA - *Campus* Belém. Doutora em Desenvolvimento Sustentável do Trópico Úmido pelo Núcleo de Altos Estudos da Amazônia da Universidade Federal do Pará. **E-mail:** mary.lucy@ifpa.edu.br.

Maria do Socorro Bezerra Lopes

Professora do Curso de Tecnologia em Saneamento Ambiental, IFPA - *Campus* Belém. Doutora em Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente pela Universidade da Amazônia. **E-mail:** maria.lopes@ifpa.edu.br

RESUMO

Neste trabalho estudou-se a importância do gerenciamento de resíduos em uma indústria curtidora no Distrito de Icoaraci, Município de Belém/PA. A pesquisa foi descritiva – exploratória, e se dividiu em etapas. Na primeira etapa foi realizada revisão da literatura. Posteriormente, à primeira etapa iniciou-se a pesquisa documental na Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Sustentabilidade do Pará – SEMAS/PA. A visita “in loco” realizou-se para identificar o perfil da indústria, processo produtivo que é realizado na categoria “Wet-Blue” e o modo de gerenciamento de resíduos. Ao estudar detalhadamente o processo produtivo foi possível observar a necessidade de um gerenciamento mais adequado dos resíduos, pois a produção diária do curteume estava em 2000 couros e a geração de resíduos é grande. A partir do estudo empírico foi possível verificar que a indústria gerencia seus resíduos de maneira adequada, possuindo Estação de Tratamento de Esgoto, na modalidade Lodos Ativados. Os resultados da pesquisa foram satisfatórios, pois, foi possível observar que os efluentes não são despejados diretamente no corpo hídrico, os resíduos sólidos são coletados, acondicionados e destinados de maneira adequada e que o gerenciamento ambiental realizado na indústria é eficiente.

Palavras-chave: Curtumes. Tratamento de efluentes. Gerenciamento de resíduos.

ABSTRACT

In this work, the importance of waste management in a tanning industry in the District of Icoaraci, Municipality of Belém/PA, was studied. The research was descriptive – exploratory, and was divided into stages. In the first stage, a literary review was carried out. Subsequently, in the first stage, documentary research began at the State Secretariat for the Environment and Sustainability of Pará – SEMAS/PA. The “on-site” visit was carried out to identify the industry profile, the production process that is carried out in the “Wet-Blue” category and the waste management method. By studying the production process in detail, it was possible to observe the need for more adequate waste management, as the tannery’s daily production was 2000 hides and waste generation is large. From the empirical study it was possible to verify that the industry manages its waste appropriately, having a Sewage Treatment Station, in the Activated Sludge modality. The research results were satisfactory, as it was possible to observe that effluents are not dumped directly into the water body, solid waste is collected, packaged and disposed of appropriately and that the environmental management carried out in the industry is efficient.

Keywords: Tanneries. Wastewater treatment. Waste management.

INTRODUÇÃO

O processo de industrialização aconteceu em meio a uma série de transformações, no Brasil esse processo se intensificou a partir de 1930. Com a criação de indústrias, êxodo rural, inchaço das cidades e ocupações irregulares, a relação entre homem e meio ambiente passou por uma série de mutações. Com essas transformações, impactos foram gerados e a degradação do meio ambiente aumentou.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2014) “o Brasil é composto por 1.332.260 empresas que se dividem em diversos segmentos e tipos”. Cada empresa possui sua especificidade e modo de produzir, algumas prestam serviços que provocam grandes impactos positivos e negativos no meio ambiente. Entre os tipos de indústria, existem as indústrias de bens duráveis que transformam matéria prima em um material específico que pode ser utilizado por outras indústrias. É o caso dos curtumes. Curtumes são indústrias que possuem como principal objetivo a transformação da pele bruta em couro. O curtimento é um processo que pode ser realizado de três formas: curtimento mineral (utilização de cromo), curtimento vegetal (tanino) e o sintético (utilização de curtentes orgânicos). De acordo com Pacheco (2005):

a indústria brasileira de couro possui cerca de 450 curtumes, sendo que cerca de 80% são considerados de pequeno porte [...] Além dos

curtumes como unidades autônomas de negócio, tem-se observado uma verticalização dos frigoríficos, atuando também como curtidores (PACHECO, 2005, p. 13).

Com o aumento e expansão da indústria curtidora, houve também a maior degradação do meio ambiente, pois durante o processo há uma elevada produção de resíduos (sólidos e líquidos) que não podem retornar diretamente ao meio ambiente. Ainda, de acordo com Pacheco (2005):

a cada tonelada de couro salgado que entra, são utilizados 500 kg de produtos químicos, 15 a 40 m³ de água e 2600kwh a 11700kwh de energia, gerando apenas de 200 a 250 kg de couro acabado. O volume de resíduos produzidos é de 15 a 40 m³ para efluentes (com DBO, DQO, sólidos suspensos, cromo e sulfeto) e 450 a 730 kg de resíduos sólidos (PACHECO, 2005, p.24).

As atividades realizadas em curtumes possuem grande carga poluidora e não são bem-vistas pela sociedade, porém, isso é algo que vem mudando com o passar dos anos. Como as atividades realizadas exigem a utilização de alto volume de água (etapas do processo são realizadas em meio aquoso), consequentemente, geram grande quantidade de efluentes que necessitam de tratamentos, acarretando aumento de investimento e custos na operação. Com o rigor do aumento da fiscalização as empresas empenham-se em buscar uma produção mais limpa. Segundo Pacheco (2005):

a percepção e o reconhecimento da importância da questão ambiental por parte das indústrias tem levado à

incorporação de práticas da Produção mais Limpa como uma forma de enfim congregar vantagens econômicas com benefícios ambientais (PACHECO, 2005, p. 7).

Para tornar a produção “mais limpa”, é necessário gerenciar os resíduos produzidos de forma adequada, ou seja, implantando Estações de Tratamento de Efluentes, e o acondicionamento e destinação final adequada para os resíduos sólidos. Além disso, a participação dos envolvidos no processo é essencial para que o crescimento industrial caminhe junto em busca do desenvolvimento sustentável, garantindo atender as necessidades da geração atual, sem comprometer a geração futura.

A questão ambiental deixou de ser uma exigência passível de punições e passou a ser uma questão de oportunidades, empresas que colocam o meio ambiente como prioridade, possuem maiores chances de negócios e passam a ocupar um lugar diferenciado no mercado. Devido a toda essa carga poluidora surge a necessidade de realizar um estudo sobre a eficiência e o funcionamento de curtumes onde apresentará a seguinte problemática, a saber: O processo de gerenciamento ambiental realizado em um curtume no Distrito de Icoaraci é eficiente?

Tem-se então como objetivo geral da pesquisa: Estudar o processo de gerenciamento ambiental de resíduos em um curtume do município de Belém.

REFERENCIAL TEÓRICO

CURTUMES E OS IMPACTOS CAUSADOS AO MEIO AMBIENTE

Curtumes são indústrias especializadas em processar a pele verde e/ou salgada até sua transformação em couro, para que isso ocorra, uma gama de produtos e insumos como água e energia elétrica é utilizada. Além disso, esse tipo de indústria pode ser dividido em quatro tipos, sendo eles: integrado, de wet-blue, de semi-acabado e de acabamento.

Cada tipo de curtume exerce determinada atividade, de acordo com Pacheco (2005, p. 16) “curtumes integrados são capazes de realizar processos desde o couro cru até o couro totalmente acabado”.

Além dos curtumes integrados, existem os curtumes de *wet-blue* (Figura 1) que utilizam o curtimento com cromo e que segundo Pacheco (2005)

processam a pele salgada até o curtimento ao cromo, denomina-se dessa maneira em função ao aspecto úmido e azulado que proporciona ao couro final (PACHECO, 2005, p. 16).



Figura 1 - Couro *wet-blue*.

Fonte: <http://vendascourosepis.blogspot.com.br/p/produtos.html>.

Os curtumes que são de semi-acabado, como afirma Pacheco (2005, p. 16),

utilizam o couro “wet-blue” como matéria-prima e o transformam em couro semi-acabado, também chamado de “crust”, sua operação compreende as etapas desde o enxugamento ou rebaixamento até o engraxe (PACHECO, 2005, p. 16).

Na Figura 2 é possível observar o couro *crust*.



Figura 2 - Couro *crust*.

Fonte: <http://www.curtumesantoantonio.com.br/produto/3942/>.

Curtume de acabamento segundo Pacheco (2005, p. 16) “transforma o couro “crust” em couro acabado, corresponde às operações desde cavaletes ou estiramento ou secagem até o final”.

Esse tipo de indústria causa grandes impactos no meio ambiente que pode ser definido, de acordo com o Art. 3º, inciso I da Lei Federal nº 6.938 de 1981 como “o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas”. O meio em que vivemos representa grande importância e influência nas

nossas vidas, sendo assim, deve ser respeitado, preservado e cuidado. A partir disso, surge a necessidade de buscar medidas que evitem e/ou minimizem os impactos que são causados pelas atividades humanas e principalmente por atividades industriais.

Impacto é tudo aquilo que altera o meio ambiente de forma positiva ou negativa. Sendo assim, se os curtumes não tivessem a preocupação e o cuidado necessário, o processo produtivo afetaria diretamente o meio ambiente. Os resíduos gerados se forem despejados sem tratamento nos corpos receptores geram a contaminação e prejudicam a vida da população local. Diante disso, curtumes geram grandes cargas poluidoras e, se não houver cuidado, geram impactos no meio. Isso acontece, pois, segundo Brito (2013)

o processo de curtimento consiste basicamente em tornar a pele do animal, que é uma matéria-prima em decomposição, em couro, ou seja, em um substrato imputrescível (BRITO, 2013, p. 2 e 3).

Para transformar essa matéria prima, realizam-se processos físico-químicos e mecânicos.

A conservação e armazenamento das peles podem ocasionar poluição como afirma Pacheco (2005, p. 36) “atmosférica, hídrica e de solo em função dos resíduos sólidos”. A poluição atmosférica acontece em função da liberação de gases como gás amônia e a liberação de compostos orgânicos voláteis que causam odor e incômodo à população. Além disso,

as peles liberam substâncias líquidas que se não forem tratadas podem afetar diretamente a qualidade dos corpos hídricos, juntamente com os restos de peles/apêndices que caso não tenham tratamento adequado podem contaminar o solo e águas subterrâneas.

Durante a etapa de ribeira, em função da geração de gás sulfídrico, gás amônia e de compostos voláteis há geração de odor e poluição atmosférica. De acordo com Pacheco (2005), a poluição hídrica pode ocorrer pelo despejo dos banhos residuais (carga orgânica e produtos químicos) de tratamento das peles, podendo comprometer e prejudicar a qualidade dos corpos d'água.

O curtimento pode ocasionar poluição hídrica em função da utilização do cromo, taninos, sais diversos entre outros. Caso o efluente proveniente das operações de curtimento seja lançado diretamente no corpo receptor, poluirá o corpo hídrico, alterando suas características.

O acabamento pode ocasionar poluição atmosférica, hídrica e do solo. A poluição atmosférica, de acordo com Pacheco (2005),

é causada em função da liberação dos solventes dos produtos que são aplicados, a hídrica é ocasionada pelo despejo dos banhos residuais de tratamento com carga orgânica e produtos químicos e a poluição do solo é em função do não gerenciamento adequado dos resíduos sólidos gerados (pó, farelo, serragem de rebaixadeira, recortes de couros curtidos, etc) (PACHECO, 2005, p. 36).

GESTÃO AMBIENTAL E SUA APLICAÇÃO EM CURTUMES

A intensificação dos processos produtivos realizados em indústrias é diretamente proporcional aos impactos causados, diante disso, a série ISO 14000 foi criada para estabelecer critérios para a implantação de sistemas de gestão ambiental. De acordo com Oliveira (2009, p. 2),

a necessidade de padronização dos processos de empresas que se utilizem de recursos ambientais ou que causem impactos ambientais por algum de seus processos surgiu na década de 90 (OLIVEIRA, 2009, p. 2).

A norma ISO 14000 teve sua elaboração realizada pela *International Organization for Standardization*. No Brasil, a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT é responsável por elaborar as normas.

Segundo Valle (1995, apud Soledade, 2007, p. 6),

quando os custos dos impactos ambientais não são assumidos pelos causadores do problema essa conta será paga por toda a sociedade (VALLE, 1995 apud SOLEDADE, 2007, p. 6).

Para que as empresas tenham um direcionamento e saibam quais são suas responsabilidades e procedimentos a serem cumpridos a NBR ISO 14000 foi criada com o objetivo de criar um Sistema de Gestão Ambiental para auxiliar as empresas. Soledade (2007) cita que

as normas NBR ISO 14000 se aplicam às atividades industriais, extrativas, agroindustriais e de serviços certificando as instalações da empresa, linhas de produção e produtos que

satisfaçam os padrões de qualidade ambiental (SOLEDADE, 2007, p. 6).

Em curtumes, esse sistema de gestão ambiental é avaliado pelo *Leather Working Group (LWG)*, que é um grupo que busca melhorar a indústria de couro no mundo todo, buscando medidas que priorizem as boas práticas ambientais, fundado em 2005, é composto por marcas, ONG's, especialistas, fabricantes, etc, sendo assim, é multidisciplinar e busca um protocolo específico para a indústria de couro. As boas práticas realizadas em curtumes deixaram de serem feitas estritamente em função das fiscalizações, mas passaram a ser vistas como questões de oportunidades (*LEATHER WORKING GROUP, 2024*).

LWG Trader Audit Protocol pode ser conceituado de acordo com a *Leather Working Group (2024)* como um protocolo de auditoria que avalia a conformidade e o desempenho ambiental dos curtumes e promove a sustentabilidade e o uso de práticas ambientalmente corretas.

Sendo assim, pode ser uma forma eficiente de fazer com que as boas práticas sejam realizadas dentro de indústrias curtidoras.

A partir do protocolo um quadro de pontuação é estabelecido para que as boas práticas sejam reconhecidas e a indústria premiada. Os curtumes que possuem um comprometimento e seguem os padrões estabelecidos podem ser premiados com classificação: ouro, prata e bronze.

Para que uma indústria seja premiada na categoria ouro é preciso

ter sistema de rastreabilidade, ter um programa para gerenciar adequadamente substâncias perigosas, possuir plano de emergência, estar com as licenças em dia (licença de operação, IBAMA, outorga), estar dentro do padrão para a utilização de energia, avaliar dispositivos de emissões atmosféricas, possuir plano de gerenciamento de resíduos sólidos, usar de forma eficiente a água, processos de produção (aferição de balanças, treinamento para o manuseio adequado de produtos), processos de ribeira (controle de uso do bactericida (regular), sistema de destruição do pêlo e posterior envio para incorporação ao solo, uso de auxiliares base enzimática para reduzir sulfeto, sistema de amônia reduzida, medição de gases no ambiente de produção: amônia e sulfídrico), processos de curtimento (análise de cromo no couro semanal, análise de cromo banho final processo curtimento semanal), possuir estação de tratamento de efluentes.

Sendo assim, a indústria que possui a certificação categoria ouro possui maiores chances no mercado, além de realizar o processo de curtimento respeitando o meio ambiente e gerenciando de forma adequada todos os setores envolvidos no curtimento do couro.

METODOLOGIA

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE PESQUISA

O Distrito de Icoaraci localiza-se

ao norte do município de Belém com uma distância aproximada de 25 km do centro, possui, de acordo com Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2022), 171.529 habitantes, sua extensão é de 33.153.421,14 m² tendo em sua composição os seguintes bairros: Cruzeiro, Agulha, Águas Negras, Campina, Maracacuera, Paracuri, Parque Guajará, Ponta Grossa e Tenoné. No Mapa da Figura 3, é possível observar a delimitação dos bairros do Distrito Administrativo de Icoaraci.

O bairro da Maracacuera teve sua origem a partir da ocupação realizada ao redor da antiga fazenda

Maracacuera, o bairro tem uma área de 6.997.995,12 m² e é integrante do parque industrial de Icoaraci composto, a priori por curtumes, madeireiras, indústrias de pesca e outros tipos de indústrias, mas com o desenvolvimento, a expansão urbana e a ocupação desordenada da população, essa área passou a ser povoada por casas e outros tipos de comércios. A pesquisa realizou-se em um curtume localizado na Estrada Velha do Outeiro, nº 260, bairro da Maracacuera, Distrito de Icoaraci, Belém/PA. Na Figura 4, é possível observar a localização da indústria escolhida.

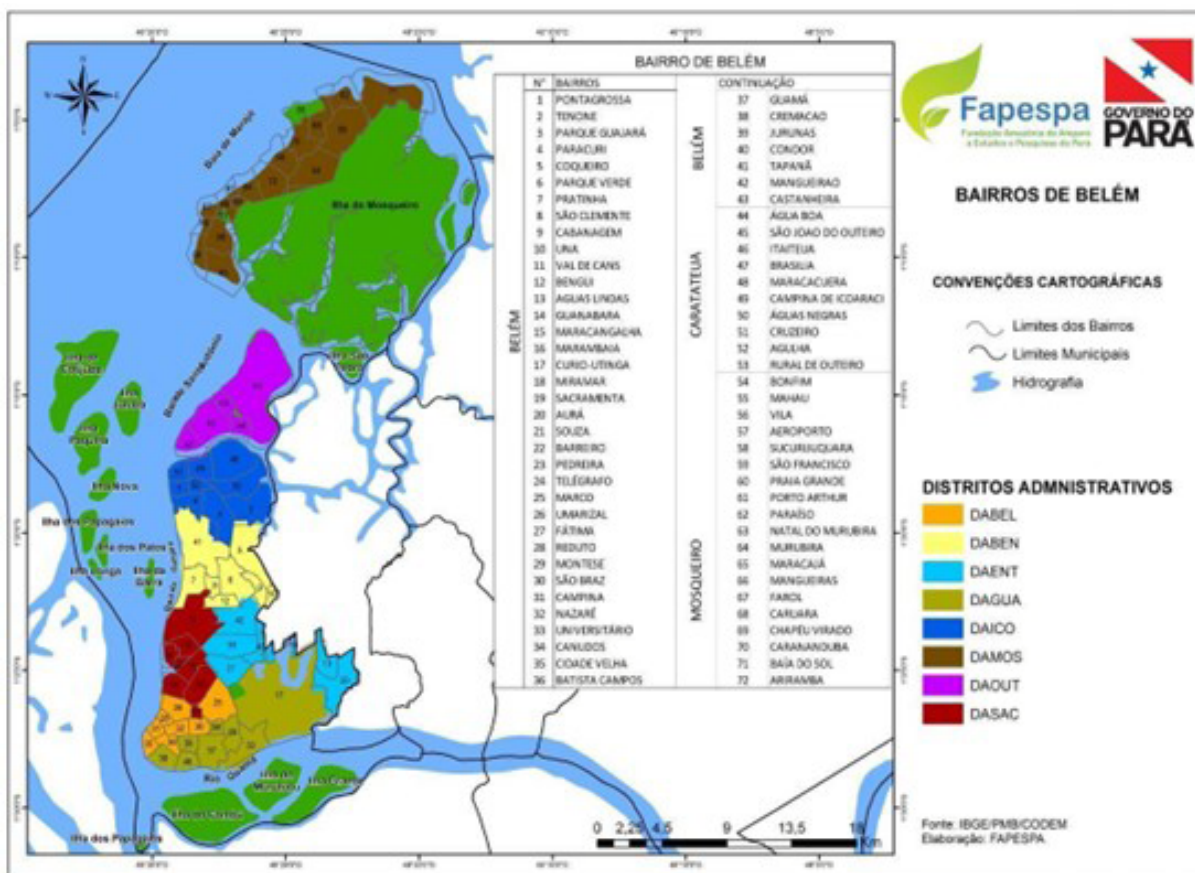


Figura 3 - Bairros de Belém, com delimitação do distrito administrativo de Icoaraci.

Fonte: FAPESPA (2017)

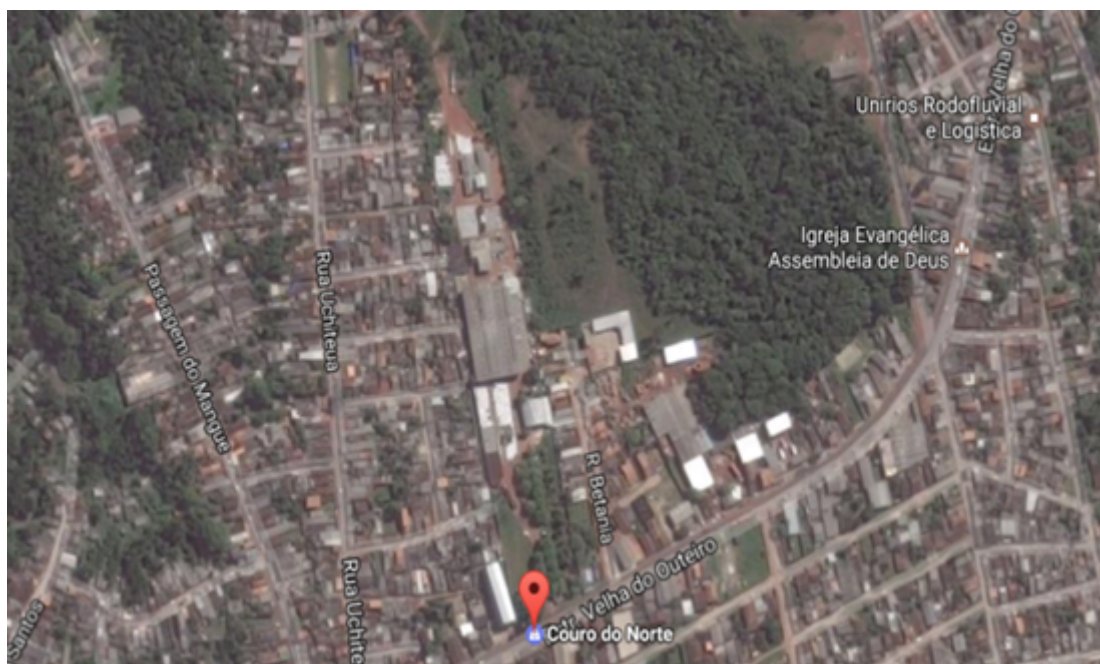


Figura 4 - Localização do cortume.

Fonte: Google Earth (2016)

TIPO DE PESQUISA

A presente pesquisa se classifica como exploratória - descritiva, pois envolveu um extenso levantamento bibliográfico, entrevistas e técnicas de observação com pessoas experientes na área. Além disso, descreveu as características de determinada indústria, seu método de produção e modo de cuidar dos resíduos que são gerados, todo esse processo de descrição só foi possível a partir de visitas e técnicas de coleta de dados como observação sistemática e troca de informações.

A pesquisa exploratória tem como objetivo, segundo Medeiros et al. (2010, p. 28) “A maior familiaridade com o problema, tornando-o explícito, ou à construção de hipóteses”.

A pesquisa descritiva tem como principal objetivo, segundo

Medeiros et al. (2010, p. 28) “descrever as características de determinada população, ou fenômeno, ou o estabelecimento de relação entre variáveis”.

ETAPAS DA PESQUISA

Revisão bibliográfica

A revisão bibliográfica é de extrema importância, pois permite o aprofundamento do conhecimento na área escolhida a partir da leitura de livros, artigos e sites da área específica. Durante os primeiros meses de pesquisa, a revisão bibliográfica realizou-se para que os conhecimentos prévios fossem aprofundados e novos conhecimentos fossem adquiridos.

Para que o conhecimento nessa área fosse aprofundado a pesquisa realizou-se a partir da busca por artigos

que abordassem diversos tópicos sobre curtumes, gerenciamento adequado de resíduos, a importância do tratamento dos efluentes e da conservação dos corpos hídricos. Além disso, tornou-se possível estudar mais acerca das possíveis classificações do processo de curtimento: curtimento mineral, curtimento vegetal e curtimento sintético, as vantagens e desvantagens para que o conhecimento seja aprofundado.

Além da pesquisa realizada em artigos, livros e sites que abordem os diversos temas, houve uma pesquisa que envolveu a Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade – SEMAS/PA com o objetivo de dar o embasamento à comparação do processo produtivo, do processo de tratamento dos resíduos e da eficiência da Estação de Tratamento de Esgoto que o curtume realiza e o que está no Projeto de Engenharia Ambiental. Uma vez que a SEMAS/PA atua diretamente com esse tipo de indústria fiscalizando e expedindo licenças e outorgas.

Ao concluir esta etapa foi possível atender os seguintes objetivos:

- Descrever, qualitativa e quantitativamente, o processo de curtimento do couro na Indústria;
- Classificar, de acordo NBR 10004/2004, os resíduos sólidos gerados no processo de curtimento de couro.

Estudo empírico

O estudo empírico foi de extrema importância, uma vez que para comprovar as hipóteses ou descartá-las,

faz-se necessário a prática, ir a campo observar os processos realizados, os insumos utilizados e os procedimentos que a indústria escolhida realiza. Sendo assim, o estudo empírico do presente trabalho foi realizado a partir das etapas seguintes.

Visita “in loco”

A visita “in loco” realizou-se posteriormente a revisão bibliográfica com o objetivo de aprofundar os conhecimentos já adquiridos durante a etapa teórica da pesquisa. E, assim, trocar informações com a equipe técnica para que fosse possível conhecer mais detalhadamente os processos realizados no curtume escolhido.

Levantamento e Coleta de Dados

O levantamento e a coleta de dados foram realizados a partir de “visita in loco” à indústria escolhida, no período de setembro de 2016 a abril de 2017. Os dados foram levantados e coletados, primeiramente, por técnicas de observação e troca de informações com a equipe responsável, para que fosse possível saber quais os procedimentos que a indústria realizava para o gerenciamento dos resíduos.

Ao concluir esta etapa será possível atender os seguintes objetivos:

- Descrever os processos físico-químicos que são realizados para o tratamento dos resíduos líquidos resultantes do curtimento do couro;
- Identificar os resíduos sólidos

que são gerados durante o processo produtivo do couro;

- Identificar o corpo receptor, curso d'água, para onde é feito o lançamento do resíduo líquido proveniente do curtimento do couro.

- Analisar e avaliar o processo e as condições de armazenamento dos resíduos sólidos gerados na produção do couro na Indústria Couro do Norte, segundo os padrões estabelecidos na NBR 12.235/1992.

Análise de resultados e discussões

A última etapa do trabalho se baseou em analisar todos os dados que foram coletados. Os resultados obtidos a partir de troca de informações e coleta de dados feitos por meio de visita “In loco”, relatório fotográfico e perguntas feitas aos engenheiros e técnicos responsáveis pelo funcionamento da indústria. A partir das informações obtidas foi possível analisar e comparar o que está disposto nas Resoluções nº 357 e nº 430 (CONAMA), que definem os padrões que devem ser mantidos nos corpos d'água e os padrões de lançamento dos efluentes. Além disso, os dados serão comparados com o que está disposto na NBR 12.235/1992 que estabelece critérios para o gerenciamento de resíduos perigosos.

Ao concluir esta etapa será possível atender o seguinte objetivo:

- Analisar, qualitativamente, a eficiência ambiental do lançamento do resíduo líquido no corpo receptor realizado pela Indústria Couro do Norte, conforme os padrões e critérios estabelecidos nas Resoluções nº 357 e nº 430 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA);

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O curtume escolhido é composto por 126 funcionários e opera no mercado desde a década de 80, mais exatamente, 1989. No começo tinha como função somente salgar o couro, ou seja, se limitava a trabalhar com couro salgado. Depois de 20 anos atuando nesse mercado, expandiu seus horizontes e começou a produzir na categoria *wet-blue*. Atualmente, a empresa atua no mercado de forma significativa e exporta para a Europa e Ásia. O curtimento é mineral e se realiza a partir das etapas que serão descritas na sequência.

As peles chegam ao curtume e são armazenadas em um galpão para que posteriormente passem pelos processos físico-químicos e mecânicos de transformação. O armazenamento dessas peles é de extrema importância, caso não seja realizado de maneira adequada, pode comprometer a qualidade do couro posteriormente. Na Figura 5, é possível observar o armazenamento das peles antes de serem submetidas ao processo produtivo.

As peles são encaminhadas para fulão de bater sal para que o excesso de sal seja retirado por ação

mecânica, nessa etapa ocorre a uniformização das peles para que as fases seguintes sejam realizadas de forma correta. Na Figura 6, é possível observar o equipamento responsável por bater o sal das peles.



Figura 5 - Armazenamento das peles.



Figura 6 - Fulão de bater sal.

Após o fulão de bater sal, as peles são encaminhadas para um fulão com determinada quantidade de água para que o remolho aconteça. O objetivo nessa etapa é a limpeza das peles com a retirada de materiais como sangue e a reidratação.

A etapa de pré-descarne é realizada para retirada do excesso de pelos, tecido adiposo, carnaça (gordura) e restos de carne que ainda estão presentes, essa etapa ajuda o manuseio do couro e a aderência de produtos químicos. Na Figura 7, é possível observar as peles sendo encaminhadas

para a máquina descarnadeira

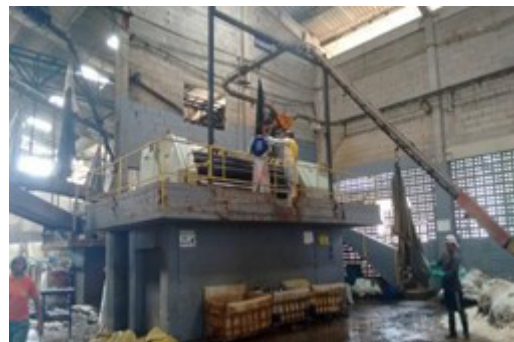


Figura 7 - Pele sendo encaminhada à máquina descarnadeira.

As peles posteriormente a máquina descarnadeira são encaminhadas para o processo físico-químico. A primeira etapa é a depilação que tem por objetivo a retirada de pelos e de parte da epiderme. Posteriormente, vem a etapa de caleiro que é onde adiciona-se cal e barrilha para que ocorra o inchaço da pele, possibilitando que seja dividida posteriormente.

Nas Figuras 8 e 9, é possível observar as peles sendo encaminhadas ao processo de depilação e caleiro.



Figura 8 - Pele sendo encaminhada ao processo físico-químico.

Após os processos realizados no caleiro a pele é encaminhada a fase de desencalgem, onde ocorre a retirada da cal que foi adicionado.



Figura 9 - Pele passando pelo processo de caleiro e depilação.

A etapa de purga é realizada para que a queratina, gordura, veias e proteínas sejam retiradas e a pele seja limpa de pelos, caso essa etapa não seja realizada o produto final pode ser áspero e apresentar defeitos nas etapas seguintes.

A etapa de píquel é de extrema importância pois prepara a pele para a etapa de curtimento onde usa-se ácido fórmico, deixando assim, o pH adequado para o cromo atravessar o couro.

O curtimento é a fase em que a pele deixa de ser um material putrescível e passa a ser imputrescível com características específicas. O curtimento é realizado com 5% de cromo.

A basificação que consiste na fixação do cromo e aquece o couro até 50°C. Ao final, o couro encaminha-se para a enxugadeira para que o excesso de água seja eliminado e a medidora para saber o rendimento do processo produtivo, posteriormente o couro é separado por classes. Nas Figuras 10 e 11, é possível observar o couro pronto para ser exportado.



Figura 10 - Couro após medição e ser separado por classes.



Figura 11 - Couro sendo embalado para exportação.

Durante o processo produtivo de transformação das peles em couro, são utilizados uma variedade de produtos químicos. No Quadro 1, é possível observar, de forma mais detalhada, os produtos utilizados durante o processo.

Quadro 1 - Produtos utilizados durante o processo produtivo.

PRODUTOS UTILIZADOS DURANTE O PROCESSO PRODUTIVO	
Enzimas	Sabão
Cal	Carbonato de Sódio (NaCO_3)
Sulfeto de sódio (Na_2S)	Bactericida/Fungicida
Desencalante	Sulfato de amônia (NH_4) ₂ SO ₄
Ácido fórmico (CH_2O_2)	Clorito de sódio (NaClO_2)
Cromo	Óxido de magnésio (MgO)

Como é possível observar, as peles sofrem um longo processo de

transformação até virarem um material com características específicas, ou seja, o couro. Para que todas as etapas sejam realizadas de forma correta, é importante que o cuidado seja desde a escolha dos fornecedores até a última etapa, que é a separação do couro por classes.

Diante disso, a indústria escolhida possui um sistema de rastreabilidade com objetivo de monitorar a pele desde a fazenda até a chegada ao curtume. Isso ocorre para que a matéria prima não seja proveniente de áreas desmatadas irregularmente, áreas de proteção ambiental ou de fazendas que são embargadas pelo IBAMA.

Durante as etapas de pré-descarne, depilação, descarne, recorte e rebaixamento são gerados os resíduos sólidos. Esses resíduos são: aparas (caleada e não caleadas), carnaça (gordura), pó de rebaixadeira, tiras e o lodo produzido na Estação de Tratamento de Efluentes. O lodo é gerado na caixa de gordura, decantador primário e secundário devem ser direcionados ao leito de secagem para, posteriormente, serem destinados a determinada função de maneira correta.

Os resíduos sólidos gerados durante o processo são classificados, de acordo com a NBR 10004, como resíduo classe I – perigosos. A periculosidade de um resíduo pode ser conceituada segundo a NBR 10004/2004 como:

característica apresentada por um resíduo que, em função de suas propriedades físicas, químicas ou infectocontagiosas pode apresentar: risco à saúde pública, provocando mortalidade, incidência de doenças

ou acentuando seus índices, riscos ao meu ambiente, quando o resíduo for gerenciado de forma inadequada (NBR 10004/2004, p. 2).

Todos os resíduos sólidos que são gerados durante o processo produtivo são coletados e acondicionados de maneira adequada, ao fim, são transformados em outros produtos como, por exemplo: chiclete e gelatina, sebo e cápsula de remédio.

Os resíduos são segregados e acondicionados de maneira correta, o curtume estudado possui um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos que auxilia nas etapas de coleta, acondicionamento e destino final desses resíduos. Todos os resíduos não perigosos gerados são encaminhados para a central de resíduos até que responsáveis efetuem a retirada, e os perigosos como, retalhos de couro, sacarias contaminadas e o lodo de cromo são dispostos na central de resíduos de classe I, até que a empresa responsável faça a retirada. Todo resíduo gerado durante o processo produtivo é reaproveitado de alguma forma. A empresa também passa aos funcionários por meio de palestras a importância da conservação do meio ambiente e do gerenciamento adequado dos resíduos que são gerados.

Além dos resíduos sólidos, são gerados resíduos líquidos, pois todas as etapas do processo produtivo acontecem em meio aquoso. O curtimento é realizado com a utilização de cromo. O Cromo é um elemento que provoca grandes prejuízos ao meio ambiente e a saúde da população,

logo, não pode de maneira alguma ser encaminhado aos corpos hídricos. Além do cromo, durante o processo produtivo utilizam-se uma variedade de produtos químicos que podem causar grandes alterações nas características do corpo hídrico. Tendo em vista esses problemas, o curtume possui uma Estação de Tratamento de Efluentes – ETE que atua na modalidade de Lodos Ativados.

Lodos ativados podem ser definidos, de acordo com Jordão (2009, p. 513) como,

o floco produzido num esgoto bruto ou decantado pelo crescimento de bactérias zoogleias ou outros organismos, na presença de oxigênio dissolvido, e acumulado em concentração suficiente graças ao retorno de outros flocos (JORDÃO, 2009, p. 513).

Esse processo teve sua origem segundo Jordão (2009, p. 513)

na Inglaterra em 1930 e por cerca de 30 anos se manteve inalterado, só surgindo suas modificações com o avanço tecnológico (JORDÃO, (2009, p. 513).

A indústria produz três tipos de despejos (fluxo geral, caleiro e curtimento) que são separados e tratados cada um de uma forma. Os níveis de tratamento aplicados na indústria escolhida são: pré-tratamento, tratamento primário e tratamento secundário. No Esquema da Figura 12, é possível observar de forma detalhada as fases de tratamento do fluxo geral.



Figura 12 - Etapas realizadas para tratar o efluente do fluxo geral.

O fluxo geral é composto por: pré-tratamento, tratamento preliminar e tratamento secundário. O pré-tratamento é composto por grades que tem como objetivo a retenção de sólidos grosseiros para que não haja prejuízos em outras etapas do tratamento. Na Figura 13, é possível observar o gradeamento sendo realizado.

A segunda parte é a caixa de gordura que tem por função eliminar a gordura presente no efluente. Na Figura 14, é possível observar a caixa de gordura.



Figura 13 - Gradeamento para retenção de sólidos grosseiros.



Figura 14 - Caixa de gordura.

O efluente após passar pela caixa de gordura é encaminhado para o tanque homogeneizador e inicia-se o processo físico-químico com a correção de pH. O pH sofre variações de 2,0 a 11 e, em função disso, precisa ser ajustado por meio da utilização de produtos específicos. Na Figura 15, é possível observar o tanque.

Após a correção de pH ser realizada o efluente é encaminhado para o decantador primário e são adicionados produtos químicos (sulfato de alumínio, cal e polímero) para que haja a decantação das partículas mais pesadas, separando desta maneira a parte sólida do líquido. Na Figura 16, é possível observar os decantadores.



Figura 15 - Tanque Homogeneizador.



Figura 16 - Decantadores.

O lodo primário é encaminhado para a centrífuga e posteriormente ao leito de secagem. Na Figura 17, é possível observar a centrífuga utilizada.

O líquido é direcionado à la-

goa biológica para que ocorra a degradação da matéria orgânica na presença de oxigênio por bactérias aeróbias. De acordo com a SABESP (2017), “os aeradores servem para garantir oxigênio no meio e manter os sólidos bem separados do líquido (em suspensão)”. O efluente gerado a partir dessa lagoa não deve ser direcionado aos corpos hídricos antes de passarem por um decantador secundário, devido a quantidade de sólidos presentes.



Figura 17 - Centrífuga.

Na Figura 18, é possível observar a lagoa biológica.

O decantador secundário é composto por uma ponte raspadora que tem por função retirar os sólidos que não foram retirados nas etapas anteriores. Todo lodo é encaminhado para o leito de secagem e o líquido é encaminhado para o corpo hídrico com uma carga de 180 m³/dia. Por meio da Figura 19, é possível observar o decantador secundário.



Figura 18 - Lagoa Biológica.



Figura 19 - Decantador Secundário.

No Esquema da Figura 20, podem-se observar as etapas realizadas para o reciclo dos banhos provenientes do caleiro.



Figura 20 - Reciclo caleiro.

O fluxo advindo do caleiro tem como tratamento preliminar a caixa de gordura que realiza a remoção de óleos e gorduras, seguindo por uma peneira rotativa que possui a finalidade de remover sólidos. Na Figura 21, é possível observar a peneira rotativa.

A partir dessa etapa, a parte sólida é encaminhada para o leito de secagem e na parte líquida o sulfeto é oxidado posteriormente seguindo ao tanque de homogeneização para que a correção de pH seja realizada, posteriormente, o efluente retorna para o caleiro e é reutilizado. Na Figura 22, é possível observar o efluente no tanque

pronto para retornar ao caleiro.



Figura 21 - Peneira Rotativa.



Figura 22 - Retorno da parte líquida ao caleiro.

No Esquema da Figura 23, ocorre a descrição das etapas realizadas para o tratamento e retorno dos banhos de curtimento para o processo produtivo.

O reciclo do cromo é o fluxo advindo do processo de curtimento. Primeiramente, o efluente é encaminhado para um decantador onde são aplicados produtos para que o seu pH seja corrigido, o pH de início é de 3,5 a 4,5 e é elevado para 11. Na Figura 24, é possível observar o decantador.



Figura 23 - Fluxo advindo do processo de curtimento



Figura 24 - Decantador.

Nessa etapa, o cromo é precipitado e posteriormente retirado quando passa pela peneira estática, posteriormente a parte sólida é retida e a parte líquida retorna ao processo de curtimento. Na Figura 25, é possível observar os sólidos retidos na peneira e a parte líquida retornando ao processo

de curtimento.

O resíduo sólido que é gerado a partir da precipitação do cromo é encaminhado ao leito de secagem e posteriormente, coletado, acondicionado e transportado de maneira segura por uma empresa especializada que por fim, o incinera. Na Figura 26, é possível observar o leito de secagem.

O Sistema de Lodos Ativados é conhecido por sua eficiência em remoção de matéria orgânica, mas em contrapartida, gera uma quantidade excessiva de lodo que precisa ser adequadamente tratado e destinado para determinada função de maneira adequada.

SÓLIDOS RETIDOS	PARTE LÍQUIDA RETORNANDO AO PROCESSO
	

Figura 25 - Cromo precipitado e sólidos retidos na peneira.



Figura 26 - Resíduo de cromo gerado na peneira estática no leito de secagem.

O lodo gerado nas estações de tratamento pode ser utilizado como

adubo, como material para fabricação de asfalto, concreto, ou encaminhado para aterro sanitário. O destino final do lodo vai ser definido a partir da sua caracterização.

São encaminhados para o leito de secagem os resíduos sólidos gerados na caixa de gordura, decantadores do fluxo geral e da produção do caleiro. Os resíduos sólidos gerados a partir do processo de curtimento são encaminhados para um leito de

secagem diferente e separado.

Na Figura 27, é possível observar os estágios de transformação do lodo em adubo.

O Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA por meio da Resolução nº 357/2005 “dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento

de efluentes”. Sendo assim, o efluente precisa ter determinadas características para não alterar as condições do corpo hídrico.

A Resolução nº 357/2005 do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA classifica os corpos hídricos em classes, no Pará, não há nenhum corpo hídrico enquadrado de acordo com seu uso, diante disso, todos são classe 2.



Figura 27 - Estágios de transformação do lodo em adubo.

Mesmo a ETE (Estação de Tratamento de Efluentes) do curtume escolhido recebendo três fluxos de efluentes, apenas um é direcionado ao corpo hídrico, os outros dois são reciclados no processo produtivo (Figura 28). O único fluxo encaminhado ao corpo hídrico é o que resulta das operações de remolho, desencalagem, purga e píquel.

O efluente tratado é encaminhado para o Igarapé do Uxiteua que é parte integrante do Rio Piraíba (Figura 29). O Rio Piraíba fica localizado nas coordenadas 01° 17' 22,2 S e 048° 26' 19,8 W. Na Figura 29, é possível

observar o efluente sendo encaminhado ao corpo hídrico.

Além de tratar o efluente a empresa realiza análises a cada três meses com a finalidade de monitorar e ter controle sobre a eficiência do sistema implantado. As análises são baseadas de acordo com os parâmetros exigidos pelo Conselho Nacional de Meio Ambiente através das Resoluções nº 357/2005 e nº 430/2011. O controle da qualidade de lançamento é feito por meio de análises periódicas que são coletadas de seis pontos: início do tratamento (efluente bruto), zona de mistura (jusante, montante), final

do tratamento (lançamento), jusante, montante e cisterna.

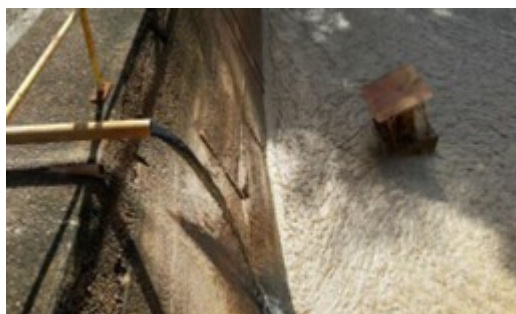


Figura 28 - Líquido retornando ao tratamento.



Figura 29 - Efluente sendo encaminhado ao corpo hídrico.

CONCLUSÃO

Durante os oito meses de pesquisa observou-se que a indústria escolhida possui estação de tratamento de efluentes, que atua na modalidade Lodos Ativados Convencional, realizando tratamento biológico com bactérias aeróbias que degradam a matéria orgânica presente no efluente. Além disso, a indústria separa os fluxos do processo de produção, fazendo com que haja reutilização dos banhos utilizados nos processos de caleiro e cromo. O banho utilizado no processo de curtimento é tratado e reutilizado, diante disso, não há despejo de cromo nos corpos hídricos.

Em relação aos resíduos sólidos,

observou-se que o volume gerado durante o processamento das peles é significativo, contudo, a empresa coleta e armazena de acordo com o que está disposto na NBR 12.235/1992. De acordo com a NBR 12235 (1992, p. 1) armazenamento pode se conceituar como a

contenção temporária de resíduos, em área autorizada pelo órgão de controle ambiental, à espera de reciclagem, recuperação, tratamento ou disposição final adequada, desde que atenda às condições básicas de segurança (NBR 12235, 1992, p. 1).

Os resíduos gerados na empresa são armazenados em tambores que são devidamente identificados e o manuseio só é realizado por funcionários dotados com Equipamentos de Proteção Individual (EPI).

Ao comparar o que está disposto nas legislações e o que a empresa realiza se constatou que o tratamento está acontecendo de acordo com a Resolução nº 357 do CONAMA e o lançamento está sendo enquadrado nos padrões dispostos na Resolução nº 430 do CONAMA. A indústria realiza análises trimestrais e os resultados e discussões são enviados para a Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Sustentabilidade – SEMAS (PA) que realiza a validação, a contraprova é feita caso o Ministério Público julgue necessário. Mesmo estando de acordo com a legislação a SEMAS (PA) recomenda que o curtume faça modificações no caminho até o corpo hídrico, facilitando o acesso. No mais, a empresa se adequa em todos os padrões exigidos e possui licença de

operação com validade de quatro anos. A licença de operação foi renovada no ano de 2016.

Diante do exposto, concluiu-se que a empresa escolhida gerencia seus resíduos sólidos e águas residuais de forma eficiente, uma vez que os armazenam e trata de forma correta a partir do que está vigente nas legislações. Contudo, todo empreendimento gera impactos e com curtumes não é diferente, o que está sendo feito é a busca por uma produção mais limpa e a aplicação de medidas que minimizem esses impactos.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004** Resíduos sólidos: classificação. Rio de Janeiro. 2004. 71p.

BRASIL. **Lei nº 6.938**, 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, de 1 de setembro de 1981. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938compilada.htm. Acesso em: 30 ago. 2024.

BRASIL. **Lei nº 12.305**, de 2 de agosto de 2010. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 3 de agosto de 2010. Seção I, p. 3.

BRASIL. **Resolução nº 357**, 17 de março de 2005. Diário Oficial da União, Brasília, DF, nº 53. Seção I, p. 58-63.

BRASIL. **Resolução nº 430**, 13 de maio de 2011. Diário Oficial da União, Brasília, DF, nº 92, p. 89.

BRITO, G. A. **Impactos ambientais gerados pelos curtumes**. Disponível em: < http://www.coloquiomoda.com.br/anaais/anaais/9-Coloquio-de-Moda_2013/ARTIGOS-DE_GT/Artigo-GT-Moda-e_Sustentabilidade/Impactos_ambientais-gerados-pelos_curtumes.pdf> Acesso em: 30 ago. 2024.

COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Tipos de tratamento**. Disponível em: < <http://site.sabesp.com.br/site/interna/Default.aspx?secaoId=61>> Acesso em: 30 ago. 2024.

FUNDAÇÃO AMAZÔNIA DE AMPARO E ESTUDOS E PESQUISAS DO PARÁ. **Anuário Estatístico do Pará 2015**. Disponível em: <https://fapespa.pa.gov.br/sistemas/anuario2022/portfolio.html> Acesso em: 30 ago. 2024.

IBGE. **Censo Demográfico 2022**. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html?caminho=organizacao_do_territorio/malhas_territoriais/malhas_de_setores_censitarios__divisoes_intramunicipais/censo_2022_preliminar/distritos/shp/UF. Acesso em: 31 ago. 2024.

IBGE. Número de empresas segundo o segmento de serviço, Brasil 2014.

Disponível em: < <http://brasilemsintese.ibge.gov.br/servicos/numero-de-empresas-por-segmento-de-servico.html>> Acesso em: 31 ago. 2024.

JORDÃO, Eduardo Pacheco; PESSÔA, Constantino Arruda. Processo de lodos ativados. In: JORDÃO, Eduardo Pacheco; PESSÔA, Constantino Arruda. **Tratamento de esgotos domésticos**. Rio de Janeiro: SYNERGIA, 2009.

Leather Working Group: improving environmental stewardship. Disponível em: <https://www.leatherworkinggroup.com/>. Acesso em: 31 ago. 2024.

MEDEIROS, Carlos Henrique; KAUARK, Fabiana; MANHÃES, Fernanda Castro. **Metodologia da pesquisa**: guia prático. Itabuna VIA LITTERARUM, 2010.

OLIVEIRA, Luciel Henrique. **Normas ISO 14000**. 2009. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/346970271/ebook-ISO-14-000>. Acesso em: 31 ago. 2024.

PACHECO, José Wagner Faria. **Curtumes**: Série P+L. São Paulo CETESB, 2005.

PREFEITURA MUNICIPAL DE BELÉM. **Bairro da Maracacuera**. Disponível em: < <http://www.belem.pa.gov.br/segep/>

download/mapas/bairros/Maracacuera.htm> Acesso em: 31 ago. 2024.

SOLEDADE, M. G. M.; NÁPRAVNIK FILHO, L. A. F. K.; SANTOS, J. N.; DA SILVA, M. de A. M. **ISO 14000 e a gestão ambiental: uma reflexão das práticas ambientais corporativas**. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE GESTÃO EMPRESARIAL E MEIO AMBIENTE, 9. 2007, Curitiba. Anais de evento. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/handle/ri/26760>. Acesso em: 31 ago. 2024.