

Sistema Estadual de Meio Ambiente
Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável
Fundação Estadual do Meio Ambiente

AVALIAÇÃO AMBIENTAL DO SETOR DE CURTUMES NO ESTADO DE MINAS GERAIS

Belo Horizonte
2017

Sistema Estadual de Meio Ambiente
Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável
Fundação Estadual do Meio Ambiente
Gerência de Produção Sustentável
Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais

Relatório Final:
AVALIAÇÃO AMBIENTAL DO SETOR DE
CURTUMES NO ESTADO DE MINAS GERAIS

Amanda Noronha Moreira de Carvalho

Belo Horizonte
2017

Resumo

A indústria do couro é conhecida pelo grande impacto resultante da sua atividade, sendo relevante a sua geração de efluentes líquidos e resíduos sólidos. Visando a realizar um diagnóstico do setor no estado de Minas Gerais de maneira a identificar seu desempenho frente ao atendimento às leis ambientais para proposição de melhorias, foram realizadas extensas revisões bibliográficas e visitas técnicas em empreendimentos. Os dados que subsidiaram esta avaliação foram obtidos através do SIAM (Sistema Integrado de Informação Ambiental) e do preenchimento de *check lists*.

Observou-se que este é um setor que passa por grave crise financeira, o que foi confirmado através do grande número de empresas desativadas ou operando apenas parcialmente. O perfil do setor no estado é de, basicamente, pequenas e médias empresas que comercializam seus produtos no mercado interno. Mais de 50% das empresas apresenta-se irregular frente à legislação ambiental, operando com autorizações e licenças vencidas ou realizam atividades para as quais não estão regularizadas.

Em termos gerais, pode-se concluir que os curtumes em Minas Gerais não apresentam bom desempenho ambiental, uma vez que, mediante análise das informações levantadas, foram identificadas várias desconformidades, como lançamento de efluentes líquidos acima dos limites estabelecidos pela legislação vigente, para alguns parâmetros, armazenamento inadequado de resíduos sólidos e baixa qualidade dos relatórios ambientais apresentados, com informações incompletas e/ou incoerentes.

Por fim, algumas medidas de produção mais limpa aplicáveis ao setor são sugeridas, de modo a contribuir para a melhoria de seus processos produtivos e da qualidade ambiental do estado.

Sumário

1. INTRODUÇÃO	9
2. OBJETIVOS	11
2.1. Objetivo Geral.....	11
2.2. Objetivos Específicos	11
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	12
3.1. Descrição geral da indústria no Brasil	12
3.2. Processo produtivo do couro.....	14
3.2.1. Conservação das peles	17
3.2.2. Ribeira	17
3.2.3. Curtimento	21
3.2.4. Acabamento	23
3.3. Impactos ambientais e medidas de controle.....	25
3.3.1. Efluentes líquidos	25
3.3.2. Resíduos sólidos	33
3.3.3. Emissões atmosféricas	38
3.4. Legislação ambiental pertinente	39
3.4.1. Classificação dos empreendimentos.....	40
3.4.2. Lançamento de efluentes líquidos	42
3.4.3. Emissões atmosféricas	43
3.4.4. Emissão de ruído	44
3.4.5. Resíduos sólidos	45
3.4.6. Legislação internacional.....	47
4. METODOLOGIA	49
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	51
5.1. Características produtivas do setor em Minas Gerais	51
5.2. Diagnóstico ambiental do setor.....	58
5.2.1. Efluentes líquidos	58
5.2.2. Resíduos sólidos	63
5.3. Avaliação do licenciamento ambiental	64
5.4. Produção mais limpa.....	71
6. CONCLUSÃO	73
7. RECOMENDAÇÕES	74
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	75
ANEXO A – Excerto da DN COPAM nº187/2013	80
ANEXO B – Check list aplicado nas visitas técnicas	84

Lista de Ilustrações

Figura 1: Valor bruto da produção industrial	13
Figura 2: Fluxograma do processo completo de produção do couro bovino com curtimento ao cromo.	16
Figura 3: Vista de uma bateria de fulões	18
Figura 4: Efluente líquido resultante da etapa do caleiro	20
Figura 5: Rede estrutural do couro após o processo de curtimento (couro <i>wet blue</i>)....	21
Figura 6: Couro curtido com tanino vegetal.....	22
Figura 7: Couro <i>wet blue</i> logo após curtimento com cromo	23
Figura 8: Máquina de rebaixar e serragem resultante da operação	24
Figura 9: Fluxograma com as etapas do tratamento recomendado para curtumes integrados com curtimento ao cromo.	29
Figura 10: Reator de lodos ativados tratando efluente líquido de curtume	32
Figura 11: Aparas não caleadas (à esquerda) e caleadas (à direita)	34
Figura 12: Instalação com filtro manga para controle de material particulado da etapa de lixamento de couros.....	39
Figura 13: Distribuição dos empreendimentos visitados, exceto salga, por faixa de número de empregados.....	51
Figura 14: Classe dos empreendimentos do universo da pesquisa, distribuídos por códigos.....	53
Figura 15: Porcentagem de atividades regulares por código da DN n°74/2004.....	54
Figura 16: Localização das atividades visitadas.....	55
Figura 17: Localização geográfica dos curtumes do estado de Minas Gerais por SUPRAM.....	56
Figura 18: Localização geográfica das salgarias do estado de Minas Gerais por SUPRAM	57
Figura 19: Solo sem vegetação com cristais de cloreto de sódio após vazamento de salmoura do tanque de armazenamento de uma salgadeira.....	59
Figura 20: Presença de serragem de rebaixadeira diretamente sobre o solo	64

Lista de Tabelas

Tabela 1: Valores típicos de parâmetros de efluentes de curtumes completos convencionais processando pele bovina salgada por etapa do processo produtivo (kg/t de pele)	26
Tabela 2: Toxicidade do sulfeto de hidrogênio	27
Tabela 3: Valores usuais de concentração de curtumes completos convencionais com e sem reciclo de caleiro e curtimento	28
Tabela 4: Determinação da classe do empreendimento a partir do potencial poluidor da atividade e do porte	41
Tabela 5: Parâmetros de lançamento de efluentes líquidos segundo a Resolução CONAMA n°430/2011 e COPAM n°01/08	43
Tabela 6: Limite para lançamento de efluentes líquidos de curtimento ao cromo na Alemanha.....	49
Tabela 7: Dados do plano amostral	50
Tabela 8: Capacidade de produção nominal e efetiva de 2015 das atividades visitadas	52
Tabela 9: Parâmetros físico-químicos da salmoura resultante da salga de couro bovino de um empreendimento visitado.....	58
Tabela 10: Sistemas de tratamento de efluente resultante da salga e esgoto sanitários das salgadeiras visitadas	60
Tabela 11: Valores dos principais parâmetros físico-químicos dos efluentes industriais de empreendimentos do código C-03-02-6	62
Tabela 12: Valores dos principais parâmetros físico-químicos dos efluentes industriais de empreendimentos do código C-03-03-4	62
Tabela 13: Levantamento de todas condicionantes do programa de automonitoramento por código de atividade para a indústria do couro.....	68
Tabela 14: Medidas de P+L.....	72
Tabela 15: Condições e limites de lançamento para caldeiras à óleo.....	80
Tabela 16: Condições e limites de lançamento para caldeira à gás natural.....	80
Tabela 17: Condições e limites de lançamento para caldeiras à biomassa de cana-de-açúcar ou de beneficiamento de cereais	81
Tabela 18: Condições e LME para processos de geração de calor a partir da combustão externa de derivados de madeira	82
Tabela 19: Condições e LME para fontes fixas pontuais existentes (1) e novas (2) não expressamente listadas nos demais anexos desta Deliberação Normativa	83

Lista de Siglas

AAF – Autorização Ambiental de Funcionamento
ABNT/NBR – Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária
AOX - Organo-halogenados Adsorvíveis (*Adsorbable Organic Halogens*)
BPF – Baixo Ponto de Fluidez
CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CFR – Código de Regulação Federal (*Code of Federal Regulation*)
CNAE – Classificação Nacional de Atividades Econômicas
CNI - Confederação Nacional da Indústria
CO – Monóxido de Carbono
CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente
COPAM – Conselho Estadual de Política Ambiental
COV – Compostos Orgânicos Voláteis
OD – Oxigênio Dissolvido
DN – Deliberação Normativa
DBO - Demanda Bioquímica de Oxigênio
DQO – Demanda Química de Oxigênio
USEPA – Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (*United States Environmental Protection Agency*)
ETE – Estação de Tratamento de Efluente
FAO - *Food and Agriculture Organization of the United Nations*
FEAM – Fundação Estadual do Meio Ambiente
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
LAS – Licenciamento Ambiental Simplificado
LI – Licença de Instalação
LO – Licença de Operação
LP – Licença Prévia
LME – Limite Máximo de Emissão
MP – Material Particulado
NO_x – Óxidos de Nitrogênio
NTK - Nitrogênio Total Kjeldahl

PIB – Produto Interno Bruto

PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos

SIAM – Sistema Integrado de Informação Ambiental

SIARE - Sistema Integrado de Administração da Receita Estadual

SIDRA - Sistema IBGE de Recuperação Automática

SISEMA - Sistema Estadual de Meio Ambiente

SOx – Óxidos de enxofre

SUPRAM – Superintendência de Regularização Ambiental

1. INTRODUÇÃO

A indústria coureira é responsável pela transformação da pele animal em um produto final impudrescível, com valor agregado, denominado couro ou pele curtida. O processo convencional completo de produção do couro pode ser dividido em três grandes etapas, sendo o curtimento o elemento principal. Tais etapas envolvem sequências de reações químicas complexas, como a preparação, formulação e utilização de diversos produtos químicos ao longo de toda a cadeia produtiva, além da execução de várias operações mecânicas para conformação.

Os couros produzidos nos curtumes constituem matéria-prima para diversos tipos de indústrias, sendo que mais de 55% são utilizados pela indústria calçadista, seguida pela indústria de estofamento para móveis (15%), a automotiva (10%) e a de vestuário (10%) (BAIN & COMPANY, 2014). Da indústria do couro também são aproveitados os subprodutos gerados para diversas aplicações. São produzidas gelatinas, alimento para animais de estimação, cola, *dog toys*, sabão, pincéis de pelo, entre outros.

O Brasil é o quinto maior produtor mundial de couro bovino, segundo dados da série histórica de 1999 a 2014 da FAO (*Food and Agriculture Organization*) (FAO, 2016). A grande disponibilidade de matéria-prima é um importante requisito para que um país possa competir em um determinado segmento do mercado globalizado, sendo este um dos fatores que explica a representatividade do setor no país e do Brasil no mundo.

Apesar das dificuldades na economia nacional e no mercado externo, em 2016 o país cresceu em área comercializada, totalizando 193,9 milhões de metros quadrados exportados, o que significa 3,8% a mais do que em 2015. Em valores, o movimento foi outro: o montante exportado foi de US\$ 2,033 bilhões, com queda de 10,3% (CICB^a, 2016).

Os principais destinos dos couros brasileiros entre janeiro e dezembro de 2016 foram: China e Hong Kong com 33,2%, Itália com 15,2%, e Estados Unidos com 12,0%. Entre os principais estados exportadores, o Rio Grande do Sul manteve a primeira posição, com 21,1%, seguido de São Paulo, com 20,9%. Minas Gerais ocupa a 8ª posição com participação de 4,8% nas exportações brasileiras, atrás de Goiás com 15,0%, Paraná

com 9,3%, Ceará com 7,1%, Mato Grosso do Sul e Bahia, ambos com 5,2% (CICB^b, 2016).

O segmento de produção de couros também é responsável pela geração de um grande número de postos de trabalhos. Existem no Brasil mais de 700 empresas ligadas à cadeia do couro, desde organizações familiares, até curtumes médios e grandes conglomerados corporativos do setor. O setor do couro emprega atualmente mais de 50 mil trabalhadores. (CICB^a, 2016).

No entanto, contrapondo-se aos impactos positivos do setor na economia e geração de renda, têm-se os problemas ambientais associados à atividade desenvolvida, sendo os mais relevantes, a grande geração de resíduos sólidos, destacando-se os resíduos contendo cromo e o elevado consumo de água. Deste último resulta o aspecto ambiental mais significativo dos curtumes, a grande geração de efluentes líquidos industriais, que além do volume, apresentam elevadas concentrações de matéria orgânica e presença de contaminantes perigosos, como cromo e sulfeto.

A problemática da existência de cromo em efluentes líquidos e resíduos é devida à forma como esse elemento está presente no curtente, Cr (III), entretanto, passível de oxidação na natureza para Cr (VI), forma mais tóxica para seres humanos e acumulativa nos níveis tróficos. Já o sulfeto de hidrogênio, usado na depilação das peles, pode se desprender da fase líquida, provocando não somente a formação de odores desagradáveis, mas também impondo riscos à saúde, uma vez que tal gás é tóxico mesmo em baixas concentrações (CHERNICHARO, 2007).

Dessa forma e dada tais observações, faz-se importante um diagnóstico do setor de curtumes de maneira a identificar o desempenho dessa indústria no estado de Minas Gerais frente ao atendimento às leis ambientais, com vista à proposição de melhorias. Para fundamentação do tema foi realizada revisão bibliográfica sobre o processo produtivo, os impactos ambientais com as respectivas medidas de controle e a legislação ambiental aplicável. Em seguida foi apontada a metodologia utilizada para realização da avaliação ambiental dos empreendimentos no estado e a discussão dos resultados obtidos, seguida da conclusão e recomendações.

2. OBJETIVOS

Diante da representatividade da indústria do couro para o estado de Minas Gerais e o elevado potencial poluidor dessa atividade, e considerando que uma das atribuições conferidas à FEAM (Fundação Estadual do Meio Ambiente) é a de desenvolver estudos visando à melhoria da gestão ambiental e uso eficiente dos recursos naturais para os setores da indústria, levantou-se a necessidade de realizar uma avaliação ambiental do setor de curtumes no estado para o aprimoramento da regularização ambiental dessa atividade. Para tal, definiram-se os seguintes objetivos gerais e específicos.

2.1. Objetivo Geral

Analisar, traçar e divulgar o perfil ambiental dos processos das indústrias de fabricação de couro no estado de Minas Gerais para subsidiar propostas de aprimoramento da regularização dessa atividade, visando à redução dos impactos a ela associados.

2.2. Objetivos Específicos

- (a) Levantamento dos aspectos e impactos ambientais inerentes à atividade industrial;
- (b) Avaliação das tecnologias adotadas no processo produtivo, com foco na geração de efluentes líquidos industriais e resíduos sólidos;
- (c) Avaliação do desempenho ambiental frente à legislação estadual e federal;
- (d) Avaliar os procedimentos adotados para o setor na regularização ambiental;
- (e) Proposição de ações de produção mais limpa aplicáveis às atividades.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Descrição geral da indústria no Brasil

A indústria do couro está representada na Classificação Nacional de Atividades Econômicas – CNAE 2.0, usada com o objetivo de padronizar os códigos de identificação das unidades produtivas do país nos cadastros e registros da administração pública nas três esferas de governo, dentro da seguinte hierarquia:

Seção:	C	INDÚSTRIAS DE TRANSFORMAÇÃO
Divisão:	15	PREPARAÇÃO DE COUROS E FABRICAÇÃO DE ARTEFATOS DE COURO, ARTIGOS PARA VIAGEM E CALÇADOS
Grupo:	151	CURTIMENTO E OUTRAS PREPARAÇÕES DE COURO
Classe:	1510-6	CURTIMENTO E OUTRAS PREPARAÇÕES DE COURO
Subclasse:	1510-6/00	CURTIMENTO E OUTRAS PREPARAÇÕES DE COURO

Esta subclasse compreende: a fabricação de couros curtidos (de diferentes origens), envernizados, metalizados, camurças, atanhos, cromos, etc. e também a regeneração, tingimento e pintura de couro.

Já a secagem e a salga de peles, também inserida na Seção C, pertence à Divisão de Fabricação de Produtos Alimentícios, dentro da classe 1011-2 - Abate de Reses, exceto suínos. São vários os códigos registrados sob esta classe, incluindo o número 1011-2/01 de Secagem e Salga de Couros e Peles Bovinas, dentro da qual estão inseridas, ainda, outras diversas atividades.

Na Figura 1 encontra-se a contribuição do Grupo 151 (Curtimento e Outras Preparações de Couro) frente ao total arrecadado pelo setor de Indústrias de Transformação no Brasil e a divisão C15 (Preparação de couros e fabricação de artefatos de couros, artigos para viagem e calçados) na qual estão inclusas, além do Grupo 151, a Fabricação de Artigos para Viagem e de Artefatos Diversos de Couro (152), Fabricação de Calçados (153), Fabricação de Partes para Calçados, de qualquer material (154). Em 2014 a indústria de transformação arrecadou 2.37 trilhões de reais, dos quais 23,3% foram dados pela contribuição da divisão C15. A arrecadação média atingida diretamente pelo curtimento de couros em relação ao total durante estes 5 anos é de 0,30%, sendo que 2014 apresentou o maior crescimento no período considerado.

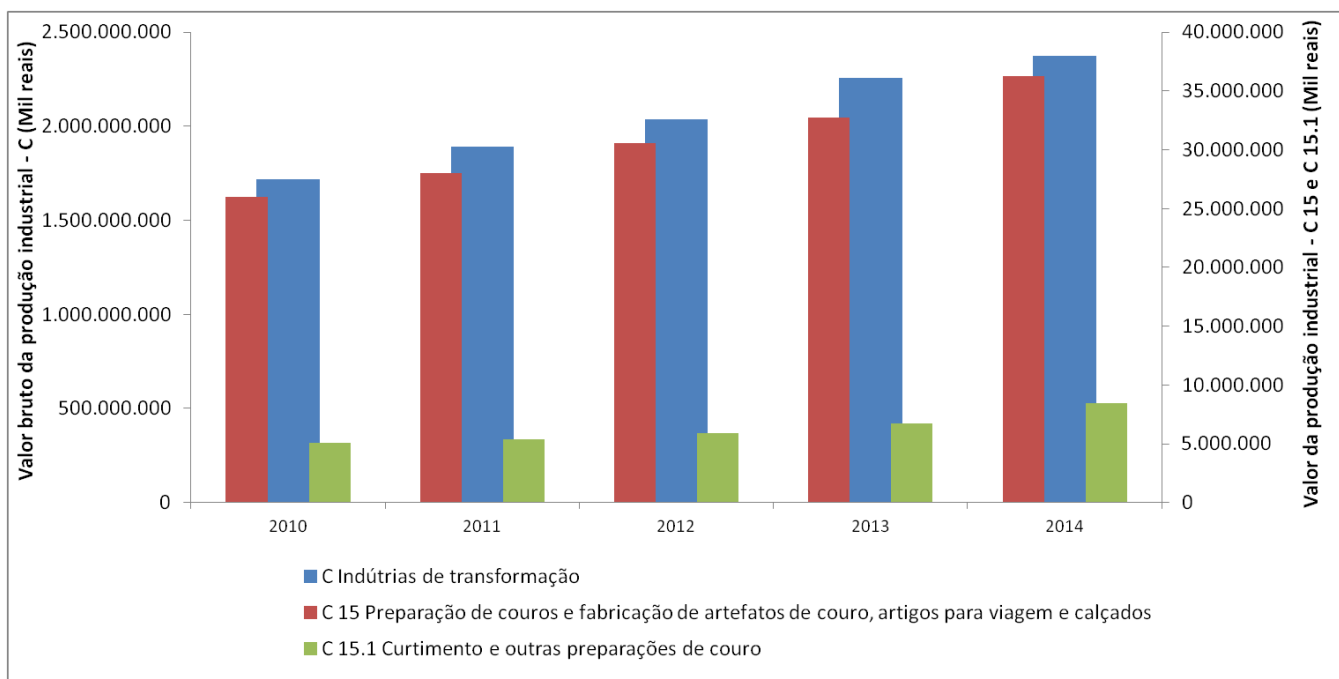


Figura 1: Valor bruto da produção industrial

Fonte: Compilado do Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA

A participação da Indústria de Transformação no PIB atingiu 11,4% em 2015. A representatividade desse setor na economia já foi mais significativa, com valores de até 21,6% em 1985. No caminho inverso, provocada pela sobrevalorização cambial, a inserção de conteúdo importado na indústria nacional saltou de 16,5%, em 2003, para 26,1%, em 2011, com previsão, segundo a Confederação Nacional da Indústria (CNI), de fechar em torno de 24% este ano.

Tal fenômeno tem sido interpretado como o início de um processo de desindustrialização no Brasil, que ganhou ainda mais força no período após a Crise Financeira Internacional de 2008 e 2009. Neste período, a indústria brasileira enfrentou a redução do preço relativo dos bens manufaturados, que também levou à perda de participação da indústria em diversos países, além da concorrência mais acirrada com produtos importados, especialmente da China, e de especial importância e impacto no setor coureiro (FIESP, 2015).

Em Minas Gerais, no ano de 2014, o setor do couro e calçados foi responsável por 0,8% do valor do PIB Industrial do estado, com exportações da ordem de 129 milhões de reais (PORTAL DA INDÚSTRIA, 2017).

3.2. Processo produtivo do couro

Conforme definição da Lei Federal nº11.211/2005, o couro é o produto oriundo exclusivamente de pele animal curtida por qualquer processo, constituído essencialmente de derme. O termo couro só pode ser empregado para produtos de origem, exclusivamente, animal segundo a Lei Nº 4.888/1965.

O couro pode ser produzido a partir da pele de animais de diversas espécies, sendo classificado conforme origem. Aproveita-se o couro de bovídeos (bovinos, bufalinos, caprinos, caprinos e antílopes), equinos, avestruzes e animais exóticos, como crocodilos, rãs, cobras, entre outros, estes dependentes da autorização de órgãos competentes.

No entanto, a indústria do couro depende principalmente da pecuária de corte e dos frigoríficos, visto que grande parte das peles é proveniente de bovinos. Para obtenção da matéria-prima, procede-se à esfolação do animal logo após o abate, podendo a pele ser vendida a intermediários para salga e secagem ou diretamente aos curtumes, neste caso, em estado fresco (ou verde, como é comumente referida no setor).

A transformação da pele em couro ocorre em diversas etapas, sendo possível a sua segmentação em diferentes empreendimentos. Curtumes que realizam o processo completo, desde o couro verde até o acabado, são chamados de integrados. Já os curtumes que realizam somente parte da atividade dividem-se em curtume de *wet blue*, semiacabado e acabado. Os primeiros fazem o curtimento ao cromo da pele após o abate, produzindo um couro úmido e de tom azulado, que serve de matéria-prima para empreendimentos que realizam as etapas seguintes. O curtume de semiacabado, por sua vez, transforma o couro *wet blue* em couro *crust* (semiacabado) e o curtume de acabamento, pode produzir tanto couro acabado a partir do couro *crust*, realizando somente a etapa de acabamento final, quanto a partir do *wet blue*, executando o semiacabamento seguido do acabamento final.

A produção de couro pode ser resumida em três macroetapas principais, a saber: ribeira, curtimento e acabamento (em destaque no fluxograma da Figura 2 - Fonte: modificado de HOINACKI, 1989). Estas, por sua vez, são compostas de várias operações e

processos, sendo a ribeira subdividida em atividades menores e o acabamento em outras três subetapas (acabamento molhado, pré-acabamento e acabamento final), cada uma com suas respectivas atividades. As descrições das referidas etapas encontra-se em itens subsequentes. É importante mencionar que esta é uma divisão didática, feita para melhor compreensão do processo. Na prática algumas dessas etapas ocorrem ao mesmo tempo ou nem são realizadas, dependendo do tipo de artigo a ser produzido; ou ainda, podem se apresentar em outra ordem.

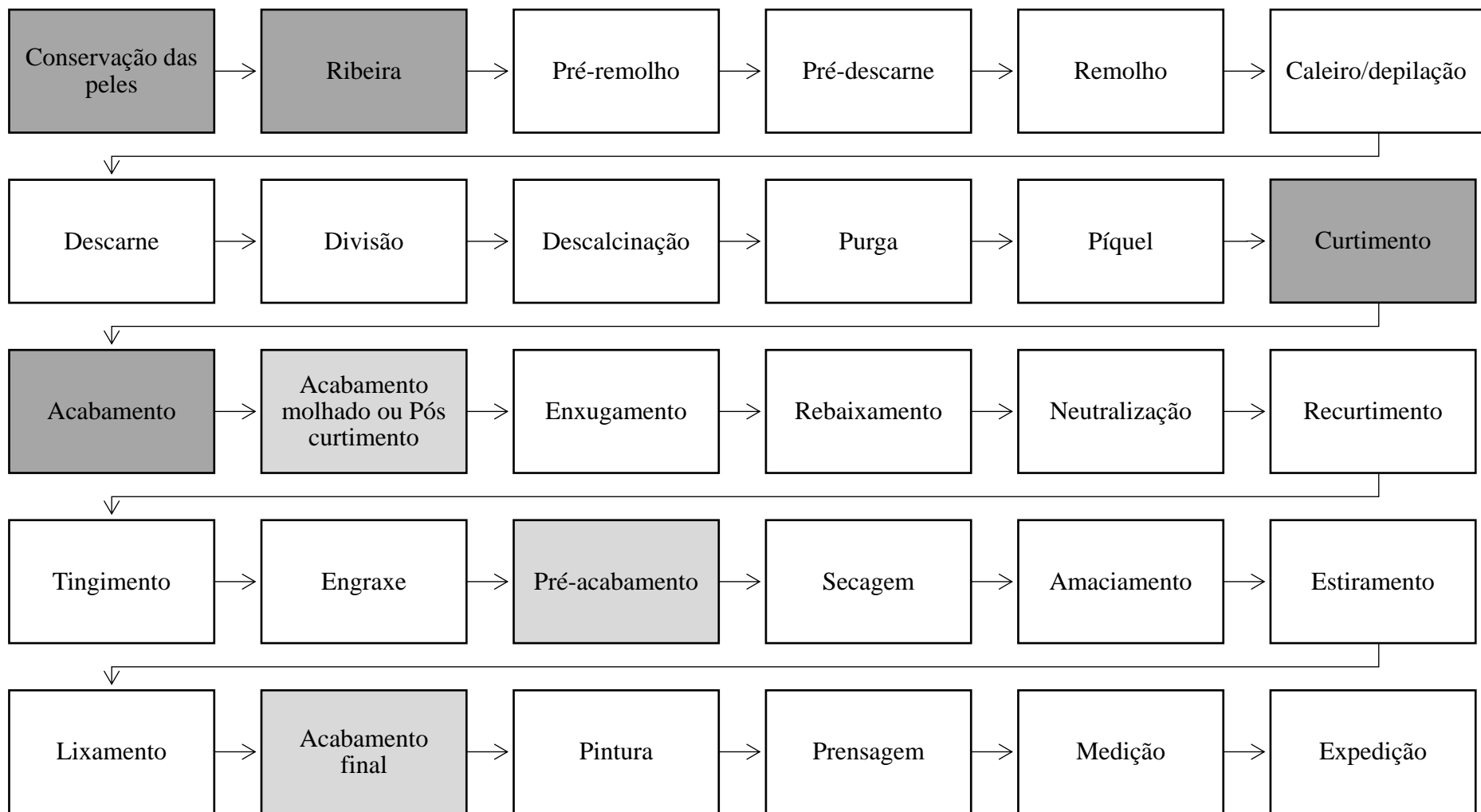


Figura 2: Fluxograma do processo completo de produção do couro bovino com curtimento ao cromo

3.2.1. Conservação das peles

A conservação das peles tem por objetivo retardar a sua decomposição para permitir posterior beneficiamento. Os processos de conservação, em geral, baseiam-se na desidratação das peles, diminuindo a viabilidade do crescimento bacteriano e ação enzimática.

Dentre os métodos mais utilizados tem-se a salga, capaz de manter a conservação do couro por longo prazo. No tipo mais simples de salga, a seco, distribui-se sal (cloreto de sódio) entre as peles frescas, mais comumente chamadas de “pele verde”, enquanto se faz seu empilhamento. Pode ser feita no frigorífico e/ou por intermediários (salgadores de peles) e/ou pelos próprios curtumes (CETESB, 2015). Para melhorar ou garantir a efetividade da salga e afastar insetos, inseticidas e biocidas podem ser misturados ao sal para preservação. Outra modalidade de salga, denominada de úmida, é semelhante à anterior, com a diferença que a matéria prima é colocada em tanques, onde se acumula uma salmoura obtida a partir da própria umidade da pele, devido à penetração do sal.

Salgas mais simples podem ser conjugadas com outros métodos, como secagem e salmouragem, diferente da salga a úmido, por se tratar de salmoura fabricada e saturada, na qual as peles são mergulhadas até submersão. Dependendo do método de salga, maior ou menor quantidade de efluente será gerada.

O fator limitante para o emprego do cloreto de sódio é o resíduo sólido gerado na operação de batimento de sal, o aumento da quantidade de água necessária no remolho para reidratação da pele e o excesso de cloreto no efluente gerado nesta última etapa para o tratamento biológico na estação de tratamento de efluentes (SENAI-RS, 2003). Sempre que possível é recomendado o processamento das peles verdes, dentro de um período de até 3 horas, sendo assim possível evitar o emprego de qualquer método de conservação e seus potenciais impactos ambientais.

3.2.2. Ribeira

A ribeira é uma operação que tem com o objetivo de preparar a pele para curtimento, reunindo uma série de processos químicos e operações mecânicas. As operações de

ribeira são as detalhadas a seguir, embora existam algumas diferenças de curtume para curtume.

A primeira etapa da ribeira é o pré-remolho, na qual será retirado o excesso de sal das peles que foram salgadas e sujidades superficiais, além da recuperação parcial da umidade natural, facilitando seu pré-descarne. Em curtumes cujas peles usadas são verdes, esta etapa não é executada. O pré-remolho, bem como a grande maioria das operações que envolvem banhos, são realizadas em fulões (Figura 3), equipamentos cilíndricos ocios submetidos à rotação após carregamento de peles e soluções com diferentes produtos químicos.



Figura 3: Vista de uma bateria de fulões

Após a hidratação das peles é realizado o descarne, operação mecânica responsável por retirar a camada inferior da pele, denominada de hipoderme, constituída por materiais não aproveitáveis para a produção do couro como tecido adiposo, tecido muscular, nervos e vasos sanguíneos (HOINACKI, 1989). A operação pode ser efetuada com a pele crua logo após o abate, com a pele já salgada ou após a etapa de caleiro. As duas primeiras operações são chamadas de pré-descarne e a última de descarne ou redescarne.

É comum a realização de duas destas operações em uma mesma pele. Inicialmente, realiza-se o pré-descarne na pele crua ou conservada e, posteriormente, logo após a etapa de caleiro/depilação. Dessa forma, é possível retirar o sebo e a carne residual aderida à pele (denominada de carnaça) antes da adição de álcalis no caleiro, facilitando sua venda como subproduto protéico devido à sua maior qualidade. Diminui-se, ainda, o gasto de produtos químicos nas etapas subsequentes, a carga orgânica e a concentração de sólidos sedimentáveis nos efluentes e nos banhos passíveis de reciclo.

A etapa de remolho é repetida logo após o descarne de modo a restaurar o conteúdo de água da pele fresca e remover o sal remanescente, preparando as peles adequadamente para as etapas seguintes. O remolho também é realizado em fulões com água e vários outros produtos coadjuvantes, como tensoativos, álcalis e enzimas, com o objetivo de acelerar o processo de hidratação e reduzir a quantidade de água (SENAI-RS, 2003). Antes de dar entrada no caleiro, as peles podem ser recortadas dando origem às aparas não-caleadas, muito usadas na fabricação de colas e gelatinas.

No caleiro/depilação, ocorrem duas etapas simultâneas, executadas em um mesmo fulão, com finalidades distintas e efeitos sinérgicos. A depilação objetiva a remoção dos pelos e da epiderme (camada superficial da pele), enquanto no caleiro promove-se a abertura da estrutura fibrosa do colágeno da derme, material de interesse, com o objetivo de prepará-la adequadamente para os processos de curtimento.

Tal etapa ocorre com a adição de agentes depilantes, geralmente sulfeto de sódio (Na_2S), e cal (CaO), que após reação com água formará hidróxido de cálcio (Ca(OH)_2), até obtenção de pH na faixa de 11,5 a 12 (HOINACKI, 1989). O sulfeto de sódio reage com a água produzindo sulfidrato de sódio, responsável pelo ataque dos aminoácidos da queratina, constituinte da epiderme e dos pelos, que é degradada. Esta operação pode ser conduzida de modo a promover a destruição total do pelo ou somente a sua liberação, na qual este sairá praticamente inteiro (processo denominado “*hair-saving*”) (SENAI-RS, 2003).

Em paralelo, ocorre também uma limpeza do colágeno da derme com a quebra de proteínas indesejáveis e saponificação de ácidos graxos. A correta abertura da estrutura fibrosa da pele é muito importante, para que se possa ter uma boa reatividade com o

curtente na etapa de curtimento. A etapa do calceiro é altamente poluidora (Figura 4), em especial quando é feita a solubilização do pelo, sendo responsável por até 85% da carga poluidora dos efluentes no processo global (CLAAS & MAIA, 1994). Tal fenômeno é atribuído às proteínas e seus produtos de degradação, bem como aos produtos químicos empregados (HOINACKI, 1989).



Figura 4: Efluente líquido resultante da etapa do calceiro

Logo após o calceiro, a pele segue para a divisora, na qual será separada, geralmente, em duas camadas paralelas, dando origem à flor ou vaqueta, camada mais nobre e superior, e a raspa, camada interna da pele. A raspa, também pode ser curtida, dando origem a artigos de qualidade inferior, ou também ser encaminhada para a fabricação de gelatina juntamente com as aparas não-caleadas e caleadas, que eventualmente possam surgir após o calceiro.

Na descalcinação são removidos o cálcio, o sulfeto (com redução da alcalinidade) adicionados em etapa anterior, utilizando-se, geralmente, sais de amônia. O pH das peles é reduzido próximo à faixa do neutro, deixando as tripas (como é chamado o couro após a etapa de calceiro) prontas para receber a purga com enzimas proteolíticas para limpeza de materiais queratinosos, gorduras e proteínas não fibrosas remanescentes. A descalcinação é o banho que mais contribui com o aumento da concentração de nitrogênio amoniacal, impactando assim na qualidade do efluente tratado, uma vez que raramente ocorre a etapa terciária nas estações de tratamento (SENAI-RS, 2003).

O píquel é a última etapa antes do curtimento e tem por objetivo a redução da reatividade do grupo carboxílico da cadeia lateral do colagênio, de modo a favorecer a difusão do curtente para o interior da tripa no processo subsequente. É uma etapa de mecanismo complexo que ocorre mediante a adição de água, sais neutros e ácidos (sulfúrico, clorídrico ou fórmico), sendo realizada no mesmo fulão no qual foram executadas as etapas de descalcinação e purga.

3.2.3. Curtimento

O curtimento consiste na transformação da pele em fase de tripa caçada em material estável e imputrescível. Com o curtimento ocorre o fenômeno de reticulação, no qual a estrutura formada não incha e nem retrai mais com a absorção ou liberação de água, e o couro se torna consideravelmente mais resistente à putrefação e às influências orgânicas. (ALCÂNTARA, 1999).

Acredita-se que o curtimento ocorra em duas etapas: a difusão e a fixação do curtente. Quimicamente, o curtimento ocorre no interior das fibras promovendo o *crosslink* entre as moléculas de colagênio. (AQUIM, 2004). O exato mecanismo da reação não é totalmente conhecido, mas é provável que envolva a coordenação do cromo com grupos carboxil das cadeias de colágeno. O cromo, adicionado em forma de sulfato, atua como ponte, interligando os grupos proteicos do couro (Figura 5), resultando em uma maior estabilidade química e mecânica do produto final (RIBEIRO *et al*, 2011).

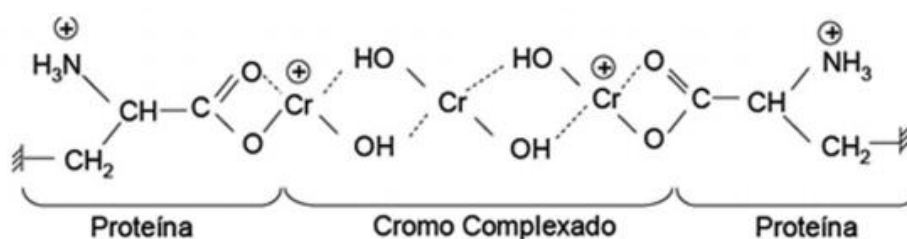


Figura 5: Rede estrutural do couro após o processo de curtimento (couro *wet blue*)
 Fonte: RIBEIRO *et al*, 2011.

Os três principais tipos de curtimento são o curtimento sintético, vegetal e mineral. No curtimento sintético, são empregados curtentes, em geral orgânicos (resinas, taninos sintéticos, por exemplo). Geralmente, são mais caros, relativamente aos outros curtentes

e são mais usados como auxiliares de curtimento, aumentando a penetração de outros produtos (CETESB, 2015).

No curtimento vegetal são usados taninos extraídos de plantas como a acácia e o barbatimão, espécie típica do Cerrado e presente na porção centro-ocidental de Minas Gerais. O couro curtido em tanino denomina-se atanado (Figura 6), devido à cor marrom conferida pelo tanino, podendo ser utilizado para confecção de solas, selarias, estofados e artefatos diversos (LEAL, 2007). A rigidez do atanado e a baixa resistência às temperaturas mais altas limitam a sua aplicação, sendo mais utilizado na fabricação de solas, que não necessitam de acabamento, ou em combinação com outros tipos de curtimento. O principal resíduo gerado nesta modalidade de curtimento é rejeito líquido contendo elevado teor de tanino e polifenóis (SENAI-RS, 2003).



Figura 6: Couro curtido com tanino vegetal

No curtimento mineral, utilizam-se sais metálicos, como zircônio, alumínio e ferro (HOINACKI, 1989). O processo mais utilizado no Brasil é o curtimento com cromo. Tal procedimento apresenta, frente a outros processos, tempo relativamente curto de curtimento e boa qualidade dos couros obtidos. A fonte de cromo normalmente utilizada é o sulfato básico de cromo, onde este se encontra no estado trivalente (Cr^{+3}). Existem diversas modalidades de curtimento ao cromo, utilizados conforme o grau de tecnologia, controle de qualidade da empresa e matéria-prima disponível. O tipo de curtimento adotado, bem como a concentração final de Cromo (III) liberado no banho

residual, são, portanto, bastante variáveis (CETESB, 2015). Como produto desta etapa tem-se o couro *wet blue* (Figura 7), nomeado assim devido ao seu aspecto úmido e a coloração azul conferida pelo cromo. Como resíduo tem-se o efluente líquido resultante dos banhos, que contém elevado teor de cromo trivalente, demandando, portanto, tratamento adequado.



Figura 7: Couro *wet blue* logo após curtimento com cromo

3.2.4. Acabamento

O acabamento é um conjunto de operações executadas sobre o couro com o objetivo de conferir à sua superfície as propriedades desejadas, como uniformidade, resistência mecânica, impermeabilidade à água, toque, entre outras. (AMORIM & MELILLO, 1987 *apud* LEAL, 2007). Geralmente, couros curtidos ao tanino passam somente por algumas etapas como amaciamento e tingimento (dependendo do artigo), enquanto couros curtidos ao cromo são mais trabalhados. O acabamento se divide em três subetapas: acabamento molhado, pré-acabamento e o acabamento final.

Da fase de acabamento molhado obtém-se o couro semiacabado ou pele *crust* a partir do couro *wet blue*. É um conjunto de etapas realizadas em fulões, em meio aquoso, e seu objetivo é de conferir algumas das qualidades finais de um artigo. A etapa se inicia com o enxugamento do couro, que reduzirá a quantidade de água a níveis ideais à realização do rebaixamento para ajuste de espessura (LEAL, 2007). O rebaixamento é atividade

que mais gera resíduo sólido, chamado de serragem (Figura 8). Quanto pior é a qualidade do couro, maior é a necessidade de ajuste, logo mais serragem é gerada.



Figura 8: Máquina de rebaixar e serragem resultante da operação

Em seguida, o couro passa por um processo de neutralização de cargas positivas a fim de compatibilizar sua carga com a dos produtos a serem usados em etapas subsequentes, como os agentes aniônicos de recurtimento, tingimento e engraxe.

No recurtimento produz-se o couro como desejado no artigo no final (mais ou menos macio, resistente, elástico, etc.). Os produtos químicos recurtentes podem ser incluídos, principalmente, em um dos grupos a seguir: sais de metais, taninos sintéticos, taninos vegetais, resinas ou aldeídos.

Após o recurtimento, o couro segue para tingimento e, posteriormente, engraxe. O engraxe é a última fase do acabamento molhado e tem por objetivo envolver as fibras do couro com material engraxante de forma a melhorar as características físico-mecânicas do couro após secagem. Os produtos para engraxe podem incluir óleos e graxas naturais (animais e vegetais), óleos sulfatados, óleos sintéticos, óleos minerais, entre outros (HOINACKI, 1989).

No pré-acabamento, composto basicamente de processos físicos, o couro será secado de forma a adequar sua umidade e superfície para o recebimento da camada de pintura. Existem vários métodos de secagem, cada qual com suas respectivas vantagens e desvantagens, sendo os mais empregados a secagem natural (geralmente em suportes aéreos), secoterm (placas verticais ou horizontais aquecidas), secadoras a vácuo e *toggling* (secagem complementar através do estaqueamento em quadros especiais, com ganho de área). Nas próximas etapas faz-se o amaciamento do couro (em molissas ou fulões de bater), estiramento e lixamento (caso a flor necessite de uniformização).

Na última etapa de acabamento, denominada de acabamento final, se dá a transformação do couro *crust* (semi-acabado) em acabado. O acabamento final tem por objetivo conferir ao couro seu aspecto final e desejado, melhorando as suas características sensoriais, além das propriedades físico-químicas como impermeabilidade à água. Nela o couro recebe camadas sucessivas de misturas à base de ligantes e pigmentos (orgânicos - compostos azoicos, policiclinas e ftalocianina- e inorgânicos - com metais pesados como chumbo e cromo), podendo ser aplicadas manualmente com pelúcia ou escova, pistolas de pulverização, máquina de cortina ou máquina multiponto (SENAI-RS, 2003). As tintas são constituídas por misturas à base de resinas acrílicas, solventes aquosos e pigmentos orgânicos ou inorgânicos.

Em seguida, o couro segue para a prensagem, que tem por finalidade garantir a adesão do acabamento ao couro e realizar gravações na flor, imprimindo padrões diversos como o da pele de cobra ou mesmo imprimindo o aspecto dos poros, perdidos na etapa de lixamento. Após a prensagem, o couro é classificado de acordo com a sua qualidade e tem sua área medida, antes de ser colocado para a expedição em lotes para o mercado.

3.3. Impactos ambientais e medidas de controle

3.3.1. Efluentes líquidos

Como descrito no processo produtivo, são várias as atividades requeridas para transformação da pele em couro acabado. Cada etapa tem uma função, logo são usados diferentes produtos químicos de modo a transformar a matéria-prima. São vários os contaminantes presentes nos efluentes líquidos de curtumes, desde matéria orgânica (do

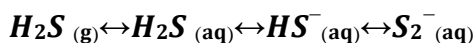
material biológico das peles como proteínas, sangue, fibras musculares) até substâncias tóxicas ou potencialmente tóxicas tais como: sais de cromo, sulfeto de sódio e amônia. O fato é que os resíduos líquidos originários de cada banho têm características distintas e colaboram de forma diferente para a carga poluidora global do efluente. Na Tabela 1, encontram-se os valores típicos de efluentes de curtumes com curtimento ao cromo.

Tabela 1: Valores típicos de parâmetros de efluentes de curtumes completos convencionais processando pele bovina salgada por etapa do processo produtivo (kg/t de pele)

Etapa do processo	Consumo de água (m ³ /t)	DQO	DBO ₅	Sólidos suspensos	Cr ⁺³	S ²⁻	NTK	SO ₄ ²⁻	Óleos e graxas	Sólidos dissolvidos totais
Ribeira	7 - 25	120 -160	40 -60	70 - 120		2 -9	9 -14	5-20	5-8	200 - 300
Curtimento	1 - 3	10 -20	3 - 7	5 - 10	2 -5		0-1	30-50	1-2	60 - 120
Acabamento molhado	4 - 8	15 - 40	5 - 15	10 - 20	1 - 2		1-2	10-40	3-8	40 - 100
Acabamento final	0 - 1	0 - 10	0 - 10	0 - 5						
Total	12 - 37	145 -230	48 -86	85 - 155	3 - 7	2 - 9	10 -17	45-110	9 - 18	300 - 520

Fonte: JRC-IPTS, 2013.

Observa-se que a ribeira é a etapa que mais contribui para o aporte de sólidos suspensos, DBO, DQO, óleos e graxas, sólidos totais dissolvidos e toxicidade na cadeia produtiva, além de ser o efluente gerado em maior volume. Tal fato é atribuído à reação de depilação, na qual o sulfeto causa a destruição dos pelos, liberando compostos orgânicos contendo nitrogênio, que são de difícil degradação, além de amônia. A fração que mede estas duas espécies, chamada de Nitrogênio Total Kjeldahl ou simplesmente NTK, confirma a origem da degradação. Além de adicionar um nutriente ao efluente, embora necessário à etapa biológica do tratamento, o excesso é removível somente com tratamentos terciários. Na depilação, ainda, não é consumido todo o sulfeto. Esse composto com característica de odor de ovo podre, que se encontra dissociado na água, pode ser transferido para a fase gasosa de acordo com a seguinte reação (SOUZA, 2010):



Essa transferência é problemática principalmente nas ETE's, por dois motivos: o forte odor e a periculosidade do composto. Quando em misturas gasosas o sulfeto de hidrogênio pode ser tóxico. Na Tabela 2 são relacionados os efeitos na saúde de seres humanos quando expostos a diferentes concentrações do composto. Observa-se que altas concentrações no ar atmosférico podem levar à paralisia do nervo olfativo resultando na perda do cheiro e da percepção do risco (SOUZA, 2010). Já

concentrações maiores que 700ppm podem ser letais quando inspiradas em períodos de até 2 minutos (MANIER & VIOLA, 2005).

Tabela 2: Toxicidade do sulfeto de hidrogênio

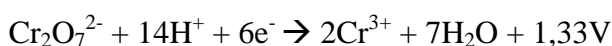
Concentração H ₂ S (ppm)	Tempo de exposição	Efeito na saúde de seres humanos
0,05 – 5	1min	Detecção de odor característico
10 – 30	6 – 8h	Irritação dos olhos
50 – 100	30min – 1h	Conjuntivite química, dificuldades de respiração
150 – 200	2 – 15min	Perda de olfato
250 – 350	2 – 15min	Irritação dos olhos
350 – 450	2 – 15min	Inconsciência, convulsão
500 – 600	2 – 15min	Distúrbios respiratórios e circulatórios
700 – 1500	0 – 2min	Colapso e morte

Fonte: MAINIER & VIOLA, 2005.

Dando prosseguimento a análise da Tabela 1, é possível observar que o efluente da etapa seguinte, de curtimento, já apresenta características bem diferentes, de pouca significância no aumento do teor de matéria orgânica no efluente bruto final, mas de importância no aumento do potencial de toxicidade e de complexidade requerida no tratamento. O rejeito líquido contendo elevado teor de cromo trivalente é o principal resíduo gerado nesta etapa.

O cromo é um metal cinza aço muito resistente à corrosão, não sendo encontrado livre na natureza. Seus estados de oxidação mais estáveis são as formas tri (Cr³⁺) e hexavalente (Cr⁶⁺). A toxicidade do cromo depende do seu estado de oxidação, sendo o cromo (VI) de maior toxicidade que o cromo (III). Acredita-se que um dos fatores que contribui para esta elevada toxicidade seja a grande habilidade do cromo (VI) em penetrar nas células, em comparação com o cromo (III). Uma vez dentro das células, o cromo (VI) sofre redução a cromo (III), com a liberação de radicais livres, que parecem ser responsáveis por efeitos carcinogênicos. Além do homem, plantas e animais aquáticos e terrestres podem, quando expostos a cromo (VI), apresentar distúrbios dos processos metabólicos (CRA, 2001)

De forma a se evitar a conversão de uma espécie química em outra é importante entender a relação entre ambas, que é dada por (CRA, 2001):



A diferença de potencial elétrico entre os dois estados mostra a propriedade oxidante do cromo hexavalente e a substancial energia necessária para oxidar a forma trivalente à hexavalente. Tal constatação é um aspecto positivo porque dela se conclui que uma vez despejado em corpos d'água, a oxidação de cromo III em VI, mais perigosa, pelo oxigênio dissolvido em águas naturais é insignificante (CRA, 2001). É importante ressaltar que nem por isso é desejável e permitido o lançamento de efluentes contendo cromo (III) acima dos previstos em lei.

Na fase de acabamento molhado tem-se os processos de recurtimento, tingimento e engraxe. Nestes banhos são adicionados mais sais de cromo (ou taninos) para recurtimento, corantes e óleos (principalmente vegetais e animais) para amaciamento do couro. É possível observar que esta etapa contribui com a segunda maior carga poluidora do processo. Por fim, tem-se o acabamento final, no qual não são formulados banhos, mas sim aplicados produtos químicos sobre a superfície do couro. Dentro do cenário global, esse processo não oferece grande aporte de poluentes.

As concentrações usuais para efluentes de curtumes que processam pele bovina com curtimento ao cromo até acabamento final estão expressas na Tabela 3. À esquerda tem-se valores para processos em que não se realiza o reciclo dos banhos do caleiro e de curtimento, e à direita aqueles que o fazem. A redução de cromo total e sulfeto que vão para as unidades de tratamento são da ordem de 84 e 60%, respectivamente. No item de Boas práticas, serão feitas maiores considerações sobre o reciclo destes banhos.

Tabela 3: Valores usuais de concentração de curtumes completos convencionais com e sem reciclo de caleiro e curtimento

Parâmetros	Concentrações típicas	
	Sem reciclo	Com reciclo
pH	8,6	7,5
Sólidos sedimentáveis	90 mL/L	21 mL/L
DQO	7250 mg O ₂ /L	4000 mg O ₂ /L
DBO ₅	2350 mg O ₂ /L	1800 mg O ₂ /L
Cromo Total	94 mg/L	15 mg/L
Sulfeto	26 mg/L	10 mg/L

Fonte: CLAAS & MAIA, 1994.

Para couros curtidos com tanino observa-se que um dos principais problemas é a remoção da cor, além dos altos valores de DQO, ainda que o curtimento seja à base de produtos vegetais. Juntamente dos taninos, adicionam-se outro produtos como gomas,

açúcares, sais minerais e ácidos orgânicos. A concentração de fenol presente nesses efluentes também pode prejudicar o crescimento de microrganismos no tratamento secundário (JCR- IPTS, 2013).

Diante de todas essas observações, os efluentes de curtumes, seja ele por curtimento ao cromo ou ao tanino vegetal, devem receber tratamento em nível adequado, de modo a atender à legislação ambiental. Seu lançamento indiscriminado pode tornar as águas receptoras impróprias para fins de abastecimento público, usos industriais, agrícolas e para recreação. Além disso, os altos valores de DBO e DQO podem exaurir todo o oxigênio dissolvido nos cursos d'água receptores, causando um desequilíbrio ecológico (FREITAS, 2007).

O tratamento de efluentes mais indicado para curtumes com curtimento ao cromo é descrito a seguir. Como não poderia ser diferente, este é composto de várias etapas, uma vez que se trata de um complexo efluente. Na literatura que aborda o tema, a concepção de tratamento mais citada é aquela na qual ocorre a separação das linhas do caleiro e do curtimento ao cromo das demais. Na Figura 9 encontra-se um fluxograma com as etapas do tratamento em instalações onde não se processa o reciclo dos banhos. Os efluentes de curtimento vegetal também devem seguir esquema semelhante, com exceção da etapa de precipitação de cromo.

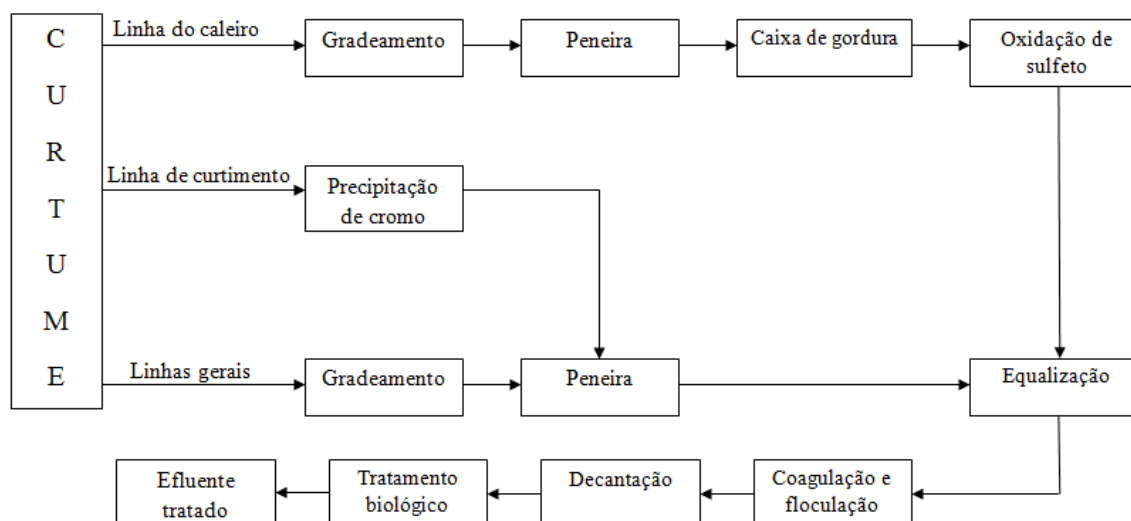


Figura 9: Fluxograma com as etapas do tratamento recomendado para curtumes integrados com curtimento ao cromo.

Fonte: SENAI, 1991.

Independentemente da linha é importante que existam unidades para remoção de sólidos grosseiros, contribuindo para a melhoria do desempenho das etapas seguintes. Os mecanismos básicos de remoção são de ordem física, sendo usada a retenção por grades e peneiras. Na linha do caleiro recomenda-se, ainda, a instalação de uma caixa de remoção de gorduras, entre a grade e a peneira, uma vez que a concentração elevada de óleos e graxas pode provocar uma série de dificuldades ao longo das demais unidades de tratamento. Dentre elas a obstrução da peneira e formação de filmes nos sistemas biológicos, prejudicando a transferência de oxigênio para o meio líquido.

Após o tratamento preliminar, as linhas do caleiro/depilação e curtimento devem ser encaminhadas, separadamente, às unidades de pré-tratamento antes de serem combinadas no tanque de equalização. No pré-tratamento do caleiro é objetivo é a remoção de sulfeto. A modalidade mais comum é a sua oxidação em meio alcalino através da introdução de oxigênio no meio líquido via aeração mecânica, insuflação de ar pelo fundo do tanque ou injeção de oxigênio líquido. Após oxidação, o sulfeto é convertido em tiosulfato ($S_2O_3^{2-}$).

Já em relação ao pré-tratamento da linha de curtimento, a precipitação do cromo sob a forma de hidróxido de cromo (III), com posterior sedimentação do precipitado formado é o procedimento mencionado com maior frequência na literatura especializada e deve ser feito em uma faixa de pH de 8,0 a 8,5 com a adição de álcalis. A precipitação do cromo nessa etapa tem três vantagens principais: a redução da presença do cromo no lodo do tratamento físico-químico e biológico, a diminuição da toxicidade do efluente que segue para o tratamento biológico e o reaproveitamento do cromo no processo curtimento através de sua ressolubilização com ácido sulfúrico ainda que o repasse seja modesto.

Após o pré-tratamento as linhas do caleiro e do curtimento podem ser combinadas à linha geral no tanque de equalização. Em alguns curtumes, também é misturado o efluente sanitário gerado nas instalações, com o objetivo de melhorar a biotratabilidade do efluente industrial na etapa de tratamento secundário biológico. Nesta unidade é essencial que exista um mecanismo de agitação e mistura a fim de homogeneizar as diferentes linhas e evitar a sedimentação de sólidos. Geralmente, evitam-se alternativas

que fazem a inserção de ar, para evitar levantamento de gás sulfídrico que porventura tenha resistido à oxidação.

Posteriormente, o efluente deve ser submetido a tratamento físico-químico para remoção de sólidos suspensos. Para realização da coagulação, ajusta-se a faixa de pH nos limites de atuação do produto químico a ser usado para tal fim. Geralmente utiliza-se cal para correção do pH e sulfato de alumínio como coagulante. Para aglutinação dos flocos recomenda-se também o uso de polímeros. O sistema é, então, misturado lentamente de forma a permitir o encontro dos flocos e sua sedimentação. A decantação pode ocorrer no próprio tanque, quando o fluxo é por batelada, ou em um decantador primário quando fluxo é contínuo. O lodo do tratamento físico-químico pode ser descartado continuamente através de braços raspadores ou por batelada, com frequência suficiente de modo a impedir condições de anaerobiose, sendo considerado Classe II, quando ocorre precipitação do cromo na estação de tratamento de efluentes.

Para remoção da carga orgânica residual os efluentes são encaminhados ao tratamento secundário biológico, normalmente lagoas aeradas, aeradas facultativas ou lodos ativados. Sistemas anaeróbios, geralmente, não são usados, pois requerem uma unidade aeróbia para oxidação do sulfeto formado. Além disso, é contraditória a utilização de sistemas anaeróbios para depuração biológica com a formação de sulfeto depois de efetuada a oxidação de sulfetos no pré-tratamento. Ademais, estes sistemas apresentam baixas eficiências quanto à remoção de DQO e DBO (cerca de 60% de abatimento) (SENAI-RS, 1991).

As lagoas aeradas e aeradas facultativas são variantes de lagoas de estabilização, nas quais a matéria carbonácea dissolvida e finamente particulada é estabilizada por bactérias dispersas no meio líquido. Nas lagoas aeradas os sólidos permanecem dispersos no meio líquido enquanto na aerada facultativa este sedimentam e são decompostos anaerobiamente no fundo. Nos dois sistemas o oxigênio é fornecido por aeradores mecânicos. Para efluentes de curtume, as lagoas aeradas facultativas tem apresentado eficiência de remoção de DBO e DQO de 80 e 70%, respectivamente. Apesar do bom desempenho, esta alternativa tem o inconveniente de demandar grandes áreas para instalação e, por conta dos processos anaeróbios, acabar por produzir odores desagradáveis. As lagoas aeradas também apresentam bons resultados no que tange à

remoção de carga orgânica. Porém é uma alternativa que deve ser escolhida com mais cuidado porque demanda uma unidade de decantação posterior e seu consumo energético pode se aproximar ao de lodos ativados, sem, contudo, fornecer a mesma eficiência de remoção (SENAI-RS, 1991).

Os lodos ativados (Figura 10), nos quais a biomassa se aglutina em flocos, também é aerado artificialmente e possuem diferentes modalidades, sistemas de alta, média e baixa carga, além da variante de aeração prolongada. Na literatura são apresentados resultados de redução de DBO de até 96% para tempos de detenção hidráulica da ordem de 2 a 4 dias (CLAAS & MAIA, 1994). Esse sistema de tratamento é o mais compacto, porém é o que apresenta maior sensibilidade a choques de cargas, devendo, portanto, ser operado cuidadosamente.



Figura 10: Reator de lodos ativados tratando efluente líquido de curtume

Nas situações em que esse tipo de tratamento se fizer necessário pode ocorrer, ainda, tratamento terciário para a remoção de nitrogênio. Para tanto se promove, primeiramente, a nitrificação e, posteriormente, a desnitrificação. A retirada de nitrogênio reduz significativamente os riscos de eutrofização dos corpos d'água.

Os lodos produzidos nas unidades de tratamento devem ser desaguados, de forma a concentrar os sólidos, e serem encaminhados, cada qual com seu risco, para destinação adequada. Lodo do pré-tratamento de precipitação do cromo é considerado perigoso, logo deverá prosseguir para aterro industrial Classe I, já os sólidos do tratamento físico-

químico e do biológico podem ser aplicados em solos, utilizando critérios agrônômicos, desde que exista a necessidade de correção.

Quanto aos métodos de desidratação do lodo, os procedimentos mecânicos (filtros-prensa e desaguadores do tipo centrífugo) são os mais recomendados, uma vez que reduzem em muito o tempo de desidratação. Métodos mais rudimentares, como os leitos de secagem, requerem grandes áreas e podem produzir maus odores.

3.3.2. Resíduos sólidos

A Lei nº 12.305/2010 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos estabelece que na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos deve ser observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. Desta forma, inicialmente serão identificadas as operações geradoras de cada resíduo e suas características. Posteriormente, serão apresentadas as alternativas de encaminhamento mais sustentáveis, e por fim as tecnologias de fim-de-tubo para aqueles resíduos os quais não existem, ainda, opção mais viável.

A geração de resíduos sólidos nos empreendimentos coureiros é bastante significativa, tanto pela quantidade gerada como pela complexidade exigida para seu correto gerenciamento, pois engloba a gestão de resíduos sólidos Classe I (resíduos perigosos) e Classe II (resíduos não perigosos), conforme classificação adotada na ABNT/NBR 10.004/2004 e Resolução CONAMA nº313/2002.

Os principais resíduos sólidos gerados nos curtumes, descritos em mais detalhes abaixo, são: carnaças, aparas caleadas e não caleadas, aparas curtidas, serragem e pó de couro, restos de tintas, resíduos da ETE (lodos biológico e químico, além de sólidos grosseiros retidos), cinzas da caldeira, resíduos de embalagens dos produtos químicos, restos de óleo da manutenção de máquinas, lâmpadas, sucatas, resíduos sanitários e administrativos.

A carnaça é o resíduo sólido retirado da parte interna da pele, chamado de carnal, nas operações de pré-descarne e descarne. A primeira apresenta melhores características para utilização posterior como matéria-prima em outras indústrias, como na produção de

sebo, obtido através de cozimento, e na fabricação de ração para alimentação animal e sabões. Por outro lado, a carnaça do descarte, já submetida ao caleiro e, portanto com presença de sulfeto e cálcio, requer um pré-tratamento para ser utilizada com os mesmos fins. Faz-se necessária a oxidação do sulfeto com peróxido de hidrogênio (fabricação de farinhas e rações animais) ou a descalcinação (na utilização do sebo resultante na fabricação de sabões). As carnaças do pré-descarte e do descarte atingem, em média, 150kg/ ton de pele salgada (CLAAS & MAIA, 1994).

É importante mencionar que a definição das normas para fabricação, comercialização, registro e fiscalização dos produtos destinados à alimentação animal deve obedecer aos ordenamentos do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Cabe ressaltar que no Brasil é proibida (segundo Instrução Normativa nº 08/2004) a alimentação de ruminantes com alguns produtos de origem animal, como farinha de carne e ossos (autoclavada), cama de aviário e dejetos de suínos devido ao risco de transmissão de encefalopatias como o “mal da vaca louca” (Encefalopatia Espongiforme Bovina). É permitida neste caso, então, a alimentação somente com proteínas e gorduras de origem vegetal e algumas de origem animal como a gelatina de couro e pele, entre outras (MAPA, 2017).

Na operação de aparação, realizada antes ou depois da depilação/caleiro, são geradas as aparas não caleadas e caleadas (Figura 11, respectivamente). Tais resíduos tem grande aceitação no mercado, sendo valorizados devido ao seu alto teor de proteínas e usados na fabricação de cola de origem animal, gelatina de uso farmacêutico e alimentar e nutrição para cães. Estima-se que a geração de aparas não caleadas e caleadas se situem em torno de 40 e 80 kg/ ton de pele salgada, nessa ordem (CLAAS & MAIA, 1994).



Figura 11: Aparas não caleadas (à esquerda) e caleadas (à direita)

Após a reação de curtimento com cromo, os resíduos passam a ser considerados Classe I, de acordo com a Resolução CONAMA n°313/2002 e a ABNT/NBR 10.004/2004. Esta última elenca, em seu Anexo B, resíduos de fontes específicas, como a indústria coureira calçadista dentro da qual se encontram as aparas de couro, as serragens, os pós e lodos provenientes do tratamento de efluentes líquidos, todos originários do processo produtivo após curtimento ao cromo. Segundo a ABNT/NBR 10.004/2004, o constituinte que atribui periculosidade a tais materiais é o cromo hexavalente, devido a sua toxicidade. Cabe observar, porém, que o agente curtente usado é o cromo trivalente, espécie não perigosa. A normativa, então atua, neste caso, no sentido de precaução, considerando a possibilidade de conversão de Cr (III) para (VI). No item de Resultados serão feitas considerações sobre as implicações desta definição. Já as aparas curtidas com tanino são classificadas como não perigosas (Classe II).

Além de classificados como perigosos, os resíduos gerados após curtimento com cromo também são de mais difícil reaproveitamento econômico. As aparas curtidas até podem ser usadas na fabricação de gelatinas, desde que apresente níveis de cromo compatíveis com os permitidos pela legislação, porém é um procedimento de custo elevado e pouco viável. As aparas curtidas sem o processo acima mencionado podem ser utilizadas na fabricação de artigos pequenos como luvas ou detalhes de couro para a indústria de calçados e vestuário. Em média, uma tonelada de pele salgada gera até 155 Kg de aparas curtidas com teor de cromo, em base seca, de 3,5% (CLAAS & MAIA, 1994).

Ainda no âmbito dos resíduos curtidos, tem-se a serragem (Figura 8) gerada na operação de rebaixamento. O beneficiamento de uma tonelada de pele salgada pode gerar 100 kg de serragem (CLAAS & MAIA, 1994). Na observância do princípio da não geração, os couros devem ser classificados de acordo com o artigo a ser produzidos de modo a reduzir a necessidade de ajuste da espessura. Uma vez gerada, podem ser reaproveitada na fabricação de solas e palmilhas, além de aplicação na construção civil, como na adição de carga em compensados de madeira. Geralmente, esta é uma operação realizada somente em couros curtidos ao cromo.

O pó de lixadeira, também proveniente da etapa de acabamento, tem características semelhantes à serragem, diferindo desta somente pela granulometria. Gerado em menor quantidade, cerca de 2 Kg/ ton de pele salgada, o pó pode ser incorporado à serragem de

rebaixadeira em suas aplicações, além de poder ser utilizado como ingrediente na fabricação de papelão e carga para indústria do cimento (CLAAS & MAIA, 1994).

Inovações tecnológicas estão sempre surgindo no campo do aproveitamento dos resíduos. É recomendável que o setor acompanhe de perto o desenvolvimento de projetos de pesquisa com vistas a aplicação na indústria. Neste âmbito, fala-se em aplicação do processo de pirólise em resíduos curtidos com cromo. A pirólise é um tipo de tratamento de decomposição térmica na ausência ou deficiência de oxigênio, do qual é gerado carvão, cinzas e constituintes não degradados. Os benefícios dessa técnica são a redução do volume do resíduo e tratá-lo, além de gerar oportunidades de valoração e cogeração de energia. Em testes em escala piloto, concentrações expressivas do elemento cromo foram verificadas na fração sólida resultante do processo, com bons resultados de aproveitamento na produção metalúrgica, tanto na incorporação do metal ao produto metalúrgico, como na substituição do carvão utilizado como fonte de energia (TÔRRES FILHO, 2014).

Uma vez não absorvidos por outras indústrias, recomenda-se que resíduos curtidos ao cromo sejam dispostos em aterros industriais Classe I, em atendimento à legislação ambiental. A queima desses resíduos em incineradores, não é aconselhada, devido à possibilidade de conter em suas cinzas cromo hexavalente, salvo se a condução da incineração garantir condições operacionais que evitem essa conversão (CLAAS & MAIA, 1994).

No acabamento final também são gerados resíduos, estes oriundos da limpeza de máquinas como túneis de pinturas, cortinas e multipontos. Como ainda não apresenta viabilidade técnica para reutilização, este material deve ser tratado e disposto adequadamente. Já as sobras de tintas e solventes podem ser reaproveitadas em novas formulações no próprio processo de acabamento.

Possivelmente, um dos resíduos mais problemáticos gerados em curtumes é o das plantas de tratamento de efluentes líquidos industriais. Além do lodo retirado do sistema ser gerado em significativas quantidades, este é classificado como perigoso pela ABNT/NBR 10.004/04. Geralmente, o beneficiamento de uma tonelada de pele salgada gera, até a etapa de acabamento, 100 kg de matéria seca de lodo. Se considerarmos que

os lodos têm, em média 2% de matéria seca e uma densidade média de 1012 kg/m³, tem-se aproximadamente 4,94 m³ por tonelada de pele salgada processada. Com o uso de desaguidores, esse volume pode ser reduzido em mais de dez vezes (CLAAS & MAIA, 1994). O processo produtivo pode ser alterado de forma a se reduzir os sólidos destinados à ETE juntamente com os banhos. A realização de pré-descarne, a separação da linha do caleiro, são duas boas alternativas. Na primeira evita-se a adição de sólidos nos efluentes, e na segunda prática, é possível coletar um lodo livre de metais, que pode ser usado como condicionante de solos. Neste sentido, unidades de reciclagem de cromo também proporciona diminuição da concentração do metal no efluente, e conseqüentemente a quantidade a ser precipitada e transferida para o lodo.

Lodos provenientes de uma planta de curtumes que só realizam acabamento apresentam concentrações de cromo variáveis de 20 a 80mg/kg de lodo em base seca, não sendo considerados perigosos de acordo com a ABNT/NBR 10.004/04 (CLAAS & MAIA, 1994).

As cinzas produzidas nas caldeiras a partir da queima de lenha, desde que submetidas a uma análise físico-química comprobatória da ausência de metais, em especial de cromo hexavalente, podem ser incorporadas ao solo para condicionamento quando necessário. É importante ressaltar que se houver maior oferta do que demanda, outra destinação deve ser dada às cinzas, pois a aplicação indiscriminada deste material pode ser prejudicial às raízes das plantas, causando-lhes até morte, em razão da alta alcalinidade (BLANCO NETO & ZAMBON, 1993). No caso de utilização de combustíveis fósseis, as cinzas geradas devem ser armazenadas em caçambas ou tonéis metálicos após seu resfriamento, sempre abrigadas da ação do tempo, não devendo ser aplicadas no solo, já que possuem alta concentração de enxofre e ferro (FEAM, 2013).

As embalagens de insumos químicos não retornáveis, quando contaminadas com algum produto perigoso devem ser incineradas ou enviadas a aterros industriais classe I. Lâmpadas fluorescentes devem ser encaminhadas para descontaminação de mercúrio e óleos lubrificantes enviados para rerrefino, segundo Art. 3 da Resolução CONAMA n°362/2005. Embalagens recicláveis e sucatas metálicas devem ser destinadas para venda ou doação. Resíduos com as mesmas características do lixo doméstico, como os

sanitários, administrativos e de refeitórios devem ser enviados para aterros sanitários públicos.

3.3.3. Emissões atmosféricas

Nos curtumes, as emissões atmosféricas têm diferentes fontes, podendo ser difusas ou pontuais. As primeiras são de difícil mensuração e identificação, e ocorrem em locais variados, desde o início do processo com a manipulação de produtos químicos e o levantamento de material particulado até o tratamento de efluentes nas ETE's com o desprendimento de compostos dissolvidos da fase líquida.

As principais queixas de vizinhos de curtumes deve-se justamente a esta última, devido ao odor provocado por substâncias desprendidas, como gás sulfídrico, mercaptanos, subprodutos aminados ou mesmo amônia. As micropartículas de efluentes, em aerossóis espalhadas pelos aeradores de superfície, também são contribuintes. Para controle do odor, deve-se fazer a manutenção do pH do tanque de equalização entre 7,5 e 9,0, faixa na qual o sulfeto se mantém na fase dissolvida. Caso a prevenção não seja suficiente, recomenda-se a utilização de neutralizadores de odor.

Em contrapartida, as emissões pontuais nos curtumes são identificáveis e, portanto de mais fácil controle. Uma importante fonte de emissão atmosférica é a caldeira, comumente presente em curtumes e usada para gerar vapor para secagem dos couros e aquecimento dos banhos. Os combustíveis usados são variados, mas normalmente se resumem à utilização de lenha ou óleo combustível do tipo baixo ponto de fluidez (BPF). Os sistemas de controle a serem empregados dependem, naturalmente, do tipo de combustível empregado e da capacidade de geração de vapor da unidade. Os gases resultantes da reação de combustão de matéria vegetal concentram, principalmente, material particulado, e da queima de óleo derivados de petróleo, óxidos de enxofre (SO_x). Para controle recomenda-se o uso de equipamentos como ciclones para abatimento de material particulado (eficiência de remoção de 50 a 90%) e lavadores de gases para controle de SO_x (remoção de até 90% de MP e de 80 a 95% do gás ácido) (BRAGA *et al*, 2005).

Outra fonte de poluição atmosférica é a etapa de acabamento, na qual as emissões podem ser de substâncias voláteis (oriundas dos solventes orgânicos), partículas em suspensão (aerossóis) e material particulado sólido em suspensão. A etapa de pintura é a principal atividade responsável pela emissão de materiais voláteis, como acetato de etila e tolueno, ambos altamente tóxicos (CLAS & MAIA, 1994). A aplicação de pintura como mencionado anteriormente, pode ser feita tanto de maneira manual quanto automática. Atualmente, existem equipamentos com sensores que só liberam o jato de tinta a partir da detecção de anteparos e tintas à base de polímeros. As cabines nas quais são realizadas esta atividade devem possuir sistemas de exaustão e lavadores de gases. Outra alternativa é a utilização de rolos multipontos, que dispensam a dispersão de tinta.

Ainda no acabamento, tem-se a etapa de lixamento do couro que também é responsável por produzir significativa geração de material particulado. A forma de controle mais adequada ao tamanho de partícula gerada nesta atividade é o filtro manga, capaz de remover até 99,9% de material fino (Figura 12) (BRAGA *et al*, 2005).



Figura 12: Instalação com filtro manga para controle de material particulado da etapa de lixamento de couros

3.4. Legislação ambiental pertinente

A regularização ambiental de um empreendimento é somente uma das exigências legais a serem cumpridas. A licença ambiental ou autorização ambiental de funcionamento (AAF) permite o exercício de uma atividade nos termos e condições ali estabelecidos, devendo a mesma funcionar dentro dos limites e padrões ambientais.

As licenças ambientais, geralmente, são concedidas com condicionantes, como o monitoramento das emissões atmosféricas, de ruídos, dentre outras, com o objetivo de assegurar o desenvolvimento da atividade em consonância aos critérios ambientais. Relatórios provando o cumprimento de tais condicionantes devem ser enviados ao órgão ambiental de acordo com a frequência definida. Com relação à AAF, embora não exista condicionantes, o empreendedor mantém a obrigação de garantir que a operação de sua atividade ocorre em conformidade à legislação ambiental.

O arcabouço legal ambiental relevante para a indústria do couro e peles, conhecendo-se seu processo de produção e respectivos impactos gerados nos compartimentos água, solo e ar, encontra-se apresentado a seguir. O descumprimento das matérias aqui dispostas sujeita o infrator às sanções previstas na legislação.

3.4.1. Classificação dos empreendimentos

Em Minas Gerais, para a regularização ambiental o empreendimento é classificado de acordo com critérios da Deliberação Normativa COPAM nº 74/2004. Conforme tal Deliberação a Indústria de Couros e Peles e Produtos Similares estão enquadradas na Listagem C de **Atividades Industriais/Indústria Química**, subdividindo-se em sete atividades, cada uma com um código específico associado, os quais são objeto de estudo e encontram-se descritos abaixo:

- C-03-01-8: Secagem e salga de couros e peles;
- C-03-02-06: Fabricação de couro por processo completo, a partir de peles até o couro acabado, com curtimento ao cromo, seus derivados ou taninos sintéticos;
- C-03-03-4: Fabricação de couros por processo completo, a partir de peles até o couro acabado, com curtimento exclusivamente ao tanino vegetal;
- C-03-04-2: Fabricação de wet-blue;
- C-03-05-0: Fabricação de couro semiacabado, não associado ao curtimento;
- C-03-06-9: Fabricação de couro acabado, não associado ao curtimento;
- C-03-07-7: Fabricação de couro acabado a partir do semiacabado.

Para definição das classes, avalia-se o porte e potencial poluidor geral dos empreendimentos. O porte do empreendimento, que poderá ser pequeno, médio ou grande, geralmente, é determinado pela capacidade nominal (em m²/dia ou unidade/dia),

com exceção de um único porte (pequeno) na atividade de secagem e salga de couros e peles, o qual é realizado pela área útil (ha) e número de empregados. O potencial poluidor geral também poderá ser pequeno, médio ou grande, dependendo das características da atividade sobre as variáveis ambientais água, ar e solo. A combinação dos potenciais destas variáveis indica o potencial poluidor geral da atividade. Da combinação entre o porte e potencial poluidor geral na matriz abaixo (Tabela 4) obtém-se a classificação dos empreendimentos, variando de 1 à 6.

Tabela 4: Determinação da classe do empreendimento a partir do potencial poluidor da atividade e do porte

		Potencial poluidor/ degradador geral da atividade		
		P	M	G
Porte do empreendimento	P	1	1	3
	M	2	3	5
	G	4	5	6

Fonte: DN COPAM nº74/2004

A partir da definição das classes é que se define qual o tipo de regularização ambiental a ser aplicado para a empresa. Atualmente as modalidades possíveis são autorização ambiental de funcionamento, licença prévia - LP, de instalação - LI e operação – LO. Sendo que empreendimento com classes 1 e 2 estão sujeitos à AAF e empreendimentos de classe 3 a 6, licença ambiental. No ano de 2016 foi regulamentada a Lei Nº 21.972/2016, que dispõe sobre o Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SISEMA – e dá outras providências. Nela foram criadas novas modalidades de licenciamento ambiental:

“Art. 17. Constituem modalidades de licenciamento ambiental:

I – Licenciamento Ambiental Trifásico;

II – Licenciamento Ambiental Concomitante;

III – Licenciamento Ambiental Simplificado.”

No Licenciamento Ambiental Trifásico, as etapas de viabilidade ambiental, instalação e operação da atividade ou do empreendimento serão analisadas em fases sucessivas e, se aprovadas, serão expedidas a licença prévia (LP), licença de instalação (LI) e licença de operação (LO).

No Licenciamento Ambiental Concomitante, serão analisadas as mesmas etapas definidas no Licenciamento Ambiental Trifásico, observados os procedimentos definidos pelo órgão ambiental competente, sendo as licenças expedidas concomitantemente, de acordo com a localização, a natureza, as características e a fase da atividade ou empreendimento, segundo as seguintes alternativas: LP e LI, sendo a LO expedida posteriormente; LI e LO, sendo a LP expedida previamente; e LP, LI e LO.

Já o Licenciamento Ambiental Simplificado poderá ser realizado eletronicamente, em uma única fase, por meio de cadastro ou da apresentação do Relatório Ambiental Simplificado pelo empreendedor, segundo critérios e pré-condições estabelecidos pelo órgão ambiental competente, resultando na concessão de uma Licença Ambiental Simplificada – LAS.

É importante ressaltar que apesar de criada, a lei que estabelece este novo formato de licenciamento ainda está em fase de regulamentação. Por isso, transitoriamente, o Decreto Estadual nº 46.967/2016, mantém as competências e procedimentos anteriores. Desta forma, as AAF continuam sendo concedidas até a definição e efetivação dos procedimentos relativos à emissão da Licença Ambiental Simplificada.

3.4.2. Lançamento de efluentes líquidos

No âmbito estadual a Deliberação Normativa Conjunta COPAM – CERH Nº 01/2008 estabelece padrões máximos e mínimos de vários parâmetros para o lançamento de efluentes, além de propor a classificação e enquadramento dos corpos d'água em Minas Gerais. Já em âmbito nacional tem-se a Resolução CONAMA Nº 357/2005 alterada pela Resolução 410/2009 e pela 430/2011, que 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, e dá outras providências. Sabendo que as principais características dos efluentes líquidos gerados nos curtumes têm presença significativa de cromo, sulfetos e nitrogênio; elevado pH e grande quantidade de matéria orgânica e sólidos em suspensão, os parâmetros relevantes de ambas as normas e seus respectivos valores para a indústria do couro são (Tabela 5):

Tabela 5: Parâmetros de lançamento de efluentes líquidos segundo a Resolução CONAMA n°430/2011 e COPAM n°01/08

Parâmetros	Limites	
	DN COPAM n°01/08	CONAMA n°430/2011
pH	6,0 a 9,0	5,0 a 9,0
Temperatura	Inferior a 40°C	Inferior a 40°C
Materiais sedimentáveis	1 mL/L	1 mL/L
Óleos e graxas	20 mg/L (mineral)	20 mg/L (mineral)
	50 mg/L (animais e vegetais)	50 mg/L (animais e vegetais)
DBO	60 mg/L ou eficiência mínima de 75% e média anual \geq 85%	Remoção mínima de 60%
DQO	180 mg/L ou mínimo 70% e média anual \geq 75%	-
Substâncias tensoativas	2,0 mg/L de LAS	-
Cromo hexavalente	0,5 mg/L Cr ⁶⁺	0,1 mg/L Cr ⁶⁺
Cromo trivalente	1,0 mg/L Cr ³⁺	1,0 mg/L Cr ³⁺
Nitrogênio amoniacal total	20,0 mg/L N	20,0 mg/L N
Sulfeto	1,0 mg/L S	1,0 mg/L S

Observa-se que alguns limites diferem de uma norma para outra. Nestes casos os limites a serem obedecidos são sempre aqueles mais restritivos, neste caso o da Resolução CONAMA N° 430/2011.

3.4.3. Emissões atmosféricas

As emissões atmosféricas de curtumes, como definido anteriormente, geralmente são provenientes da queima de algum tipo de combustível em caldeiras para produção de vapor, das lixadeiras para correção de superfície do couro e cabines de pintura na fase de acabamento do couro. Desta forma, pode ser lançado na atmosfera material particulado, monóxido de carbono, óxidos de enxofre, óxidos de nitrogênio, compostos orgânicos voláteis (COV's), entre outros.

No âmbito estadual, o instrumento legal que regulamenta tal matéria é a Deliberação Normativa COPAM n° 187/2013 (Anexo A) que estabelece condições e limites máximos de emissão (LME) de poluentes atmosféricos para fontes fixas e dá outras providências. A DN COPAM n° 11/1986 e demais disposições contrárias foram revogadas por este regulamento.

As exigências a serem cumpridas pelos curtumes com relação à DN nº187/2013 estão relacionadas nos Anexos I e XVII da referida norma, que tratam, respectivamente, sobre os processos de geração de calor a partir da combustão externa, dentro do qual estão inseridas as caldeiras, e sobre fontes não expressamente listadas nos demais anexos, no qual se inclui as emissões de COV's das cabines de pintura e MP proveniente das lixadeiras.

No Anexo I da DN nº187/2013, os LME para processos de geração de calor são dependentes do tipo de combustível utilizado, se óleo combustível (Tabela 15), gás natural (Tabela 16), biomassa de cana-de-açúcar ou de beneficiamento de cereais (Tabela 17) ou derivados de madeira (lenha, cavaco, serragem, pó de lixamento, casca de madeira, aglomerado, compensado e assemelhados, desde que não tenham sido tratados com produtos halogenados, revestidos com produtos polimerizados, com tintas ou outros revestimentos) (Tabela 18). Para a emissão de MP pela lixadeira e COV's pela cabine de pintura, aplicam-se os limites estabelecidos para fontes não listadas expressos na Tabela 19.

No âmbito federal, tem-se a Resolução CONAMA nº. 382/2006 que estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas e a Resolução CONAMA nº 436/2011, que estabelece o mesmo para fontes fixas instaladas ou com pedido de licença de instalação anteriores a 2 de janeiro de 2007. A DN nº187/2013 do estado de Minas Gerais encontra-se em conformidade com o disposto nestas duas normas, sendo tão ou mais restritivas com o estabelecimento do limite máximo de alguns poluentes.

3.4.4. Emissão de ruído

As emissões de ruídos são oriundas do processo produtivo tais como operação das máquinas, bem como movimentação de carga e veículos dentro dos limites da empresa. No setor produtivo, considera-se ruído ocupacional e para medida de controle usa-se EPI's. Se assim exigido pelo órgão ambiental, o empreendimento deverá monitorar pontos nos limites da área da empresa, durante o período de funcionamento do mesmo de acordo com a Lei Estadual nº 10.100/1990. Tal regulamento dispõe sobre a proteção

contra a poluição sonora no Estado e considera prejudiciais à saúde, à segurança ou ao sossego público quaisquer ruídos que:

- Atinjam, no ambiente exterior do recinto em que têm origem, nível de som superior a 10 dB(A) acima do ruído de fundo existente no local, sem tráfego;
- Independentemente do ruído de fundo, atinjam, no ambiente exterior do recinto em que têm origem, nível sonoro superior a 70 dB(A), durante o dia, e 60 dB(A), durante a noite, explicitado o horário noturno como aquele compreendido entre as 22 horas e as 6 horas, se outro não estiver estabelecido na legislação municipal pertinente.

No âmbito federal, tem-se a Resolução CONAMA nº 01/1990, que estabelece padrões, critérios e diretrizes para a emissão de ruídos para quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas. Para os fins deste regulamento são prejudiciais à saúde e ao sossego público os ruídos com níveis superiores aos considerados aceitáveis pela Norma NBR-10.151 - Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas visando o conforto da comunidade, da ABNT. Estes limites em decibéis dB(A) são:

- Áreas de sítios e fazendas: Diurno 40 dB(A) e noturno 35 dB(A);
- Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas: Diurno 50 dB(A) e noturno 45 dB(A);
- Área mista, predominantemente residencial: Diurno 55 dB(A) e noturno 50 dB(A);
- Área mista, com vocação comercial e administrativa: Diurno 60 dB(A) noturno 55 dB(A);
- Área mista, com vocação recreacional: diurno 65 dB(A) e noturno 55 dB(A);
- Área predominantemente industrial: diurno 70 dB(A) e noturno 60 dB(A),

3.4.5. Resíduos sólidos

No âmbito federal, a Lei Nº 12.305/2010 institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos - PNRS, dispondo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis.

Tal ordenamento define a classificação dos resíduos de acordo com sua origem e periculosidade, aplicando-se aos resíduos sólidos, além do disposto na Lei, as normas homologadas pelos órgãos do Sistema Nacional de Meio Ambiente - SISNAMA -, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA -, do Sistema Nacional de Metrologia e Normalização e Qualidade Industrial - INMETRO - e da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT.

A classificação dos resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, para que possam ser gerenciados adequadamente, é detalhada na norma ABNT/NBR 10.004/2004. Sendo assim, os resíduos sólidos podem ser classificados em:

“Classe I – São perigosos aqueles que, em função de suas características de toxicidade, corrosividade, reatividade, inflamabilidade, patogenicidade ou explosividade, apresentem significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental

Classe II - Não-perigosos, sendo:

a) Resíduos Classe II-A - Não inertes aqueles que não se enquadram nas classificações de Resíduos Classe I - Perigosos ou de Resíduos Classe II B - Inertes, nos termos desta Lei, podendo apresentar propriedades tais como biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água;

b) Resíduos Classe II-B - Inertes aqueles que, quando amostrados de forma representativa e submetidos a um contato estático ou dinâmico com água destilada ou desionizada, à temperatura ambiente, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água vigentes, excetuando-se os padrões de aspecto, cor, turbidez e sabor.”

Além da classificação, a PNRS confere a atribuição de responsabilidade às indústrias pela destinação dos resíduos sólidos que geram e determina a previsão de elaboração de planos de resíduos sólidos, em diferentes níveis, desde abrangência nacional até empresas.

Aos estados cabe a complementação das diretrizes desta Lei. Em Minas Gerais, a Política Estadual de Resíduos Sólidos, Lei nº 18.031/2009, é anterior a política nacional,

evidenciando o pioneirismo do estado nessa matéria. Em consonância com a lei federal esta estabelece obrigações para o gerador dos resíduos, que é responsável pela correta gestão dos mesmos. Sendo assim cabe-lhe a função de segregar, acondicionar, identificar e armazenar até momento de coleta para tratamento e/ou disposição final, de maneira ambientalmente adequada.

É instrumento da Política Estadual de Resíduos Sólidos que gera obrigação direta às indústrias o Formulário do Inventário de Resíduos Sólidos Industriais: documento para declaração anual do inventário de resíduos sólidos gerados por um determinado empreendimento que desenvolve atividade industrial, contendo dados e informações consolidadas sobre geração, características, armazenamento, transporte, tratamento e destinação dos mesmos.

Os responsáveis por empreendimentos que desenvolvem as atividades listadas no artigo 4.º da DN COPAM n° 90/2005 e se enquadrados nas classes 3 a 6 devem apresentar à FEAM, anualmente, até o dia 31 de março, o Inventário de Resíduos Sólidos Industriais referente ao ano civil anterior. O setor objeto deste estudo aparece com o código C-03 com seguinte denominação: Indústria de Couros e Peles e Produtos Similares.

3.4.6. Legislação internacional

No Título de Proteção do Meio Ambiente do Código de Regulações Federais (40 *CFR* – *Code of Federal Regulation*) dos Estados Unidos estão listadas regras para o gerenciamento de resíduos perigosos (Partes 260- 265) promulgadas pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (*USEPA* – *United States Environmental Protection Agency*).

Extraindo dela o que é de interesse para as indústrias do couro, tem-se que resíduos contendo cromo provenientes de processos de curtimento, e sem nenhum outro componente perigoso, são classificados como não perigosos. Aí se incluem as aparas de *wet blue*, a serragem da rebaixadeira, o pó do lixamento e o lodo gerado nas estações de tratamento. Os resíduos de curtimento com cromo são exceção dessa regulação porque se assume que tais resíduos respeitam as seguintes exigências que os retiram da classe de perigo (*CFR* 40, 1980):

- a) O cromo do resíduo é, exclusivamente (ou quase exclusivamente), trivalente; e
- b) O resíduo gerado é proveniente de processo que usa somente cromo trivalente exclusivamente (ou quase exclusivamente) além deste não gerar cromo hexavalente; e
- c) O resíduo gerado é gerenciado em ambientes não oxidantes.

Também na Europa, na qual a classificação de resíduos se baseia no Anexo III da Diretiva 2008/98/EC e na Lista Européia de Resíduos (*Commission Decision 2000/532/EC*), resíduos de curtimento contendo cromo (III) não estão presentes na lista de perigosos, uma vez que estes não possuem as características necessárias para serem classificados com o tal. (JRC-IPTS, 2013; EUROPEAN COMMISSION, 2016).

Com relação aos limites de lançamento para efluentes de curtumes, um dos países de maior restrição é a Alemanha. Tal matéria é regulamentada na Ordenação de Águas Residuárias, Apêndice 25 – Produção de couro, processamento de peles, fabricação de placas de fibra de couro (*“Waste Water Ordinance, Appendix 25 “Leather production, fur processing leather fibre board manufacturing”*). Na Tabela 6 encontram-se os limites e parâmetros de lançamento em corpo d’água para curtumes com curtimento ao cromo. O primeiro fator que chama atenção quando comparado aos padrões brasileiros é que se trata de definições específicas para tal setor em oposição aos limites gerais da Resolução CONAMA n°430/2011 e DN COPAM-CERH n°01/2008, uma vez que no Brasil não se tem legislação própria para o setor. Avaliando-se os parâmetros de sulfeto e cromo, observa-se que os limites alemães são mais permissivos no que diz respeito ao lançamento de sulfeto e mais restritivos para a liberação de cromo, sendo o limite de 1mg/L para a soma de Cr (III) e (VI). O ordenamento demanda ainda, a análise do potencial de toxicidade do efluente, limitando também a presença de compostos orgânicos halogenados, bastante tóxicos como, por exemplo, os organo-clorados.

Tabela 6: Limite para lançamento de efluentes líquidos de curtimento ao cromo na Alemanha

Parâmetro	Amostra aleatória qualificada ou amostra composta de 2 horas
DQO	200 mg/L ou no mínimo 95% de remoção para a média mensal
DBO ₅	< 25 mg/L
Amônia	10 mg/L
Organo-halogenados adsorvíveis (AOX)	0,5 mg/L
Toxicidade em peixes	Valor de 2
Sulfeto*	2 mg/L
Cromo total*	1 mg/L

Observação:* Amostras são coletadas na saída de cada sistema que lhe dá origem, sulfeto na saída da linha do caleiro e cromo, nas linhas de curtimento e acabamento molhado.

Fonte: RAL gGmbH, 2015.

4. METODOLOGIA

A avaliação ambiental do setor de curtume do Estado de Minas Gerais realizada neste trabalho foi precedida de extensa revisão da literatura existente, de pesquisa junto ao acervo técnico da FEAM e SISEMA e em dados e informações, obtidos durante as visitas técnicas realizadas em empreendimentos, sistematizados em *check lists* (Anexo B), contendo informações referentes ao processo produtivo, sistemas de controle ambiental, resultados de automonitoramento, além de informações administrativas. O ano-base das informações coletadas foi 2015.

Inicialmente, realizou-se um levantamento prévio das empresas que estão cadastradas no Sistema Integrado de Informação Ambiental (SIAM) com a intenção de determinar o número de empreendimentos em Minas Gerais, as atividades exercidas, a classificação destas empresas segundo a DN COPAM nº 74/2004, a situação da regularização ambiental e por fim sua a localização no estado.

Foram identificados 142 empreendimentos no SIAM correspondendo a 152 atividades, constatando-se, portanto, que algumas empresas exercem atividades classificadas em mais de um código. Com o objetivo de se obter resultados com representatividade para todo o estado de Minas Gerais, determinou-se por meio de cálculo amostral aleatório simples, sem reposição, uma amostra de 51 atividades a serem visitadas, distribuídas proporcionalmente para cada código, dentro do universo de 152 atividades. Contudo, durante o desenvolvimento do trabalho optou-se por incluir nas visitas todas as empresas cadastradas no SIAM que possuíam Licença de Operação, com o objetivo

ampliar as investigações. As informações relativas à amostragem encontram-se na Tabela 7.

Tabela 7: Dados do plano amostral

Código DN nº74/2004	Total de atividades registradas no SIAM	Amostra mínima de atividades a serem visitadas	Amostra de atividades visitadas
C-03-01-8	57	18	26
C-03-02-6	23	8	15
C-03-03-4	22	7	13
C-03-04-2	1	1	1
C-03-05-0	12	4	5
C-03-06-9	33	11	16
C-03-07-7	4	2	4
Total	152	51	80

Primeiramente, deve ser observado que a amostragem, como citado anteriormente, se baseou no número de ocorrência de atividades e não no número de empresas. Além disso, o número de empreendimentos a serem visitados foi proporcional ao número de atividades por código. A amostra com o número de empreendimentos de fato visitados (Coluna 4) é diferente da amostra mínima, pois decidiu-se incluir nas visitas todas as atividades com licença de operação. Por fim, é importante registrar que não foi possível coletar dados de todas as atividades visitadas, pois algumas foram encontradas desativadas. As informações do número de empresas apresentadas por código no item 5.1 levam em consideração a informação formal dos documentos de regularização ambiental, ou seja, consideram o código para o qual os empreendimentos estão regularizados de fato.

As visitas técnicas ocorreram entre os meses de outubro de 2016 a fevereiro de 2017. Para a coleta dos dados foi elaborado um *check list*, cujo modelo encontra-se no Anexo A, preenchido durante as visitas técnicas com base em constatações visuais e nas informações fornecidas pelo empreendedor. Os dados e informações dos *check lists* foram trabalhados no programa Excel, gerando gráficos e tabelas que subsidiaram uma série de avaliações quanto à situação consolidada do setor frente à legislação ambiental vigente, à gestão dos efluentes líquidos, resíduos sólidos e emissões atmosféricas.

Com base nos resultados das avaliações citadas foi elaborada a avaliação ambiental dos empreendimentos cadastrados no SIAM, com o objetivo de propor rotas tecnológicas para melhoria do desempenho ambiental do setor.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Características produtivas do setor em Minas Gerais

Na Figura 13, observa-se que grande parte dos curtumes visitados conta com até 50 empregados, excluindo as salgas que têm, no máximo, 10 funcionários. Em Minas Gerais são poucos os empreendimentos que apresentam mais de 100 funcionários.

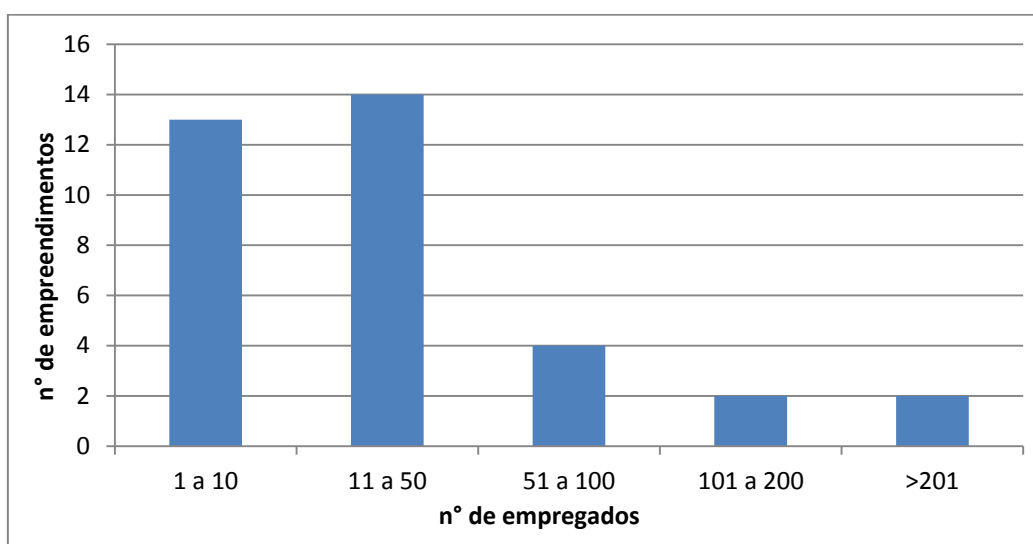


Figura 13: Distribuição dos empreendimentos visitados, exceto salga, por faixa de número de empregados

As capacidades de produção nominal e efetiva das empresas visitadas estão relacionadas na Tabela 8. Observa-se que, atualmente, as empresas não estão operando nem com 60% da sua capacidade de produção nominal, indicando um desaquecimento do setor. Observa-se que grande parte do couro produzido no estado é de pele bovina e curtido ao cromo. Atualmente no estado somente um empreendimento comercializa couro de animais exóticos (avestruz e jacaré). Observa-se ainda que a produção predominante é de couros semiacabado, apesar de terem sido identificadas somente 5 empresas nesta atividade (código C-03-05-0). Tal situação é devida à existência de um grande conglomerado nesse ramo, com igual capacidade de produção, correspondente

praticamente ao total fabricado no estado. Entretanto, a fabricação de couro acabado é a atividade mais executada no estado.

Tabela 8: Capacidade de produção nominal e efetiva de 2015 das atividades visitadas

Produto	Parâmetro	Cap. de produção nominal média	Cap. de produção efetiva média
Pele bovina salgada	unid./d	*	1.503
Couro <i>wet blue</i>			3.860
Couro semiacabado	m ² /d	98.774	45.440
Couro acabado			12.748
Couro atinado	unid./d	1.789	615
Couro de animal exótico	m ² /d	1.000	270

Obs.: *As salgadeiras têm características diferentes dos outros setores, não sendo possível estimar sua capacidade de produção nominal média.

A classificação dos empreendimentos no estado de Minas Gerais dá-se, como mencionado no item 3.3.1, conforme estabelecido na DN COPAM n°74/2004, mediante o porte de cada empresa (dependente da sua capacidade de produção em m²/dia ou do n° de funcionários e área útil, no caso das salgas) e o potencial poluidor relativo à atividade desenvolvida que são lançados em uma matriz, que fornece a classe em que esta se enquadra, sendo a classe 1, a menor, e a classe 6, a maior. A representação a seguir (Figura 14) apresenta a distribuição dos empreendimentos por códigos da DN n°74/2004 e por classe do empreendimento, considerando-se o código para o qual foi emitida sua autorização ou licença ambiental.

Os empreendimentos do código C-03-01-8 relativo à salga e secagem de peles pertencem, em sua grande maioria, à classe sem definição. As atividades enquadradas em classes não definidas são àquelas sem AAF ou qualquer licença, cujo registro/cadastro no SIAM ocorreu devido à autuação por algum órgão do SISEMA, como FEAM, SUPRAM ou Polícia Militar do Meio Ambiente. Empreendimentos que realizam curtimento ao cromo (C-03-02-6), que possuem maior potencial poluidor sempre resultam em classes maiores (a partir de 3). No estado de Minas Gerais, a grande maioria dos curtumes que utilizam cromo enquadra-se na classe 5. Já curtumes que realizam curtimento com tanino vegetal (C-03-03-4) podem resultar em classes menores (classe 1), sendo estes a maioria. As acabadoras de couro (C-03-06-9) são, predominantemente, classe 1 e as acabadora que partem do couro semiacabado (código C-03-07-7), classe 3.

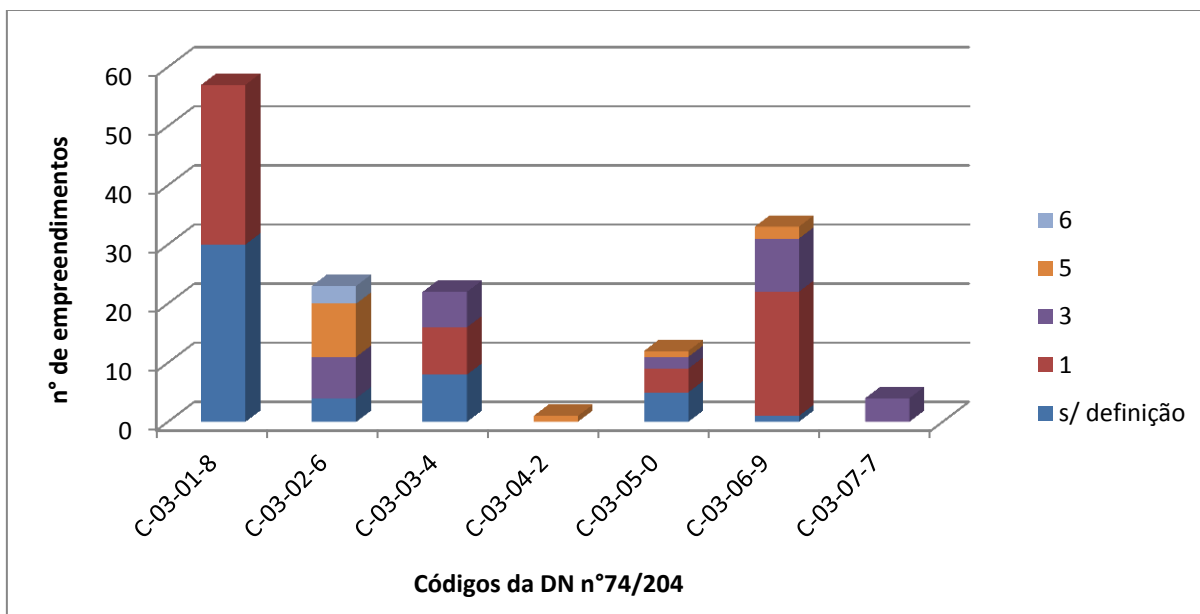


Figura 14: Classe dos empreendimentos do universo da pesquisa, distribuídos por códigos

Com relação à adequação ambiental destes empreendimentos em relação à legislação vigente (Figura 15), é possível observar que as salgas de pele é a tipologia mais problemática, com somente 26,3% dos empreendimentos com autorizações ambientais vigentes. Tal atividade não demanda instalações elaboradas para ser executada, sendo realizadas em zonas rurais, muitas vezes de difícil acesso. Em segundo e terceiro lugar estão os empreendimentos que realizam curtimento ao tanino e cromo, com índice de regularidade de 36,4% e 47, 8%, respectivamente. Tal fato é bastante preocupante uma vez que são essas as tipologias com maior impacto ambiental, como já discutido anteriormente. Somente nos códigos C-03-04-2 e C-03-07-7 é que todas as empresas cadastradas no SIAM estão em dia com a documentação de regularização ambiental.

É importante mencionar que os resultados apresentados são para o universo de empresas cadastradas no SIAM. Nesse universo foram incluídos todos os códigos da DN nº74/2004 para indústria do couro, inclusive as empresas com AAF's e LO's vencidas, e aquelas que nunca deram entrada em qualquer tipo de regularização, tendo somente auto de infração. O objetivo de incluir essas ocorrências na pesquisa foi o de aprofundar a investigação sobre o setor. Durante a realização de consultas exploratórias, checkou-se a situação dessas empresas no Sistema Integrado de Administração da Receita Estadual (SIARE) e verificou-se que algumas dessas empresas já tinham baixado sua inscrição ou estas se encontravam canceladas. Nas visitas técnicas, foi possível confirmar a desativação de algumas empresas e o funcionamento de outras,

mesmo já tendo sido autuadas ou com a documentação ambiental vencida. A ocorrência de situações como estas expõe um dos fatores dificultadores na execução deste estudo, que é a falta de atualização de informações no SIAM.

Outra situação importante e que requer atenção se refere à situação em que se encontram as instalações onde funcionavam estes curtumes e se existe algum passivo ambiental, como por exemplo, resíduos curtidos com cromo sobre o solo, embalagens de produtos químicos, estruturas da estação de tratamento acumulando água e gerando criadouros de mosquitos, etc.

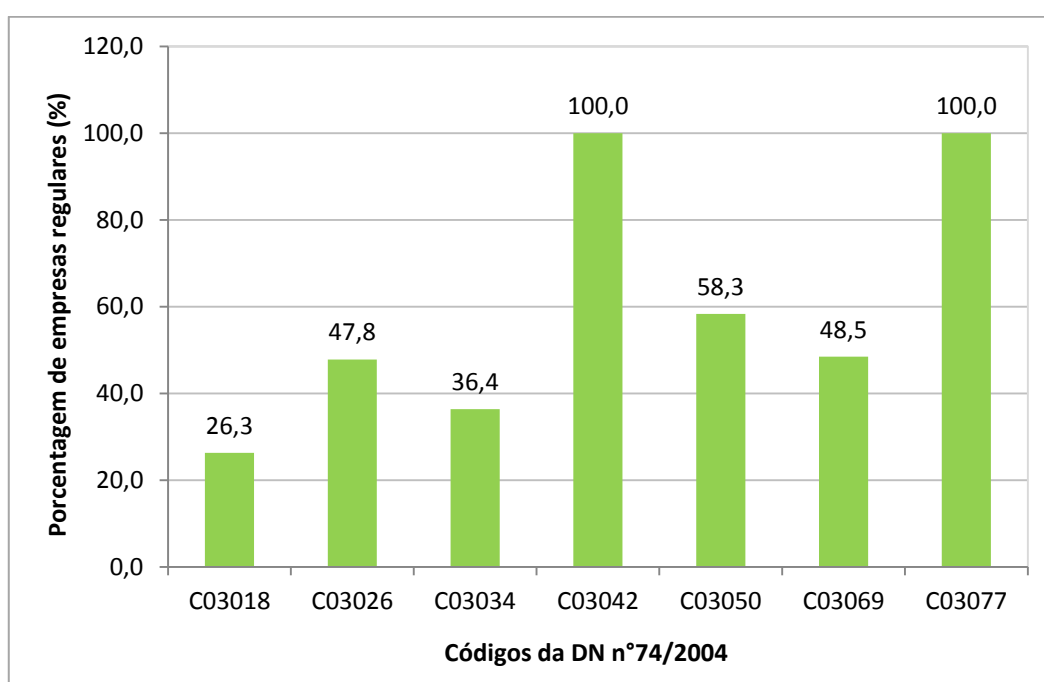


Figura 15: Porcentagem de atividades regulares por código da DN nº74/2004

Quanto à localização destas empresas (Figura 16), pode-se dizer que nas zonas rurais predominam as salgadeiras, que geralmente se localizam em locais próximos a criadouros e abatedouros. As demais tipologias de empreendimentos estão localizadas uniformemente entre distritos industriais e zonas urbanas. Estas últimas, quase sempre instaladas, a princípio, em locais mais afastados, mas que foram urbanizados com o tempo.

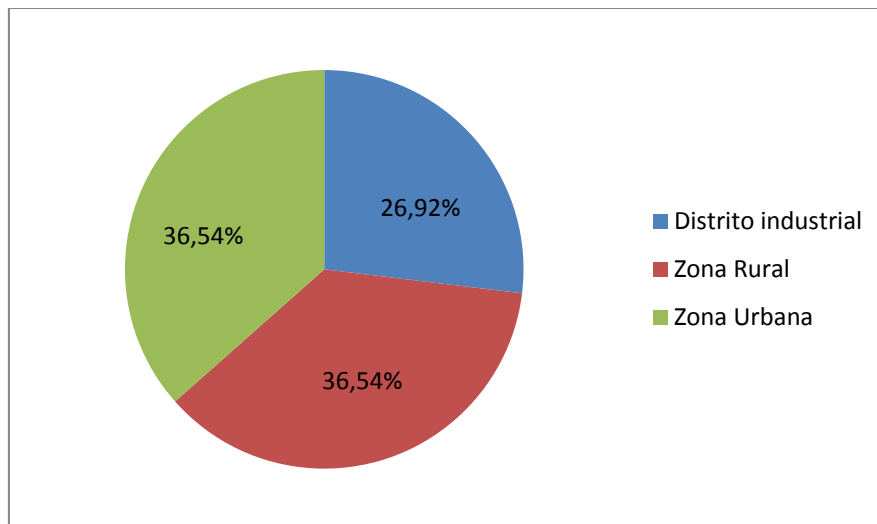


Figura 16: Localização das atividades visitadas

Geograficamente, os códigos estão distribuídos como apresentado nas Figuras 17 e 18. Observa-se certa concentração de empresas acabadoras de couro no Sul de Minas. Tal localização beneficia-se da proximidade com o estado de São Paulo e do polo da cidade de Franca, região que oferece uma completa integração entre todos os principais segmentos da cadeia produtiva coureiro-calçadista.

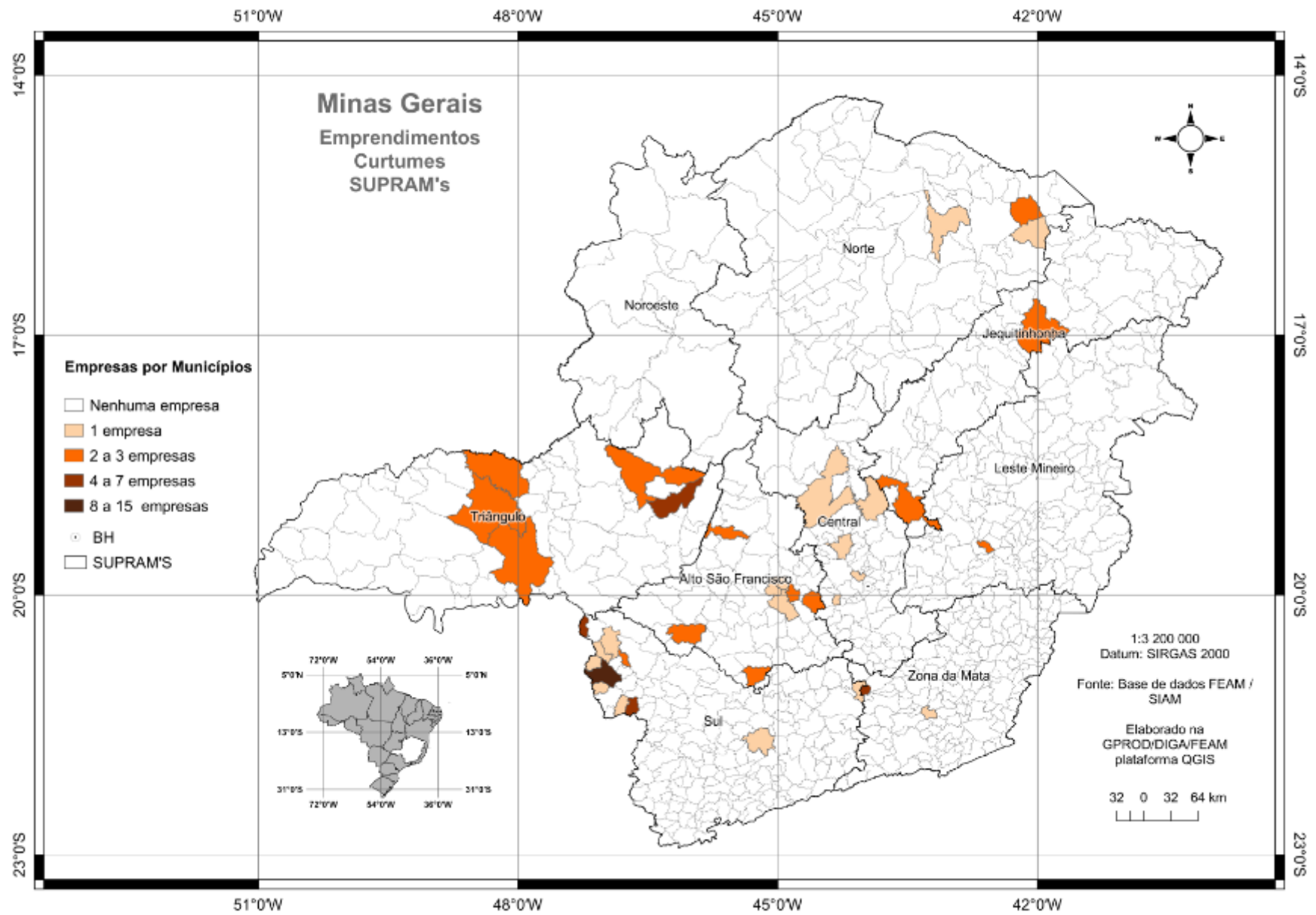


Figura 17: Localização geográfica dos curtumes no estado de Minas Gerais por SUPRAM

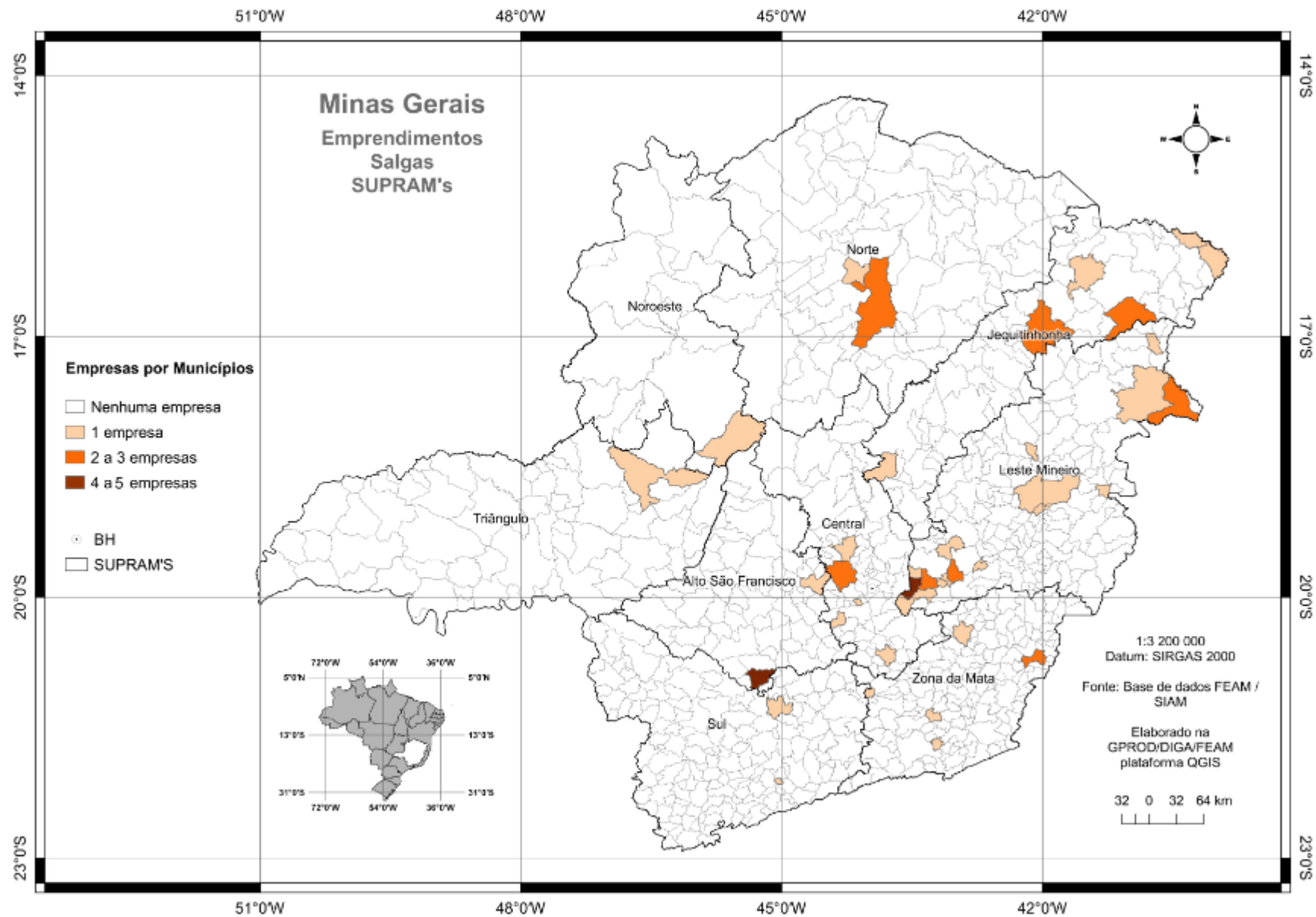


Figura 18: Localização geográfica das salgas no estado de Minas Gerais por SUPRAM

5.2. Diagnóstico ambiental do setor

5.2.1. Efluentes líquidos

5.2.1.1. Secagem e salga de couros e peles (C-03-01-8)

Como observado na Figura 15, a salga de peles é a tipologia sobre a qual se tem menor controle, por ser uma atividade realizada, predominantemente, em zonas rurais, de difícil acesso e que não demandam instalações elaboradas para funcionamento. Devido à sua precariedade, as informações de natureza ambiental nesses empreendimentos são escassas limitando-se àquelas fornecidas pelos empreendedores.

A faixa de vazão de efluente gerada pelas salgadeiras situa-se entre 500 – 6.000 m³/mês, produzindo uma vazão específica igualmente variável de 0,8 – 4,2 L/unid. Observou-se que as empresas não realizam monitoramento frequente do efluente gerado, sendo que somente um empreendimento apresentou dados de monitoramento para o ano de 2015 (Tabela 9). Entretanto, é sabido que o efluente proveniente da salga de peles é, majoritariamente, composto por matéria orgânica e cloreto de sódio. Na Tabela 9 é possível observar um típico dado de DBO resultante da salga, apresentando valor cerca de 5 vezes maior, que a dos esgotos domésticos (350 mg O₂/L) (VON SPERLING, 2016). Após tratamento, com eficiências de mais de 99% tanto para DBO quanto para DQO, o efluente da salgadeira abaixo atendeu aos limites para lançamento de efluentes em todos os quesitos.

Tabela 9: Parâmetros físico-químicos da salmoura resultante da salga de couro bovino de um empreendimento visitado

Parâmetros	Unidade	Salmoura antes do tratamento	Salmoura depois do tratamento
DBO ₅	mg O ₂ /L	1.899	9,9
DQO	mg O ₂ /L	3.151	27,4
Óleos e graxas	mg/L	4,2	4,9
pH	-	6,8	6,1
Sólidos Suspensos Totais	mg/L	34,2	<0,6
Sólidos Sedimentáveis	mL/L	0,2	<0,1
Surfactantes Aniônicos	mg MBAS/L	0,2	<0,2

A salmoura proveniente da atividade de salga deve ser gerenciada de maneira correta devido ao seu potencial poluidor. Na Figura 19 tem-se o registro fotográfico de um vazamento de salmoura. Após evaporação da água, os cristais de cloreto de sódio

(sólido branco) ficaram aparentes na superfície do solo, o qual se apresenta sem vegetação por onde o efluente percolou.



Figura 19: Solo sem vegetação com cristais de cloreto de sódio após vazamento de salmoura do tanque de armazenamento de uma salgadeira

Quanto às tecnologias para tratamento de efluentes não se observa um padrão (Tabela 10). Alguns empreendimentos somente armazenam o efluente e o encaminham para tratamento *off site*, por exemplo, estações de tratamento municipais. Outra forma de destinação consiste no tratamento dentro da própria empresa através de sistemas que consistem basicamente de remoção de sólidos através de gradeamento, filtros e decantadores e alguma unidade posterior como aeração ou lagoas aeróbias e anaeróbias, com posterior lançamento em corpo d'água. Somente um empreendimento faz uso de tratamento físico-químico e lodos ativados, uma vez que neste também funciona uma graxaria. Somente um empreendimento faz reuso contínuo das salmouras para ressalga.

Como a maioria destes empreendimentos localiza-se em zona rural, geralmente, sem coleta de esgoto sanitário, grande parte destes trata seu próprio efluente utilizando fossa séptica seguido de filtro anaeróbio. Foi constatado o lançamento direto de esgoto em corpo d'água e no solo (fossa negra) em 21% dos empreendimentos.

Tabela 10: Sistemas de tratamento de efluente resultante da salga e esgoto sanitários das salgadeiras visitadas

Efluente líquido da salga	Sistema de tratamento	Armazenamento p/ tratamento externo Físico-químico+lodos ativados Gradeamento+ tanques de decantação em série Gradeamento+lagoa anaeróbia+lagoa aeróbia+filtro Lagoa para secagem Peneiramento+ gradeamento+ tanque de aeração Separador água e óleo+ decantador+ filtro Somente gradeamento Tanque anaeróbio+ filtro+ tanque anaeróbio
	Lançamento/Destinação final	Aplicação no solo Aterro sanitário Corpo d'água Lixão municipal Não informado <i>Off site</i> em empresa especializada Reuso na ressalga
Sistema de tratamento do esgoto sanitário		Fossa negra Fossa séptica Fossa séptica +filtro Lançamento direto em corpo d'água Rede de esgoto S/ banheiro

- 5.2.1.2. Fabricação de couro por processo completo, a partir de peles até o couro acabado, com curtimento ao cromo, seus derivados ou taninos sintéticos (C-03-02-6) e fabricação de couros por processo completo, a partir de peles (C-03-03-4)

Os sistemas de tratamento de efluentes apresentados pelos curtumes integrados, com curtimento ao cromo e ao tanino, basicamente, são formados por unidade de tratamento preliminar para a remoção de sólidos, tratamento físico-químico e tratamento secundário biológico. Em grande parte dos curtumes, ocorre a mistura do efluente sanitário ao industrial, de modo que as unidades subsequentes de tratamento passem a receber, desta forma, somente uma linha de efluente. Tal prática melhora, ainda, a biodegradabilidade dos efluentes industriais usados nos curtumes, geralmente com altas concentrações de produtos químicos tóxicos e desbalanceados em termos de nutrientes. Em empreendimentos nos quais ocorre a reciclagem de banhos, como os do caleiro, curtimento e recurtimento, evidentemente, as linhas de efluentes são tratadas separadamente de forma a preservar as características do banho objeto de interesse e evitar a adição de contaminantes.

Os dados dos automonitoramentos dos efluentes industriais das empresas visitadas forneceram os resultados expressos nas Tabelas 11 e 12. Dessa forma, observa-se (dados sublinhados) que o lançamento de alguns parâmetros excederam os limites estabelecidos pela DN CONJUNTA CERH-COPAM N.º 01/2008. O sulfeto, usado nos curtumes para depilação das peles, apresentou problemas nos dois códigos analisados, mostrando valores máximos e médios além de 1,0 mg/L, como definido pela legislação. As eficiências atingidas pelos sistemas de tratamento também não são suficientes para atender, pontualmente, aos limites de lançamento de DBO e DQO.

Observou-se ainda nos relatórios de automonitoramento emitidos pelos laboratórios contratados, que na maioria das vezes, quem realiza as coletas dos efluentes é o próprio cliente, o qual desconhece os corretos procedimentos para realização das amostragens. Os relatórios emitidos por alguns laboratórios também carecem de certo detalhamento. O parâmetro óleos e graxas, subdividido em mineral, animal e vegetal na DN Conjunta COPAM-CERH nº 01/2008, raramente é apresentado desta forma nos relatórios.

Cabe comentar que, para o atendimento desta determinação, o método analítico atualmente empregado de extração com solvente (metodologia do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*), não possui capacidade de diferenciar os diversos tipos de materiais oleosos, sendo necessário o emprego de espectrofotometria na faixa de infravermelho (PHA/USP, s.d.).

Tabela 11: Valores dos principais parâmetros físico-químicos dos efluentes industriais de empreendimentos do código C-03-02-6

	Efluente bruto								Efluente tratado							
	ABS (mg/L)	Cr ³⁺ (mg/L)	DBO (mg/L)	DQO (mg/L)	Óleos e graxas (mg/L)	pH	Sólidos sedimentáveis (mL/L)	Sulfeto (mg/L)	ABS (mg/L)	Cr ³⁺ (mg/L)	DBO (mg/L)	DQO (mg/L)	Óleos e graxas (mg/L)	pH	Sólidos sedimentáveis (mL/L)	Sulfeto (mg/L)
Mínimo	1,8	0,007	121	813	5,1	6,6	1,3	1,06	0,08	0,005	2	89	0,7	3,7	0,1	0,019
Média	7,2	2,7	3629	16623	552,6	8,6	331,0	136,5	0,5	0,3	141	796	6,6	7,5	0,6	72,1
Máximo	34,9	15,4	16173	73372	4103,4	13,0	950	591	0,84	0,98	<u>545</u>	<u>3534</u>	11,4	<u>11,7</u>	1	<u>302</u>

Tabela 12: Valores dos principais parâmetros físico-químicos dos efluentes industriais de empreendimentos do código C-03-03-4

	Efluente bruto								Efluente tratado							
	ABS (mg/L)	Cr ³⁺ (mg/L)	DBO (mg/L)	DQO (mg/L)	Óleos e graxas (mg/L)	pH	Sólidos sedimentáveis (mL/L)	Sulfeto (mg/L)	ABS (mg/L)	Cr ³⁺ (mg/L)	DBO (mg/L)	DQO (mg/L)	Óleos e graxas (mg/L)	pH	Sólidos sedimentáveis (mL/L)	Sulfeto (mg/L)
Mínimo	1,20	0,06	296	795	26,00	7,16	0,10	0,10	0,04	0,01	2	16	0,40	4,00	0,10	0,10
Média	20,92	787,86	5160	16176	245,53	9,42	317,35	29,99	0,14	0,32	64	426	6,87	7,13	0,54	1,32
Máximo	160,29	6091,00	18707	44531	1680,00	12,67	865,00	156,00	0,38	0,99	<u>212</u>	<u>2144</u>	23,00	8,74	1,00	<u>14,20</u>

5.2.2. Resíduos sólidos

Observou-se que em algumas regiões de Minas Gerais, principalmente àquelas localizadas próximas de São Paulo, é comum a prática de contratar aterros industriais localizados naquele estado, para disposição de resíduos curtidos com cromo. Isso se deve, naturalmente, a uma menor distância entre a fonte e o destino, mas também ao procedimento adotado pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) quanto ao gerenciamento deste tipo de resíduos. A Decisão de Diretoria N° 145/2010/P que dispõe sobre a aprovação do Procedimento de gerenciamento de resíduos de aparas de couro e de pó de rebaixadeira oriundos do curtimento ao cromo, estabelece que, no Estado de São Paulo, estes resíduos podem ser gerenciados como não perigosos e serem destinados a aterros de resíduos não perigosos. Para isso, os resíduos de aparas de couro e de pó de rebaixadeira devem ser devidamente segregados de outros resíduos, cujas características indiquem o seu gerenciamento como resíduos perigosos, tais como os lodos contendo cromo, oriundos do sistema de tratamento dos efluentes do curtimento ao cromo. Além disso, a caracterização dos resíduos de aparas de couro e pó de rebaixadeira devem indicar teores de cromo hexavalente inferiores a 1,0 mg/kg; e o aterro para destinação final destes resíduos seja devidamente licenciado pela CETESB, para o recebimento de resíduos não perigosos.

Em Minas Gerais, as aparas e o pó de rebaixadeira são considerados resíduos perigosos, tendo como referências a Resolução CONAMA N.º 313/2002 e a ABNT/NBR N° 10.004/2004, uma vez que no âmbito estadual não há legislação específica sobre a matéria. Observou-se nos inventários de resíduos sólidos industriais dos empreendimentos licenciados que vários deles destinam tais resíduos para São Paulo, entretanto, muitas das vezes, sem atender às exigências impostas pela CETESB, que solicita a caracterização do resíduo com relação ao teor de cromo.

O gerenciamento de resíduos sólidos, no geral, apresenta-se muito problemático, sendo constatada a presença de resíduos curtidos (Figura 20) e embalagens diretamente sobre o solo, armazenamento inadequado de resíduos perigosos juntamente com não perigosos, abrigos de resíduos improvisados e sem canaleta de coleta de percolado, entre outras desconformidades.



Figura 20: Presença de serragem de rebaixadeira diretamente sobre o solo

5.3. Avaliação do licenciamento ambiental

As informações relativas aos empreendimentos que passaram pelo processo de licenciamento convencional (LP, LI e LO) e que estão operando foram analisadas com relação à pertinência dos itens solicitados nos programas de automonitoramento proposto pelas SUPRAM's, a fim de se avaliar se foram contemplados todos os impactos inerentes à atividade e também com o objetivo de se propor a padronização de monitoramento de parâmetros mínimos. Foram analisados 28 (vinte e oito) programas de automonitoramento.

As outras condicionantes, de caráter mais específico, variam de acordo com a situação dos empreendimentos e com o que foi constatado durante as vistorias para concessão ou revalidação das licenças, não sendo conveniente, portanto, a proposição de padronização. Alguns exemplos verificados nas condicionantes analisadas para o setor de curtumes foram: a solicitação de instalação de algum sistema de controle ambiental específico, adequação do depósito de armazenamento temporário de resíduos, apresentação de Atestado de Vistoria do Corpo de Bombeiros (AVCB), apresentação de estudo de autodepuração de corpo d'água, reconstituição de áreas de proteção permanente, entre outras.

O programa de automonitoramento é um instrumento de controle, que demanda a apresentação periódica de relatórios sobre emissões atmosféricas, poluição sonora,

geração de efluentes líquidos e gerenciamento dos resíduos sólidos. Foram avaliadas condicionantes pertencentes a seis códigos: C-03-02-6, C-03-03-4, C-03-05-0, C-03-06-9 e C-03-07-7. Não foram identificados processos relativos à secagem e salga de couros (C-03-01-8) e fabricação de *wet blue* (C-03-04-2), com condicionantes no programa de automonitoramento. No levantamento dos programas de automonitoramento foi constatada certa heterogeneidade dos parâmetros de monitoramento exigidos. Na Tabela 13 (pág. 68) são mostrados, por código, os parâmetros solicitados no programa para todas as empresas analisadas.

Avaliando, primeiramente, as informações relativas aos efluentes líquidos para os códigos observa-se que, nos curtumes que operam toda a cadeia produtiva do couro, naturalmente, a quantidade de parâmetros físicos e químicos monitorados é maior quando comparados a curtumes que só realizam parte do processo. Para alguns empreendimentos foram solicitados não só o monitoramento do efluente industrial, mas também do sanitário e do ponto de lançamento no corpo d'água. Um dos principais aspectos observados é a solicitação de parâmetros diferentes para empreendimentos pertencentes ao mesmo código, sendo alguns programas mais rígidos do que outros, tanto no número de parâmetros solicitados quanto na frequência pedida. Um exemplo é o parâmetro ecotoxicidade aguda, solicitado em somente um programa dos nove analisados para o código C-03-02-6.

Evidentemente que tal fato ocorre em função de inúmeros fatores como o histórico do empreendimento, o tipo de processo produtivo, a área de localização e à critério da área técnica do órgão ambiental, face ao desempenho apresentado pelos sistemas de controle. No entanto, isso também pode ser atribuído à inexistência de um padrão entre as SUPRAM's. A falta de legislação específica à atividade da indústria do couro é também uma grande responsável pela diversidade de exigências, a não existência de diretrizes únicas acabam por impor diferentes condições de funcionamentos à indústria do mesmo ramo.

O automonitoramento dos resíduos sólidos foi a vertente que mais se mostrou padronizada, sendo solicitado o preenchimento de uma planilha contendo diversas informações, em quase todos os casos, salvo uma exceção cujo motivo não foi identificado.

Quanto às emissões atmosféricas os objetos de monitoramento são, na grande maioria, as caldeiras e os túneis de pintura. Outras mensurações solicitadas em menor frequência foram a medição de odor nas imediações de apenas um empreendimento, de fumaça emitida por frota transportadora movida a óleo diesel e a saída do filtro manga de uma lixadeira.

Observou-se que repetidas vezes foi solicitada a medição de ruído nos limites dos empreendimentos. Tal definição é especialmente importante em curtumes inseridos em zonas urbanas, porém os ruídos provenientes destes tipos de atividades, geralmente proveniente do atrito físico promovido pelos equipamentos eletromecânicos, são de baixo impacto, apresentando influência restrita nas respectivas fontes sem interferências significativas que promovam um impacto negativo no meio externo. Logo, nas condicionantes não cabe pedir a medição de tal parâmetro. Ficou claro, na análise do setor, que as atividades desenvolvidas na indústria do couro não têm grande potencial de geração de ruído, atendendo aos limites estabelecidos na Lei Estadual nº 10.100/1990 e CONAMA nº 01/1990, mesmo em empreendimento de grande porte.

Conhecendo-se os impactos causados pelas atividades dos curtumes, propõe-se, então, a padronização de parâmetros físico-químicos a serem, minimamente, exigidos nos programas de automonitoramento. Para os efluentes industriais recomenda-se a solicitação dos seguintes parâmetros gerais: vazão diária, pH, sólidos sedimentáveis, sólidos suspensos totais, DBO₅, DQO, óleos e graxas (mineral, animal e vegetal), substâncias tensoativas, cor verdadeira e turbidez. Mais especificamente para os códigos abaixo sugere-se:

- C-03-02-6 e C-03-04-2: sulfeto, cromo trivalente e hexavalente, nitrogênio amoniacal;
- C-03-03-4: sulfeto, nitrogênio amoniacal, cor verdadeira;
- C-03-05-0 e C-03-06-9: cromo trivalente e hexavalente*, cor verdadeira.

*Obs.: Mesmo em atividades em que não se faz curtimento, como os curtumes de semiacabados e acabados, recomenda-se a análise de cromo, uma vez que o recurtimento pode ser a base desse elemento e também porque o couro *wet blue* libera cromo nos banhos de recurtimento, tingimento e engraxe, fazendo com o efluente final contenha certa concentração deste.

Não somente os parâmetros a serem analisados devem ser explicitados, mas também o plano de amostragem, especificando se as amostras devem ser simples ou compostas. Nos curtumes isso se faz especialmente importante porque é uma indústria que trabalha por etapas com o uso de banhos de composição química variada, que vão sendo esgotados em momentos diferentes. Alguns parâmetros devem ser amostras simples e outros, compostas, contemplando, inclusive, o horário de pico da produção.

Para emissões atmosféricas, recomenda-se a mensuração de MP para caldeiras a lenha e a óleo, e SO_x para queima de óleo. O monitoramento de COV's somente é necessário em túneis de pintura que utilizam tintas à base de solventes orgânicos.

Tabela 13: Levantamento de todas condicionantes do programa de automonitoramento por código de atividade para a indústria do couro

Código	Efluente líquido	Resíduos sólidos	Emissões atmosféricas	Pressão sonora
C-03-02-6	<p>Efluente industrial bruto e tratado: Cloreto, cor verdadeira, cromo hexavalente e trivalente, cromo total, coliformes termotolerantes, DBO₅, DQO, ecotoxicidade aguda (<i>Daphnia similis</i>), metais (conforme corante ou pigmento utilizado), óleos e graxas, pH, sólidos sedimentáveis, sulfetos, sólidos em suspensão, sólidos sedimentáveis, sulfetos, temperatura, turbidez, vazão média diária.</p> <p>Efluente sanitário bruto e tratado: DBO₅, DQO, óleos e graxas, pH, sólidos sedimentáveis, sólidos em suspensão, substâncias tensoativas.</p> <p>Ponto a jusante e montante do lançamento em corpo d'água: cor verdadeira, clorofila a, coliformes termotolerantes cromo total, DBO₅, DQO, densidade de cianobactérias, substâncias tensoativas, N-amoniacal, nitrato, óleos e graxas, oxigênio dissolvido (OD), pH, sólidos sedimentáveis, sólidos em suspensão sulfato total, sulfetos, turbidez.</p>	<p>Relatórios de controle e disposição dos resíduos sólidos gerados contendo, no mínimo os dados abaixo, bem como a identificação, registro profissional e a assinatura do responsável técnico pelas informações: Resíduos (denominação, taxa de geração, classificação, origem), transportador (razão social e endereço completo) e disposição final (forma, empresa responsável - razão social e endereço completo).</p>	<p>Chaminé da caldeira: MP, CO, NO_x e SO_x; Chaminé da cabine de pintura: MP e COV; Saída do filtro manga da lixadeira: MP.</p>	<p>Conforme Lei Estadual nº 10.100/1990 e de acordo com ABNT/NBR 10.151/2000.</p>

Código	Efluente líquido	Resíduos sólidos	Emissões atmosféricas	Pressão sonora
C-03-03-4	<p>Efluente industrial bruto e tratado: Vazão média, pH, sólidos sedimentáveis, sólidos suspensos, óleos e graxas, DBO₅, DQO, sulfeto, cloreto total, cromo total, cromo hexavalente, cromo trivalente, N-amoniacal, sulfeto, substâncias tensoativas.</p> <p>Efluente sanitário bruto e tratado: pH, sólidos sedimentáveis, DBO₅, DQO, sólidos em suspensão, óleos e graxas e substâncias tensoativas.</p> <p>Ponto a jusante e montante do lançamento em corpo d'água: pH, DBO₅, DQO, sulfeto, cloreto total, óleos e graxas, sólidos sedimentáveis, sólidos em suspensão, OD, óleos e graxas, substâncias tensoativas, cromo total, N-amoniacal.</p>	<p>Relatórios de controle e disposição dos resíduos sólidos gerados contendo, no mínimo os dados abaixo, bem como a identificação, registro profissional e a assinatura do responsável técnico pelas informações: Resíduos (denominação, taxa de geração, classificação, origem), transportador (razão social e endereço completo) e disposição final (forma, empresa responsável - razão social e endereço completo).</p>	<p>Chaminé da caldeira: MP, CO; Chaminé da cabine de pintura: MP e COV.</p>	<p>Conforme Lei Estadual nº 10.100/1990 e de acordo com ABNT/NBR 10.151/2000.</p>
C-03-05-0		<p>Relatórios de controle e disposição dos resíduos sólidos gerados contendo, no mínimo os dados abaixo, bem como a identificação, registro profissional e a assinatura do responsável técnico pelas informações: Resíduos (denominação, taxa de geração, classificação, origem), transportador (razão social e end. completo) e disposição final (forma, empresa responsável - razão social e endereço completo).</p>	<p>Fontes fixas Chaminé da caldeira: MP</p> <p>Fontes móveis Automonitoramento dos veículos e máquinas próprios e/ou terceirizados movidos a óleo diesel, nos termos da Portaria IBAMA nº 85/1996;</p> <p>Apresentar laudo de avaliação de odores conforme Lei municipal.</p>	<p>Apresentar avaliação de ruídos de acordo com a Resolução CONAMA nº 01/1990 e 02/1990, Lei Estadual nº 10100 de 1990, NBR 10151/1987 ABNT e Lei Complementar Municipal (considerar sempre os parâmetros mais restritivos).</p>

Código	Efluente líquido	Resíduos sólidos	Emissões atmosféricas	Pressão sonora
C-03-06-9	<p>Efluente industrial bruto e tratado: ABS, cloreto total, cromo total, cromo hexa e trivalente, DBO₅, DQO, substâncias tensoativas, N-amoniacal, óleos e graxas, pH, sólidos sedimentáveis, sólidos suspensos, sólidos totais, sulfeto, vazão média.</p> <p>Efluente sanitário bruto e tratado: ABS (substâncias tensoativas), DBO₅, DQO, materiais sedimentáveis, óleos e graxas, pH, sólidos em suspensão totais, substâncias tensoativas, temperatura.</p> <p>Ponto a jusante e montante do lançamento em corpo d'água: Cloreto, cromo total, cromo hexa e trivalente, substâncias tensoativas, DBO₅, DQO, N-amoniacal, óleos e graxas, OD, pH, sólidos sedimentáveis, sólidos em suspensão, sulfeto.</p>	<p>Relatórios de controle e disposição dos resíduos sólidos gerados contendo, no mínimo os dados abaixo, bem como a identificação, registro profissional e a assinatura do responsável técnico pelas informações: Resíduos (denominação, taxa de geração, classificação, origem), transportador (razão social e endereço completo) e disposição final (forma, empresa responsável - razão social e endereço completo).</p>	<p>Chaminé da caldeira: MP, CO, SO₂.</p> <p>Chaminé da cabine de pintura: MP, COV e VOC (O padrão adotado deverá ser a norma Alemã <i>Ta Luft</i>).</p>	<p>Conforme Lei Estadual nº 10.100/1990 e de acordo com ABNT/NBR 10.151/2000.</p>
C-03-07-7	<p>Efluente industrial bruto e tratado: Cromo total e trivalente, DBO, DQO, substâncias tensoativas, óleos e graxas, pH, sólidos em suspensão, sólidos sedimentáveis.</p>	<p>Relatórios de controle e disposição dos resíduos sólidos gerados contendo, no mínimo os dados abaixo, bem como a identificação, registro profissional e a assinatura do responsável técnico pelas informações: Resíduos (denominação, taxa de geração, classificação, origem), transportador (razão social e endereço completo) e disposição final (forma, empresa responsável - razão social e endereço completo).</p>	<p>Chaminé da caldeira: MP e NO_x.</p>	<p>Apresentar laudo com medições internas de ruídos demonstrando o atendimento aos padrões estabelecidos pela Lei Estadual 10.100/90 anual.</p>

5.4. Produção mais limpa

A ferramenta de Produção Mais Limpa (P+L) representa uma forma de gestão ambiental para as empresas da indústria coureira, de maneira que seja minimizado o consumo de água, energia e produtos químicos, bem como reduzir a geração de resíduos e efluentes.

A aplicação contínua de medidas de P+L em processos, produtos e serviços favorece o aumento da eficiência total e a redução de riscos ao meio ambiente e aos indivíduos envolvidos. A gama de oportunidades de boas práticas ambientais é extremamente extensa, baseando-se no conceito de 5S e/ou *housekeeping*, melhores controles de processos, substituição de insumos e matérias primas, mudança da tecnologia produtiva, modificação de equipamentos, reciclagem e reuso interno ou externo, pesquisa e desenvolvimento de novo produto e até mesmo adoção de tecnologias fim de tubo pra controle da poluição. As práticas podem visar o melhor gerenciamento de resíduos, gestão das águas e efluentes, eficiência energética, entre outros (MALARD, 2013).

As medidas de P+L na indústria do couro se aplicam na redução de consumo dos insumos principais, na valoração e na minimização da geração de resíduos sólidos, na redução do volume e da toxicidade dos efluentes líquidos, no controle de emissões atmosféricas e vários outros pontos que devem ser monitorados (Tabela 14).

Tabela 14: Medidas de P+L
 Fonte: CETESB, 2015.

Processo produtivo	Ação	Ganho ambiental	Aspecto econômico
Salga das peles	<ul style="list-style-type: none"> ● Reuso de sal excedente nos galpões e da salmoura exsudada pelas peles 	<ul style="list-style-type: none"> ● Redução no quantitativo de resíduo sólido a ser disposto 	<ul style="list-style-type: none"> ● Economia no consumo de cloreto de sódio
Ribeira	<ul style="list-style-type: none"> ● Batimento de sal de peles salgadas e reuso de sal recuperado de peles salgadas ● Pré-descarne de peles salgadas ou em sangue ● Aparação das peles antes do curtimento ● Orientação da espessura do couro para cada artigo, na operação de divisão ● Redução do uso de sulfeto de sódio na depilação pelo reciclo do banho ou pelo uso de produtos substitutos 	<ul style="list-style-type: none"> ● Diminuição do tempo e do volume de água no remolho e da quantidade de sal solubilizada no efluente (salinidade prejudica tratamento biológico) ● Prevenção à poluição possibilitando uma redução no teor de gordura e de carga orgânica nos banhos residuais ● Prevenção da geração de resíduos cromados ● Minimização da geração de resíduos cromados (aparas curtidas e serragem de rebaixadeira) ● Redução da carga tóxica dos efluentes 	<ul style="list-style-type: none"> ● Economia de água e melhoria da tratabilidade do efluente líquido ● Economia de produtos químicos nas etapas subsequentes, ganho de área e qualidade do produto final, maior produção de sebo/gordura e de melhor qualidade, redução de custos no tratamento de efluentes e do volume total de lodo gerado no tratamento ● Possibilidade de venda das aparas para aproveitamento de colágeno ● Economia no gasto com a disposição de resíduos classificados como Classe I ● Economia de produtos químicos no processo produtivo e na estação de tratamento de efluentes.
Curtimento	<ul style="list-style-type: none"> ● Curtimento com alto esgotamento de cromo ou reciclo de banhos de curtimento 	<ul style="list-style-type: none"> ● Redução do volume de efluente gerado 	<ul style="list-style-type: none"> ● Diminuição da oferta de cromo no efluente líquido e no lodo, com economia de agentes coagulantes em sua precipitação e também no gasto com disposição do lodo.
Acabamento	<ul style="list-style-type: none"> ● Ressolubilização de borras de tintas ● Substituição de tintas à base de solventes orgânicos por formulações aquosas 	<ul style="list-style-type: none"> ● Não geração de resíduo sólido ● Prevenção da emissão de COV's 	<ul style="list-style-type: none"> ● Economia de produtos químicos ● Prevenção da possibilidade de ocorrência de incêndio nas cabines de pintura
Estação de tratamento de efluentes	<ul style="list-style-type: none"> ● Tratamento em separado das linhas do caleiro e curtimento ● Reuso de efluente tratado no processo produtivo e na ETE 	<ul style="list-style-type: none"> ● Minimização da geração de odor, devido ao desprendimento de sulfeto de hidrogênio em pH ácido ● Minimização da geração excedente de efluente 	<ul style="list-style-type: none"> ● Diminuição da parcela de lodo contendo cromo, de modo a ser considerado não perigoso e permitir disposição em aterros Classe II ● Economia de água
Gerenciamento de resíduos sólidos	<ul style="list-style-type: none"> ● Reciclagem de plástico, papel e papelão, sucatas metálicas, bombonas e resíduos cromados 	<ul style="list-style-type: none"> ● Minimização da geração de resíduo sólido 	<ul style="list-style-type: none"> ● Possibilidade de venda dos materiais recicláveis, inclusive dos resíduos com cromo para fabricação de solas e palmilhas
Em todo o processo	<ul style="list-style-type: none"> ● Uso racional de energia, água e produtos químicos 	<ul style="list-style-type: none"> ● Utilização consciente de recursos naturais 	<ul style="list-style-type: none"> ● Economia no gasto energético, na conta de água e perda de produtos químicos

6. CONCLUSÃO

O setor coureiro tem papel importante em Minas Gerais tanto na geração de emprego e renda, mas também de matéria-prima para confecção de artigos, principalmente calçados. No entanto esta tipologia de atividade apresenta significativos impactos ambientais e, no cenário atual, pouco controle sobre tal, sendo constatados diversos problemas.

Os principais aspectos ambientais verificados em visitas foram a grande geração de efluentes líquidos e resíduos sólidos. O primeiro caracteriza-se não só pelo elevado volume, mas também por sua carga poluidora, contendo cromo trivalente e sulfeto, além de altos teores de DBO e DQO. As estações de tratamento de efluentes industriais em funcionamento na maioria dos empreendimentos adotavam como unidades de tratamento: grades e peneiras, caixa de gordura, tratamento físico-químico (coagulação-floculação) seguido de tratamento biológico, geralmente lodos ativados. No entanto, laudos dos automonitoramentos revelaram que nem sempre os limites de lançamento determinados pela CONAMA nº430/2011 e DN COPAM – CERH nº01/2008 são atendidos.

O gerenciamento de resíduos sólidos se mostrou a vertente mais negligenciada, tanto na falta de controle do quantitativo gerado quanto em seu armazenamento temporário dentro das empresas. Os resíduos gerados em maior quantidade foram a serragem de rebaixadeira e o lodo das estações de tratamento. Em geral, os empreendimentos enviam o primeiro resíduo a aterros industriais localizados no próprio estado ou em São Paulo, onde a serragem tem classificação de risco não perigosa. As informações prestadas à respeito desse tema nos inventários de resíduos também são bastante confusas, apresentando resíduos classificados incorretamente e, o que é mais preocupante, o encaminhamento desse material para empresas que não possuem licença para a destinação final informada no documento.

Com relação às emissões atmosféricas provenientes dos túneis de pintura e caldeiras observou-se que muito pouco se tem monitorado. Medições são realizadas somente naqueles empreendimentos de maior porte por exigência nas condicionantes, não havendo tal procedimento quando se trata de empreendimentos com AAF.

Com relação a regularização ambiental, nota-se que mais de 50% das empresas estão em situação irregular, seja por ausência de autorização ambiental ou licença, ou por enquadramentos segundo a DN nº74/2004 incoerentes com sua atividade.

Além dos problemas ambientais, o setor enfrenta também dificuldades para crescer, principalmente devido ao cenário de crise no país, mas também em virtude da concorrência com produtos chineses, seja com o couro lá acabado ou com a importação de calçados, ramo que mais consome o couro aqui produzido. Como resultado, tem-se a desativação de diversos curtumes, fato constatado durante as visitas técnicas.

Assim sendo, a indústria do couro em Minas Gerais tem muito a evoluir com relação ao controle de seus impactos ambientais e a sua competitividade no mercado, precisando para isso de incentivos externos.

7. RECOMENDAÇÕES

Com base nas observações apresentadas quanto ao gerenciamento das aparas curtidas ao cromo, da serragem da rebaixadeira e do pó do lixamento em Minas Gerais, sugere-se a criação de um grupo de trabalho para abrir a discussão sobre a atual classificação de risco desses resíduos.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 10.004**: resíduos sólidos – classificação. Rio de Janeiro, 2004.

_____. **NBR 10.051**: Acústica - Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – Procedimento. Rio de Janeiro, 2000.

ALCÂNTARA, M. A. K. **Eluviação de crômio (III) de resíduo de curtume em colunas de dois latossolos com diferentes texturas**. Tese de doutorado – Escola de Engenharia, Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola. Campinas, 1999.

AMORIM, M.C. & MELILLO, G. **Informações gerais sobre acabamento de couros**. Cortume Carioca. Rio de Janeiro, 1987. 26 p. *apud* LEAL, O. B. R. Análise Técnica, Econômica e de Tendências da Indústria do Couro Brasileira e da sua Relação com a Indústria Química. Dissertação – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

AQUIM, P. M. **Gestão em Curtumes: Uso Integrado e Eficiente da Água**. Tese – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/17356/000714631.pdf?sequence=>>> Acesso em: 15 dez. 2016.

BAIN & COMPANY. **Potencial de diversificação da indústria química Brasileira - Relatório 4**. São Paulo, 2014. 34 p.

BLANCO NETO, M. R. D. V. & ZAMBON, F. R. A. **Cinza vegetal como fonte de nutrientes e corretivo de solo na cultura de alface**. Hort. Bras. Brasília: Embrapa, v.11, n.1, Maio, 1993. p. 38-40. Disponível em:< http://www.iapar.br/arquivos/File/zip_pdf/darolt_cinzavegetal.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2017.

BRAGA, B.; HESPANHOL, I.; CONEJO, J. G. L.; MIERZWA, J. C.; BARROS, M. T. L.; SPENCER, M.; PORTO, M.; NUCCI, N.; JULIANO, N.; EIGER, S. **Introdução à engenharia ambiental**. 2ªed. São Paulo: Pearson Prentice hall, 2005.

BRASIL. Lei nº 4.888, de 9 de dezembro de 1965. Proíbe o emprego da palavra couro em produtos industrializados, e dá outras providências.

BRASIL. Lei nº11.211, de 19 de dezembro de 2005. Dispõe sobre as condições exigíveis para a identificação do couro e das matérias-primas sucedâneas, utilizados na confecção de calçados e artefatos.

BRASIL. Lei nº12.305, de 2 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.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. CONAMA. Resolução nº1, de 8 de março de 1990. Dispõe sobre critérios de padrões de emissão de ruídos decorrentes de quaisquer atividades industriais, comerciais, sociais ou recreativas, inclusive as de propaganda política. **Diário Oficial [da] União**: República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, nº63, de 2 de abril de 1990, Seção 1, página 6408.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. CONAMA. Resolução nº313, de 29 de outubro de 2002. Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais.

Diário Oficial [da] União: República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, nº 226, de 22 de novembro de 2002, Seção 1, páginas 85-91.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. CONAMA. Resolução nº357, de 17 de março de 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, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] União:** República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, nº 053, de 18 de março de 2005, págs. 58-63.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. CONAMA. Resolução nº 362, de 23 de junho de 2005. Dispõe sobre o recolhimento, coleta e destinação final de óleo lubrificante usado ou contaminado. **Diário Oficial [da] União:** República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, nº 121, de 27 de junho de 2005, Seção 1, páginas 128-130.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. CONAMA. Resolução nº382, de 26 de dezembro de 2006. Estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas. **Diário Oficial [da] União:** República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, nº1, de 2 de janeiro de 2007, Seção 1, página 131-137.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. CONAMA. Resolução nº430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução n. 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Diário Oficial [da] União:** República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, n. 92, 16 maio 2011. Seção 1, p. 89.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. CONAMA. Resolução nº436, de 22 de dezembro de 2011. Estabelece os limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas instaladas ou com pedido de licença de instalação anteriores a 02 de janeiro de 2007. **Diário Oficial [da] União:** República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, nº247, 26 de dezembro de 2011.

CENTRO DE RECURSOS AMBIENTAIS - CRA. **Ecotoxicologia do cromo e seus compostos.** Série Cadernos de Referência Ambiental, v. 5. Governo do Estado da Bahia. Salvador, 2001.

CHERNICHARO, C. A. L. **Princípio do tratamento biológico de águas residuárias – Reatores anaeróbios.** Departamento de engenharia sanitária e ambiental – DESA/UFMG, Belo Horizonte, v. 5, 2ª edição, 2007, 380 p.

CICB^a – CENTRO DAS INDÚSTRIAS DO BRASIL. **O couro e o curtume brasileiro.** Disponível em: <http://www.cicb.org.br/?page_id=6369>. Acesso em: 23 mar. 2017

CICB^b – CENTRO DAS INDÚSTRIAS DO BRASIL. **Exportações brasileiras de couros e peles.** Disponível em: <<http://www.cicb.org.br/wp-content/uploads/2017/01/TOTAL-DEZ16-VR-1.pdf>>. Acesso em: 15 mar.2017.

CLAAS, I. C.; MAIA, R. A. M. **Manual básico de resíduos industriais de curtume.** Porto Alegre, SENAI, 1994.

CNI – CONFEDERAÇÃO NACIONAL DAS INDÚSTRIAS. **Cai a participação do setor industrial no PIB do Brasil**. Brasília. 2016. Disponível em: <http://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/economia/2016/10/02/internas_economia,551413/cai-a-participacao-do-setor-industrial-no-pib-do-brasil.shtml>. Acesso em: 20 mar. 2017.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB. **Guia Técnico Ambiental de Curtumes**. São Paulo, 2015. 118 p. Disponível em: <<http://camarasambientais.cetesb.sp.gov.br/wp-content/uploads/sites/49/2015/05/Guia-T%C3%A9cnico-Ambiental-de-Curtumes-S%C3%A9rie-Produ%C3%A7%C3%A3o-Mais-Limpa--%C2%AA-Edi%C3%A7%C3%A3o.pdf>>. Acesso em: 11 ago. 2016.

_____. Decisão de Diretoria N° 145/2010/P, de 11 de maio de 2010. Dispõe sobre a aprovação do procedimento de gerenciamento de resíduos de aparas de couro e de pó de rebaixadeira oriundos do curtimento ao cromo. **Diário Oficial [do] Estado de São Paulo**, Poder Executivo, São Paulo, v. 89, n. 120, 13 maio 2010a. Seção 1, p. 50-51.

40 *CODE OF FEDERAL REGULATION* – CFR. § 261.4 *Exclusions*, de 19 de maio de 1980. Disponível em: <<https://www.law.cornell.edu/cfr/text/40/261.4>>. Acesso em: 19 out. 2017.

Deliberação Normativa Conjunta COPAM-CERH-MG n° 01 de 05 maio 2008. 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, e dá outras providências. Minas Gerais, Belo Horizonte, 20 de maio. 2008.

Deliberação Normativa COPAM n° 74 de 9 set. 2004. Estabelece critérios para classificação, segundo o porte e potencial poluidor, de empreendimentos e atividades modificadoras do meio ambiente passíveis de autorização ou de licenciamento ambiental no nível estadual, determina normas para indenização dos custos de análise de pedidos de autorização e de licenciamento ambiental, e dá outras providências. Minas Gerais, Belo Horizonte, 2 de out. 2004.

Deliberação Normativa Copam n° 187, de 19 de setembro de 2013. Estabelece condições e limites máximos de emissão de poluentes atmosféricos para fontes fixas e dá outras providências. Minas Gerais, Belo Horizonte, 20 de set. 2013.

EUROPEAN COMMISSION. *The European List of Waste*. 2016. Disponível em: <<http://ec.europa.eu/environment/waste/framework/list.htm>>. Acesso em: 22 mar.2017.

FEAM – Fundação Estadual do Meio Ambiente. **Guia Técnico Ambiental da Indústria Têxtil. Minas Gerais**. 2013. Disponível em: <<http://www.feam.br/noticias/1/1293-guias-tecnicos-ambientais>>. Acesso em: 05 abr.2017.

FIESP- FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Participação da indústria de transformação no PIB: 1947-2014**. São Paulo. 2015. Disponível em: <<http://www.fiesp.com.br/indices-pesquisas-e-publicacoes/participacao-da-industria-de-transformacao-no-pib-1947-2014/>>. Acesso 20 mar. 2017.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). *World statistical compendium for raw hides and skins, leather and leather footwear* 1999-

2015. Roma, 2016. Disponível em: < <http://www.fao.org/3/a-i5599e.pdf>>. Acesso em: 23 mar. 2017.

FREITAS, E. A. **Estudo comparativo das características do couro e efluente bruto de processo de curtimento convencional versus processo com reciclagem direta de banho de curtimento**. Dissertação de mestrado. Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Campo Grande, 2007. Disponível em: <https://sistemas.ufms.br/sigpos/portal/trabalhos/download/54/cursoId:33>. Acesso em: 02 mar.2017.

JOINT RESEARCH CENTRE: INSTITUTE FOR PROSPECTIVE TECHNOLOGICAL STUDIES – JRC-IPTS. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Tanning of Hides and Skin. Sevilha, 2013. Disponível em: <http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/BREF/TAN_Published_def.pdf>. Acesso em: 20 set. 2016.

HOINACKI, E. **Peles e Couros: origens, defeitos e industrialização**. 2ª Ed. Porte Alegre. SENAI, 1989.

LEAL, O. B. R. **Análise Técnica, Econômica e de Tendências da Indústria do Couro Brasileira e da sua Relação com a Indústria Química**. Dissertação – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <<http://tpqb.eq.ufrj.br/download/analise-tecnica-economica-e-de-tendencias-da-industria-do-couro.pdf>>. Acesso em: 01 nov. 2016.

MAINIER, F. B. & VIOLA, E. D. M. **O sulfeto de hidrogênio (H₂S) e o meio ambiente**. In: II SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA (SEGeT'2005). Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: <http://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos05/261_H2S.pdf>. Acesso em: 17 out. 2015.

MALARD, A. A. M. **Adoção de Boas Práticas Ambientais em Micro e Pequenas Empresas**. Instituto de Educação Tecnológica – Disponível em: <http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe_artigo/1694>. Acesso em: 09 dez. 2013.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Doença da vaca louca: Encefalopatia Espongiforme Bovina – EEB**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/saude-animal-e-vegetal/saude-animal/programas-de-saude-animal/EEBfolder.pdf>>. Acesso em: 04 abr. 2017.

MINAS GERAIS. Lei n.º10.100, de 17 de janeiro de 1990. Dá nova redação ao artigo 2º da Lei n.º 7.302, de 21 de julho de 1978, que dispõe sobre a proteção contra a poluição sonora no Estado de Minas Gerais. . Minas Gerais: Belo Horizonte,1990.

MINAS GERAIS. Lei n.º18.031, de 12 de janeiro de 2009. Dispões sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos. Minas Gerais: Belo Horizonte, 2009.

MINAS GERAIS. Lei n.º 21.972, de 21 de janeiro de 2016. Dispõe sobre o Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SISEMA – e dá outras providências. Minas Gerais: Belo Horizonte, 2016.

MINAS GERAIS. Decreto nº 46.967, de 10 de março de 2016. Dispõe sobre a competência transitória para a emissão de atos autorizativos de regularização ambiental no âmbito do Estado. Minas Gerais: Belo Horizonte, 2016.

PHA/USP – Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental da Escola Politécnica da Universidade Estadual de São Paulo. **CAPÍTULO 13: Problemas especiais de qualidade das águas: Óleos e Graxas, Substâncias tensoativas e Fenóis.** São Paulo. Disponível em: <www.pha.poli.usp.br/LeArq.aspx?id_arq=1808>. Acesso em: 01 mar. 2017.

PORTAL DA INDÚSTRIA. **Composição Setorial: Percentual do setor no valor da transformação industrial das indústrias extrativa e de transformação.** Disponível em: <<http://perfil estados.portal da industria.com.br/estado/mg>>. Acesso em: 20 mar. 2017

RAL gGmbH. *Basic Criteria for Award of the Environmental Label: Leather* RAL-UZ 148. Alemanha, 2015. Disponível em: <http://www.eco-institut.de/fileadmin/contents/Nationale_Pruefzeichen/BlauerEngel/148-1503-e.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2017.

RIBEIRO, D.V.; YUAN, S. Y.; MORELLI, M.R. **Efeito da adição de serragem de couro tratada quimicamente nas propriedades do cimento portland.** Quim. Nova, Vol. 34, No. 6, 979-983, 2011. São Paulo.

SENAI-RS - SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL. **Estado da Arte Tecnológico em Processamento do Couro: Revisão Bibliográfica no âmbito Internacional.** Porto Alegre: Centro Nacional de Tecnologias Limpas, 2003. 242 p.

SENAI-RS - SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL. **Introdução ao tratamento de efluentes industriais: Módulo II.** Programa de Treinamento em Tratamento de Efluentes Industriais. Porto Alegre, 1991.

SOUZA, C. L. **Estudo das rotas de formação, transporte e consumo dos gases metano e sulfeto de hidrogênio resultantes do tratamento de esgoto doméstico em reatores UASB.** Tese (Doutorado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Escola de Engenharia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/bitstream/handle/1843/ENGD-89WQAC/229d.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 01 mar. 2017.

TÔRRES FILHO, A. **Aplicação do processo de pirólise para valoração, cogeração de energia e tratamento de resíduo.** Tese (Doutorado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Escola de Engenharia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2014. Disponível em: <<http://www.smarh.eng.ufmg.br/defesas/125M.PDF>>. Acesso em: 01 mar. 2017.

VON SPERLING, M.. **Princípios do tratamento biológico de águas residuárias. Vol. 2. Princípios básicos do tratamento de esgotos.** 2016. Editora UFMG. 4ª ed., 472 p.

ANEXO A – Excerto da DN COPAM nº187/2013

Tabela 15: Condições e limites de lançamento para caldeiras à óleo

Prazo para Atendimento	Potência Térmica Nominal (P)	Condições e LME (mg/Nm ³ , base seca; teor de O ₂ conforme indicado)			
		MP	NOx	SOx	CO
			(3% de O ₂)		
Geradores de calor existentes (1): NOx, SOx e CO – até 26/12/2016; MP - LME de 100 mg/Nm ³ está em vigor desde 10/01/1987, conforme DN COPAM nº.11, de 16/12/1986. Geradores de calor novos (2): a partir da entrada em operação.	P < 10 MW	100	1.600	2.700	80
	10 MW ≤ P ≤ 70 MW	100	1.000	2.700	NA
	P > 70 MW	100	1.000	1.800	NA

(1) geradores de calor cujo início de instalação tenha ocorrido antes de 2 de janeiro de 2007, quando entrou em vigor a Resolução CONAMA nº 382, de 26 de dezembro de 2006, bem como aqueles cuja LI deferida tenha sido requerida anteriormente àquela data.

(2) geradores de calor cujo início de instalação tenha ocorrido a partir de 2 de janeiro de 2007, quando entrou em vigor a Resolução CONAMA nº 382, de 26 de dezembro de 2006, excluídos aqueles cuja LI deferida tenha sido requerida anteriormente àquela data.

Tabela 16: Condições e limites de lançamento para caldeira à gás natural

Prazo para Atendimento	Potência Térmica Nominal (P)	Condições e LME (mg/Nm ³ , base seca; teor de O ₂ conforme indicado)	
		NOx	CO
Geradores de calor existentes (1): NOx e CO - até 26/12/2018.	P < 10 MW	NA	80
	10 MW ≤ P ≤ 70 MW	400	NA
	P > 70 MW	320	NA
Geradores de calor novos (2): a partir da entrada em operação.	P < 70 MW	320	NA
	P ≥ 70 MW	200	NA

(1) geradores de calor cujo início de instalação tenha ocorrido antes de 2 de janeiro de 2007, quando entrou em vigor a Resolução CONAMA nº 382, de 26 de dezembro de 2006, bem como aqueles cuja LI deferida tenha sido requerida anteriormente àquela data.

(2) geradores de calor cujo início de instalação tenha ocorrido a partir de 2 de janeiro de 2007, quando entrou em vigor a Resolução CONAMA nº 382, de 26 de dezembro de 2006, excluídos aqueles cuja LI deferida tenha sido requerida anteriormente àquela data.

Tabela 17: Condições e limites de lançamento para caldeiras à biomassa de cana-de-açúcar ou de beneficiamento de cereais

Prazo para Atendimento	Potência Térmica Nominal (P)	Condições e LME (mg/Nm ³ , base seca, a 8% de O ₂)		
		MP (3)	NO _x	CO
Geradores de calor existentes (1): MP, NO _x e CO – até 26/12/2016.	$P \leq 0,5$ MW	520	NA	6.500
	$0,5$ MW < $P \leq 1,5$ MW	520	NA	3.250
	$0,15$ MW < $P \leq 1,0$ MW	520	NA	1.700
	$1,0$ MW < $P \leq 10,0$ MW	520	NA	1.300
	10 MW < $P < 50$ MW	520	NA	NA
	50 MW $\leq P \leq 100$ MW	450	350	NA
	$P > 100$ MW	390	350	NA
Geradores de calor novos (2): a partir da entrada em operação.	$P \leq 0,5$ MW	280	NA	6.500
	$0,5$ MW < $P \leq 1,5$ MW	280	NA	3.250
	$0,15$ MW < $P \leq 1,0$ MW	280	NA	1.700
	$1,0$ MW < $P < 10,0$ MW	280	NA	1.300
	10 MW $\leq P \leq 75$ MW	230	350	NA
	$P > 75$ MW	200	350	NA

(1) geradores de calor cujo início de instalação tenha ocorrido antes de 2 de janeiro de 2007, quando entrou em vigor a Resolução CONAMA nº 382, de 26 de dezembro de 2006, bem como aqueles cuja LI deferida tenha sido requerida anteriormente àquela data.

(2) geradores de calor cujo início de instalação tenha ocorrido a partir de 2 de janeiro de 2007, quando entrou em vigor a Resolução CONAMA nº 382, de 26 de dezembro de 2006, excluídos aqueles cuja LI deferida tenha sido requerida anteriormente àquela data.

(3) para gerador de calor que queima misturas de biomassa e derivados de madeira o LME para MP será estabelecido quando da regularização ambiental, inclusive a revalidação.

Tabela 18: Condições e LME para processos de geração de calor a partir da combustão externa de derivados de madeira

Prazo para Atendimento	Potência Térmica Nominal (P)	Condições e LME (mg/Nm ³ , base seca, a 8% de O ₂)		
		MP	NO _x	CO
Geradores de calor existentes (1): NO _x e CO - até 26/12/2016; MP- P ≤ 70MW, LME de 200 mg/Nm ³ em vigor desde 10/01/1987, conforme DN COPAM n°.11, de 16/12/1986.	P ≤ 0,5 MW	200	NA	7.800
	0,5 MW < P ≤ 2 MW	200	NA	3.900
	2 MW < P ≤ 10 MW	200	NA	3.250
	10 MW < P ≤ 50 MW	200	650	NA
	P > 50 MW	200	650	NA
Geradores de calor novos: (2) a partir da entrada em operação	P ≤ 0,05 MW	200	NA	6.500
	0,05 MW < P ≤ 0,15 MW	200	NA	3.200
	0,15 MW < P ≤ 1,0 MW	200	NA	1.700
	1,0 MW < P < 10,0 MW	200	NA	1.300
	10 MW ≤ P < 30 MW	200	650	NA
	30 MW ≤ P ≤ 70 MW	200	650	NA
	P > 70 MW	130	650	NA

(1) geradores de calor cujo início de instalação tenha ocorrido antes de 2 de janeiro de 2007, quando entrou em vigor a Resolução CONAMA n° 382, de 26 de dezembro de 2006, bem como aqueles cuja LI deferida tenha sido requerida anteriormente àquela data.

(2) geradores de calor cujo início de instalação tenha ocorrido a partir de 2 de janeiro de 2007, quando entrou em vigor a Resolução CONAMA n° 382, de 26 de dezembro de 2006, excluídos aqueles cuja LI deferida tenha sido requerida anteriormente àquela data.

(3) para o empreendimento que na data de publicação desta Deliberação Normativa possua gerador de calor enquadrado como existente, que queima derivados de madeira, o qual tenha sido comprovadamente considerado em processo de regularização ambiental ocorrido antes de 26 de dezembro de 2011, como gerador de calor a biomassa, até então sujeito ao LME de 600 mg/Nm³ para MP, o órgão ambiental licenciador deverá, quando da revalidação do Certificado de Regularização Ambiental, estabelecer novo limite, mais restritivo, de forma a alinhar as emissões de MP o máximo possível com o valor de 200 mg/Nm³ ou de 130 mg/Nm³, conforme a potencia térmica nominal da fonte.

Tabela 19: Condições e LME para fontes fixas pontuais existentes (1) e novas (2) não expressamente listadas nos demais anexos desta Deliberação Normativa

PRAZO PARA ATENDIMENTO (3)	CONDIÇÕES E LME (mg/Nm ³ , base seca; quando envolver fonte onde ocorre combustão as emissões devem ser corrigidas para 8% de O ₂)				
	MP	SO _x	NO _x	COV	
				Classe I	Classe II
MP, SO _x , NO _x e COV - 5 anos	150	1.800	1.000	20	100

(1) fontes cujo início de instalação tenha ocorrido antes da data de publicação desta Deliberação Normativa, bem como aquelas cuja LI deferida tenha sido requerida anteriormente à data em questão.

(2) fontes cujo início de instalação tenha ocorrido a partir da data de publicação desta Deliberação Normativa, excluídas aquelas cuja LI deferida tenha sido requerida anteriormente à data em questão.

(3) contado a partir da data de publicação desta Deliberação Normativa, sendo aplicável apenas a fontes existentes; para fontes novas o atendimento aos LME aplica-se a partir do início de operação da fonte.

(4) os compostos orgânicos voláteis a serem monitorados serão definidos pelo órgão ambiental licenciador, no programa de automonitoramento, em função das características das substâncias envolvidas no processo.

ANEXO B – Check list aplicado nas visitas técnicas

Projeto: Avaliação ambiental do setor de curtumes no estado de Minas Gerais
Processo COPAM N.º _____ / _____

Não possui Processo

MÓDULO 1 – CARACTERIZAÇÃO GERAL DO EMPREENDIMENTO								
1. IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDIMENTO								
Nome / Razão social								
Nome fantasia						CNPJ		
Zona Rural?	() Sim	() Não. Preencha ao lado.	() Residencial	() Comercial	() Distrito industrial			
Endereço						Caixa postal		
Município/ UF					CEP			
Coordenada geográfica	Datum		Latitude		Longitude			
DDD+ Telefone			Email					
Os dados de correspondência são os mesmos do empreendimento?					() Sim () Não, preencha os campos abaixo.			
End. p/ correspondência						Caixa postal		
Município/ UF					CEP			
DDD+ Telefone			Email					

2. RECURSOS HUMANOS E REGIME DE OPERAÇÃO DO EMPREENDIMENTO			
Nº Total de Funcionários			
Horas/dia		Dias/semana	

MÓDULO 2 – REGULARIZAÇÃO AMBIENTAL			
3. ATIVIDADE PRINCIPAL DO EMPREENDIMENTO CONFORME DN74/04			
Atividade Principal	Código DN-74/2004	Parâmetro/Unidade	Quantidade
() Secagem e salga de couros e peles	C-03-01-8	Área Útil (ha)	
		Nº de empregados	
() Fabricação de couro por processo completo, a partir de peles até o couro acabado, com curtimento ao cromo, seus derivados ou tanino sintético.	C-03-02-6	Produção nominal (m ² /dia) e (Unid./dia)	
		Produção efetiva (m ² /dia) e (Unid./dia)	
() Fabricação de couro por processo completo, a partir de peles até o couro acabado, com curtimento exclusivamente ao tanino vegetal	C-03-03-4	Produção nominal (m ² /dia) e (Unid./dia)	
		Produção efetiva (m ² /dia) e (Unid./dia)	
() Fabricação de <i>wet blue</i>	C-03-04-2	Produção nominal (m ² /dia) e (Unid./dia)	
		Produção efetiva (m ² /dia) e (Unid./dia)	
() Fabricação de couro semiacabado, não associado ao curtimento	C-03-05-0	Produção nominal (m ² /dia) e (Unid./dia)	
		Produção efetiva (m ² /dia) e (Unid./dia)	
() Fabricação de couro acabado, não associada ao curtimento	C-03-06-9	Produção nominal (m ² /dia) e (Unid./dia)	
		Produção efetiva (m ² /dia) e (Unid./dia)	
() Fabricação de couro acabado a partir do semiacabado	C-03-07-7	Produção nominal (m ² /dia) e (Unid./dia)	
		Produção efetiva (m ² /dia) e (Unid./dia)	

4. OUTRAS ATIVIDADES NO EMPREENDIMENTO				
Especificar Atividades	Código-DN-74/2004	Parâmetro/Unidade	Quantidade	Início da Atividade

5. REGULARIZAÇÃO AMBIENTAL	
Situação ambiental do empreendimento: () Irregular	
() Regular () Licença _____	Validade ___/___/___
() Autorização Ambiental de Funcionamento (AAF)	Validade ___/___/___
() Outorga	Validade ___/___/___
() Termo de Ajustamento de Conduta _____	
() Cumprimento de Condicionantes: () Cumprimento total () Cump. parcial () Descumprimento total	
Quais são as condicionantes? Tirar xerox.	

MÓDULO 3 – CARACTERIZAÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO			
6. PROCESSO PRODUTIVO			
() Preparação ou cura das peles	Origem da pele? (Bovino, ovino, etc.): _____		
	() Salga a seco () Salga por processo úmido () Secagem		
	() Incorporação de inseticida		
() Remolho	() Lavagem de peles verdes		
	() Lavagem de peles salgadas em fulão	Tempo de lavagem (h)	
	Adiciona-se algum produto químico para diminuir tempo de remolho?		
	() Sim. Qual? _____ () Não		
É feito reciclo do banho? () Sim () Não	() Enxágue		
() Pré-descarne			
() Caleiro	É feita a recuperação dos pelos? () Sim () Não		
	É feito reciclo do banho? () Sim () Não		
() Redescarne			
() Aparagem			
() Divisão	() Flor () Raspa () Entremeio		
() Desencalagem	Utiliza algum sal amoniacal? () Sim. Qual? _____ () Não		
() Purga	Tempo de tratamento (min)		
() Piquelagem	Composição química do banho de piquel		
() Curtimento	() Curtimento ao cromo		
	() Curtimento vegetal		
() Processos físicos	() Enxugamento () Classificação () Rebaixamento () Aparação		

<input type="checkbox"/> Processos químicos	<input type="checkbox"/> Neutralização	<input type="checkbox"/> Recurtimento	<input type="checkbox"/> Tingimento	<input type="checkbox"/> Engraxe
<input type="checkbox"/> Secagem	<input type="checkbox"/> Natural	<input type="checkbox"/> Secotherm	<input type="checkbox"/> Pasting	<input type="checkbox"/> Secagem a vácuo
<input type="checkbox"/> Amaciamento				
<input type="checkbox"/> Estiramento <input type="checkbox"/> Toggling				
<input type="checkbox"/> Lixamento				
<input type="checkbox"/> Acabamento final				
Fluxograma das etapas				

7. EQUIPAMENTOS E SISTEMAS DE APOIO AO PROCESSO PRODUTIVO						
<input type="checkbox"/> Caldeira	Tempo médio de operação (h/dia)					
	Capacidade Nominal de Produção de Vapor (kg de vapor/h)					
	Combustível utilizado	<input type="checkbox"/> Madeira	Volume consumido (m ³ /mês)			
			Origem	<input type="checkbox"/> Floresta nativa <input type="checkbox"/> Reflorestamento		
			Certificado do IEF	<input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não		
		<input type="checkbox"/> Óleo	<input type="checkbox"/> BPF <input type="checkbox"/> Diesel <input type="checkbox"/> Biodiesel			
			Volume consumido (m ³ /mês)			
			Volume do tanque de armazenamento (m ³)			
	O tanque de armazenamento possui bacia de contenção?		<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim			
	<input type="checkbox"/> Outro	Especifique o tipo de combustível				
		Volume consumido (m ³ /mês)				
		Tipo de armazenamento				

8. RELAÇÃO DE MATÉRIAS-PRIMAS E INSUMOS - Listar os produtos de maior relevância e uso		
Nome	Tipo de embalagem	Consumo mensal ¹ Médio
Sal		
Inseticidas		
Detergentes		
Sulfeto de sódio		
Cal		
Sais amoniacais		
Enzima pancreática		
Ácido sulfúrico		
Cloreto de sódio		
Sulfato básico de cromo		
Sulfato de cromo trivalente basificado		
Outros sais de cromo		
Fungicida		
Tanino vegetal		
Tanino sintético		
Corantes		
Engraxantes. Quais?		
Outros		

9. PRODUTOS FABRICADOS		
Nome	Descrição	Produção mensal Média
Pele salgada		
Couro "wet blue"		
Couro atanado		
Couro semiacabado		
Couro acabado		
Outros		

MÓDULO 4 – ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS	
10. ENERGIA ELÉTRICA	
Qual é o consumo energético mensal do empreendimento?	
11. USO DA ÁGUA	
É feita captação de água de chuva?	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim
Existe sistema de drenagem de água pluvial?	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim. Local de lançamento?
É feito reuso de água?	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim
É feito reciclo dos banhos?	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim. Estimativa de economia de água?

¹ Explicitar a unidade mais apropriada ao tipo de material: t/mês, m³/mês, m²/mês, kg/mês, etc.

Faz uso de água da concessionária local?	<input type="checkbox"/> Não			
	<input type="checkbox"/> Sim	Identifique a empresa		
		Volume demandado (m ³ /mês)		
		Para qual uso?		
	Tem hidrômetro?			
Caso o empreendimento faça uso de água proveniente de outra(s) intervenção(ões), responda.				
Tipo de intervenção	Vazão	Uso	Outorga. Sim ou não?	Hidrômetro. Sim ou não?
Captação em rios, córregos, etc. (Citar nome):				
Lagos, represas, etc. (Citar nome):				
Captação em cisterna ou poço manual				
Captação em poço tubular				
Outras captações/intervenções				
O empreendimento trata a água captada?	<input type="checkbox"/> Não			
	<input type="checkbox"/> Sim	Quantidade de água tratada (m ³ /mês)		
		Citar quais são as etapas do tratamento		

12. EFLUENTES SANITÁRIOS

Volume do efluente sanitário gerado no empreendimento (m³/dia)

Segregação dos efluentes sanitário e industrial (se este for gerado)?

Não Sim. Especificar tratamento e lançamento final:

13. EFLUENTES INDUSTRIAIS

O empreendimento gera efluente industrial? Sim Não

Identificação e descrição sumária de cada efluente

Identificação	Volume gerado (m ³ /dia)

14.1 Características de cada Efluente Industrial

Solicitar xerox de relatórios de monitoramento do efluente industrial bruto e tratado para o período de um ano.

14.2 Tratamento do Efluente Industrial

Empreendimento possui Estação de Tratamento de Esgoto - ETE? Não Sim

Empreendimento mistura efluente sanitário ao industrial em algum momento, para serem tratados juntos?

Não Sim. Em qual etapa? _____

Quais as etapas previstas para o tratamento do efluente industrial?

Preliminar Tanque de equalização Gradeamento Peneira Tanque de retenção de gorduras Tanque de precipitação de cromo Câmara de oxidação de sulfetos Outros. Especificar:

Primário Coagulação Floculação Sedimentação Decantação Outros. Especificar:

Biológico Lodo ativado Filtro biológico Filtro anaeróbico Lagoas de estabilização

<input type="checkbox"/> Terciário. Especificar:			
14.3 Lançamento final do efluente			
Industrial	<input type="checkbox"/> Descarte em recurso hídrico	Nome do corpo hídrico onde ocorre o descarte	
	<input type="checkbox"/> Descarte em rede pública	O município possui tratamento de esgoto urbano?	<input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim
	<input type="checkbox"/> Outro (especifique)		

14. EMISSÕES ATMOSFÉRICAS			
Caso o empreendimento apresente caldeira e cabine de pintura, apresentar relatório de amostragem e análise das emissões atmosféricas. Empreendimento faz monitoramento: <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não			
15. TRATAMENTO DO EFLUENTE ATMOSFÉRICO			
<input type="checkbox"/> Cabine de pintura	<input type="checkbox"/> Lavador de gases		
	<input type="checkbox"/> Outros (especificar)		
<input type="checkbox"/> Lixadeiras e rebaixadeiras	<input type="checkbox"/> Exaustão		
	<input type="checkbox"/> Filtro de mangas		
	<input type="checkbox"/> Outros (especificar)		
<input type="checkbox"/> Caldeira	<input type="checkbox"/> Ciclone		
	<input type="checkbox"/> Lavador de gases		
	<input type="checkbox"/> Outros (especificar)		

16. SUBPRODUTOS E/OU RESÍDUOS SÓLIDOS			
O empreendimento possui sistema de gerenciamento de resíduos sólidos implantado? <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim			
Empreendimento faz inventário de resíduos? <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Sim. Solicitar xerox do ano de 2015.			
Nome do resíduo	Classe do Resíduo ²	Taxa mensal máxima de geração (informar unidade)	Método de destinação final ³
Sal de batimento das peles			
Carnaças			
Aparas não caleadas			
Aparas caleadas			
Pelos			
Aparas de wet-blue			
Serragem da rebaixadeira			
Pó da lixadeira			
Aparas de couro semi-acabado e acabado			
Lodo da ETA			
Lodo físico-químico da ETE			

² Conforme a norma NBR 10.004/2004

³ Informar objetivamente a destinação final, como por exemplo: Aterro sanitário, aterro industrial, compostagem, aplicação no solo, co-processamento, doação, incineração, uso como combustível, outros.

