



UNIVERSIDADE DO VALE DO RIO DOS SINOS  
CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLÓGICAS  
PROGRAMA DE POS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

**AVALIAÇÃO AMBIENTAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS  
ORIUNDOS DA PRODUÇÃO DE COUROS NO RIO  
GRANDE DO SUL**

**LISIANE EMILIA GRAMS METZ**

São Leopoldo, Setembro de 2016.



LISIANE EMILIA GRAMS METZ

**AVALIAÇÃO AMBIENTAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS  
ORIUNDOS DA PRODUÇÃO DE COUROS NO RIO GRANDE  
DO SUL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil.

**Orientador:** Prof. Dr. Carlos Alberto Mendes Moraes

**Co-Orientador:** Profa. Dra. Feliciane Brehm

**Banca examinadora:** Prof<sup>ª</sup>. Dra. Mariliz Gutterres Soares

Prof<sup>ª</sup>. Dra. Patrice Monteiro de Aquim

Prof<sup>ª</sup>. Dra. Regina Célia Espinosa Modolo

São Leopoldo, Setembro de 2016.

M596a	<p>Metz, Lisiane Emilia Grams Avaliação ambiental dos resíduos sólidos oriundos da produção de couros no Rio Grande do Sul / Lisiane Emilia Grams Metz. – 2016. 160 f. : il.</p> <p>Dissertação (Mestrado) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, São Leopoldo, RS, 2016. “Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Mendes Moraes”</p> <p>1. Resíduos da produção de couro. 2. Gerenciamento de resíduos sólidos. 3. Diagnóstico de resíduos. 4. Valorização de resíduos. 5. Reciclagem. 6. <i>Upcycling</i>. 7. <i>Downcycling</i>. I. Título.</p> <p>CDU 624</p>
-------	---

A Dissertação de Mestrado

**“AVALIAÇÃO AMBIENTAL DOS RESÍDUOS SÓLIDOS ORIUNDOS DA PRODUÇÃO DE COUROS NO RIO GRANDE DO SUL”**

apresentada por **Lisiane Emilia Grams Metz**

foi julgada e aprovada como atendimento parcial aos requisitos para a obtenção do grau de

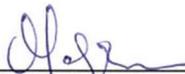
**MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL** pela seguinte banca examinadora:



Prof. Dr. Carlos Alberto Mendes Moraes  
Orientador e Presidente da Banca Examinadora  
Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS



Prof.ª Dr.ª Feliciane Andrade Brehm  
Coorientadora  
Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS



Prof.ª Dr.ª Mariliz Gutterres Soares  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS



Prof.ª Dr.ª Patrice Monteiro de Aquim  
Universidade FEEVALE



Prof.ª Dr.ª Regina Celia Espinosa Modolo  
Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS

São Leopoldo, 26 de setembro de 2016.

Aos meus pais Alcirio e Carmen.

*in memoriam*





## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pelo sopro da vida!

Aos meus pais Alcírio e Carmen Grams, pelo exemplo de garrra, de luta e de fé!

Ao meu marido Celso Luiz Metz, pela parceria em tudo e para tudo! Obrigada amor, por me apoiar também nessa empreitada!

Aos meus filhos Vítor e Arthur e Mirele Metz, pela inspiração, amor, ajuda e principalmente, pelo estímulo que me deram!

Aos queridos professores, Carlos Alberto Mendes Moraes e Feliciane Brehm por todo o aprendizado que me proporcionaram, pela paciência, pelo exemplo e pela força!

A todo corpo docente do PPGEC pelos ensinamentos e carinho!

À UNISINOS e ao SENAI, pela concessão da bolsa de estudos, fundamental para viabilizar a consecução deste trabalho.

À Darlene Rodrigues, diretora do Instituto SENAI de Tecnologia em Couro e Meio Ambiente, por viabilizar as aulas das tardes de sexta-feira.

Ao Conselho de Meio Ambiente da AICSUL e da ABQTIC, especialmente os senhores Hugo Springer e Walter Keller do Santos, pelo apoio técnico e testagem do modelo de pesquisa. E os senhores Moacir Berger e Janete Maino, pela gentileza e os dados fornecidos.

À FEPAM, por disponibilizar o acesso aos dados do SIGECORS.

Aos colegas e amigos Marina Moreira, Horst Mitteregger Junior, Alice Riehl e Marina Seewald pelo exemplo e incentivo! Pelas leituras, conversas e devaneios, pela parceria e pela avaliação técnica do modelo de pesquisa.

Às amigas Aline Dresh e Carmen Luiza Reis Serrano pela força no início de tudo.

E, por fim às minhas amigas irmãs por compreenderem minhas ausências ao longo dos últimos dois anos!



## **FONTES DE FINANCIAMENTO DA PESQUISA**

A realização deste trabalho só foi possível com o apoio do:

**PROGRAMA DE BOLSAS ESTUDO TECNOSINOS-SENAI.**



## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>23</b>
1.1	JUSTIFICATIVA	24
1.2	OBJETIVOS	26
1.2.1	Objetivo geral	26
1.2.2	Objetivos específicos	27
1.3	ESTRUTURA DA PESQUISA	27
1.4	DELIMITAÇÕES DO TRABALHO	28
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>29</b>
2.1	PRODUÇÃO DE COUROS	29
2.1.1	Matéria prima, processo produtivo e produtos de um curtume	31
2.1.2	Aspectos e impactos ambientais	38
2.2	RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS	41
2.2.1	Identificação e caracterização dos resíduos sólidos gerados no processo produtivo do couro	42
2.2.2	Tecnologias para o tratamento e destinação final de resíduos	49
2.2.3	Valorização dos resíduos da indústria do couro	53
2.3	GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS	64
2.3.1	Premissas do gerenciamento de resíduos sólidos	65
2.3.2	Requisitos legais aplicáveis a resíduos sólidos de curtumes	68
2.3.3	Oportunidades de tecnologias de Produção mais Limpa aplicáveis	73
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>77</b>
3.1	DESCRIÇÃO DAS ETAPAS	77
3.1.1	Identificação das unidades produtivas e amostragem – Etapa Um	78
3.1.2	Pesquisa survey – Etapa Dois	79
3.1.3	Diagnóstico dos resíduos sólidos gerados – Etapa Três	80
<b>4</b>	<b>APRESENTAÇÃO, ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</b>	<b>84</b>
4.1	IDENTIFICAÇÃO DAS UNIDADES PRODUTIVAS E AMOSTRAGEM – ETAPA UM	84
4.2	PESQUISA SURVEY – ETAPA DOIS	86
4.2.1	Caracterização das empresas	87
4.2.2	Gerenciamento dos resíduos	88
4.2.3	Gestão e controle ambiental	98
4.3	REALIZAÇÃO DO DIAGNÓSTICO DOS RESÍDUOS GERADOS – ETAPA TRÊS	105
4.3.1	Resíduos de pele – RP (matéria-prima não curtida)	108
4.3.2	Resíduos de couro (RC)	112
4.3.3	Resíduos de produtos químicos (RPQ)	115
4.3.4	Outros resíduos do processo (ORP)	121
4.3.5	Resíduos de equipamento de proteção individual (REPI)	125
4.3.6	Resíduo sólido oriundo de sistemas de controle de poluição (RCP)	126
4.3.7	Resíduo sólido gerado fora do processo industrial (RGFPI)	129
4.4	COMPORTAMENTO DAS UNIDADES DE PRODUÇÃO DE COUROS DO RS	132
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES</b>	<b>136</b>
<b>6</b>	<b>SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS</b>	<b>138</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>139</b>
	<b>ANEXO I</b>	<b>150</b>
	<b>APÊNDICE I</b>	<b>151</b>



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dimensão econômica e social do setor de curtumes no Brasil.....	29
Tabela 2 – Perfil das idústrias de couro no Rio Grande do Sul.....	29
Tabela 3 – Rebanho de bovinos por país - Top 10, em milhões de cabeças, excluindo búfalos. .....	32
Tabela 4 - Aplicações e canais de distribuição da produção brasileira de couros.....	35
Tabela 5 – Principais aspectos e impactos ambientais do processo produtivo do couro.....	39
Tabela 6 – Classificação de resíduos sólidos.....	41
Tabela 7 – Resíduos das indústrias do couro e produtos de couro.....	44
Tabela 8 – Identificação, caracterização e quantificação dos resíduos sólidos da produção de couro.....	48
Tabela 9 – Processos de tratamento de resíduos <i>versus</i> aplicação em resíduos de curtumes...	49
Tabela 10 – Caracterização dos processos de valorização de resíduos.....	57
Tabela 11 – Matriz de valorização de resíduos sólidos gerados no processamento de peles e couros.....	59
Tabela 12 - Diretrizes gerais do gerenciamento de resíduos sólidos.....	68
Tabela 13 – Caracterização e classificação de resíduos sólidos.....	69
Tabela 14 – Coleta deletiva de resíduos sólidos.....	69
Tabela 15 – Armazenamento de resíduos sólidos.....	70
Tabela 16 – Transporte de resíduos sólidos perigosos.....	70
Tabela 17 – Requisitos legais aplicáveis a destinação final de resíduos sólidos.....	71
Tabela 18 – Legislação ambiental aplicável a educação ambiental.....	73
Tabela 19 – Ramos industriais pesquisados.....	78
Tabela 20 – Número de atividades de produção de couro com o SIGECORS ativo, por ano .	85
Tabela 21 - Localização das atividades licenciadas e com SIGECORS ativo no período 2013 - 2015.....	84
Tabela 22 - Caracterização das unidades de produção de couros do RS.....	88
Tabela 23 – Tratamentos de resíduos realizados nas empresas de produção de couro no RS .	92
Tabela 24 – Formas de armazenamento temporário de resíduos sólidos nas empresas de produção de couro no RS (% de empresas).....	94
Tabela 25 – Práticas de avaliação de desempenho do gerenciamento de resíduos sólidos aplicadas.....	99
Tabela 26 – Ações para reutilização e reciclagem de resíduos <i>versus</i> técnicas de P+L.....	101
Tabela 27 – Dificuldades no gerenciamento de resíduos.....	104
Tabela 28 – Identificação e classificação dos resíduos por origem e classe de periculosidade.....	105
Tabela 29 – Resíduos de Pele (RP).....	108
Tabela 30 – Geração e destinação anual de resíduos oriundos de pele (RP).....	110
Tabela 31 – Resíduos de Couro (RC).....	112
Tabela 32 – Geração e destinação anual de resíduos oriundos de couro (RC).....	113
Tabela 33 - Resíduos de produtos químicos - RPQ.....	116
Tabela 34 – Geração e destinação anual de resíduos de produtos químicos – RPQ.....	116
Tabela 35 – Geração e destinação anual de embalagens de produtos químicos.....	119
Tabela 36- Outros resíduos de processo - ORP.....	121
Tabela 37 – Geração e destinação anual de outros resíduos de processo (ORP), perigosos..	122
Tabela 38 – Geração e destinação anual de outros resíduos de processo (ORP), não perigosos.....	123

Tabela 39 - Geração e destinação anual de resíduos equipamentos de proteção individual (REPI) .....	125
Tabela 40- Resíduo sólido oriundo de sistemas de controle de poluição - RCP .....	126
Tabela 41- Geração e destinação anual de resíduo sólido de sistemas de controle de poluição (RCP) .....	127
Tabela 42 - Resíduo sólido gerado fora do processo industrial – RGFPI.....	129
Tabela 43 – Geração e destinação anual de RGFPI - perigosos .....	130
Tabela 44 – Geração e destinação anual de RGFPI - não perigosos recicláveis .....	131
Tabela 45 – Geração e destinação anual de utros RGFPI - não perigosos.....	131
Tabela 46 – Geração anual total de resíduos nas unidades de produção de couros do RS ....	132
Tabela 47 – Geração anual total de resíduos nas unidades de produção de couros do RS ....	133
Tabela 48 – Geração anual total de resíduos nas unidades de produção de couros do RS ....	134
Tabela 49 – Caracterização dos processos de valorização de resíduos.....	134

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Diagrama da produção de couros .....	30
Figura 2 – Principais elos da cadeia produtiva do couro .....	32
Figura 3 – Representação de um corte histológico de uma pele bovina.....	34
Figura 4 – Processo de produção de couro .....	36
Figura 5 – Classificação das unidades de produção de couros.....	38
Figura 6 - Fluxograma do processamento de couro ao cromo com entradas e saídas.....	40
Figura 7 – Balanço de massa em um curtume completo convencional.....	43
Figura 8 – Esquema para identificação do fluxograma ambiental de um processo .....	46
Figura 9 – Evolução da empresa rumo à P+L. ....	75
Figura 10 – Fluxograma da pesquisa.....	77
Figura 11 – Resíduos gerados na produção de couros nas empresas do RS. ....	89
Figura 12 – Percentual de empresas que procedem à classificação dos resíduos sólidos do processo, conforme a norma NBR 10.004:2004 .....	90
Figura 13 – Percentual de empresas de produção de couros que realizam a quantificação de resíduos.....	91
Figura 14 – Métodos de medição de resíduos adotados nas empresas de produção de couros. ....	91
Figura 15 – Percentual de empresas de produção de couros que mantêm a coleta seletiva de resíduos.....	93
Figura 16 – Formas de destinação de resíduos aplicadas pelas unidades de produção de couros .....	96
Figura 17 – Responsabilidade no gerenciamento de resíduos (% de empresas). Fonte: autora.....	99
Figura 18 – Técnicas de P+L aplicadas no setor couro do RS .....	100
Figura 19 – Resultados obtidos nas ações de gestão proativa dos resíduos. ....	103
Figura 20 – Classificação dos resíduos gerados na indústria do couro do RS, em 2013 e 2014 .....	107
Figura 21 – Nível de aproveitamento de RC no RS no período de 2013-2014.....	115



## **LISTA DE ABREVIATURAS**

ABIEC – Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne  
ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas  
ABQTIC – Associação Brasileira de Químicos e Técnicos da Indústria do Couro  
AFT – Anotação de Função Técnica  
AICSUL – Associação das Indústrias de Curtumes do Sul  
ANTT – Agência Nacional de Transporte Terrestre  
ARIP – Aterro de Resíduos Industriais Perigosos  
ART – Anotação de Responsabilidade Técnica  
BSE – Encefalopatia Espongiforme Bovina  
CICB – Centro das Indústrias de Curtumes do Brasil  
CNAE – Classificação Nacional de Atividades Econômicas  
CODEST – Código do Destino  
CODRAM – Código do Ramo  
CODRES – Código do Resíduo  
CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente  
CONSEMA – Conselho Estadual de Meio Ambiente (do Rio Grande do Sul)  
CNORP – Cadastro Nacional de Operadores de Resíduos Perigosos  
CONTRAN – Conselho Nacional de Trânsito  
EPI – Equipamento de Proteção Individual  
EPA – Environmental Protection Agency  
ETE – Estação de Tratamento de Efluentes  
FEPAM – Fundação Estadual de Proteção Ambiental  
FIPA – Federação das Indústrias Portuguesas Agro-Alimentares  
IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis  
IEMI – Instituto de Estudos e Marketing  
ISO – International Organization for Standardization  
LWG – Leather Working Group  
MMA – Ministério do Meio Ambiente do Brasil  
MINTER – Ministério do Interior  
MPC – Resíduos de Matéria-Prima Curtida  
MPNC – Resíduos de Matéria-Prima Não Curtida  
NBR – Norma Brasileira  
ORP – Outros Resíduos de Processo  
PERS/RS – Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Rio Grande do Sul  
PGRS – Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos  
PMBOK – Project Management Body of Knowledge  
PMI – Project Management Institute  
PNRS – Política Nacional de Resíduos Sólidos  
pH – Potencial Hidrogeniônico  
P+L – Produção Mais Limpa  
RC – Resíduos de Couro  
RCP – Resíduos Oriundos dos Sistemas de Controle de Poluição  
REPI – Resíduos de Equipamento de Proteção Individual  
RGFPI – Resíduos gerados fora do processo industrial  
RP – Resíduos da Pele  
RPQ – Resíduos de Produtos Químicos  
RS – Rio Grande do Sul

R.S. – Resíduo Sólido  
SENAI – Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial  
SIGECORS – Sistema de Gerenciamento e Controle de Resíduos Sólidos Industriais  
SISNAMA – Sistema Nacional de Meio Ambiente  
SIT – Secretaria de Inspeção do Trabalho (do Brasil)  
SNVS – Sistema Nacional de Vigilância Sanitária do Brasil  
SUASA – Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária  
SSMA – Secretaria da Saúde e do Meio Ambiente  
STRS – Sistema de Tratamento de Resíduos no Solo  
E.G. – Emissão Gasosa  
EFL – Efluente Líquido  
TEC - Toneladas Equivalente Carcaça  
UNIDO – Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial  
UNEP – Programa de Meio Ambiente das Nações Unidas

## LISTA DE SÍMBOLOS

Al<sup>3+</sup> – Cátion alumínio  
C – Carbono  
Ca – Cálcio  
CH<sub>4</sub> – Gás Metano  
COVs – Compostos Orgânicos Voláteis  
CO<sub>2</sub> – Gás Carbônico  
Cr – Cromo  
Cr III – Cromo trivalente  
H<sub>2</sub>S – Gás sulfídrico  
K – Potássio  
Mg – Magnésio  
M.O. – Matéria Orgânica  
N – Nitrogênio  
NaCl – Cloreto de Sódio  
N<sub>2</sub> – Gás Nitrogênio  
NH<sub>3</sub> – Gás amônia  
NO<sub>x</sub> – soma das concentrações de monóxido de nitrogênio (NO) e dióxido de nitrogênio  
P – Fósforo  
pH – Potencial hidrogeniônico  
SO<sub>4</sub> – Sulfato  
SO<sub>x</sub> – soma das concentrações de dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>) e trióxido de enxofre (SO<sub>3</sub>)



## RESUMO

METZ, L.E.G. **Avaliação ambiental dos resíduos sólidos oriundos da produção de couros no Rio Grande do Sul**. São Leopoldo, 2016. 160 páginas. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Unisinos, São Leopoldo. 2016.

O Rio Grande do Sul concentra cerca de um terço das unidades produtivas de couro do Brasil, e portanto exerce uma papel importantíssimo neste setor. A produção de couro acabado ocorre a partir das peles obtidas nos frigoríficos e se dá pelo uso de grande volume de água e de uma ampla gama de produtos químicos associados a diversas operações mecânicas e gera, além do produto desejado, diversos tipos de resíduos, causando impactos ambientais significativos. Os resíduos sólidos gerados destacam-se pelo volume e potencial poluidor. Os empreendimentos gaúchos são obrigados a emitir e submeter regularmente, ao órgão ambiental licenciador, relatórios dos resíduos sólidos gerados e destinados, no entanto, não há a disponibilidade da informação das tipologias e da quantidade de resíduos sólidos gerados no estado do Rio Grande do Sul, sendo que o último inventário publicado data de 2002. O conhecimento a cerca da geração e destinação dos resíduos é de suma importância para subsidiar a tomada de decisões sobre o assunto, seja com relação à formação de políticas públicas, seja para a priorização de investimentos ou para definição de áreas para empreender esforços técnicos e científicos. A avaliação ambiental do gerenciamento dos resíduos sólidos oriundos da produção de couros no Rio Grande do Sul consiste de uma pesquisa descritiva exploratória, de natureza qualitativa e quantitativa, formando um estudo de caso do gerenciamento de resíduos do setor coureiro do estado. Este trabalho inclui uma breve apresentação do processo de produção de couros, os aspectos e impactos ambientais oriundos deste, os resíduos sólidos gerados e as tecnologias de tratamento e destinação final dos mesmos, com ênfase nas formas de valorização mediante a reutilização e processos de reciclagem, *upcycling* e *downcycling*, com a geração de possíveis subprodutos e coprodutos. Aborda ainda, as premissas do gerenciamento de resíduos, os requisitos legais e as oportunidades de Produção Mais Limpa aplicáveis ao gerenciamento de resíduos sólidos. A partir do Sistema de Gerenciamento e Controle de Resíduos Sólidos Industriais – SIGECORS de 2013 e 2014 (FEPAM, 2016A) foi verificado a geração anual de 112.642,5 toneladas de resíduos, mais 129.107,3 metros cúbicos de resíduos e mais 88.877 unidades (embalagens e lâmpadas), sendo que a geração de resíduos perigosos foi ligeiramente inferior a de não perigosos. Os principais resíduos sólidos gerados, em termos quantitativos, são os oriundos dos sistemas de controle de poluição (principalmente lodos de estações de tratamento de efluentes), seguidos dos resíduos de couro (basicamente curtidos ao cromo) e dos resíduos oriundos das peles (de processos antes do curtimento). No que se refere a resíduos não perigosos – Classe II, foi verificado que a prática dos processos de reciclagem, *upcycling* e *downcycling*, resultando em coprodutos e subprodutos, atingiu um desempenho superior a 95%. Quanto aos resíduos perigosos - Classe I, o nível de aproveitamento foi menor (no entanto bem superior ao padrão registrado em 2002) sendo que o lodo gerado nas estações de tratamento de efluentes é o resíduo mais problemático do setor, não havendo ainda uma alternativa de aproveitamento disponível. Por meio da avaliação ambiental realizada conclui-se que o diferencial ambiental do setor no RS está na aplicação sistêmica de processos de valorização de resíduos, incluindo a reutilização de resíduos, a prática de *upcycling*, transformando resíduos em coprodutos, a reciclagem, e a prática de *downcycling*, transformando resíduos em subprodutos.

Palavras-chave: resíduos da produção de couro; gerenciamento de resíduos sólidos; diagnóstico de resíduos; valorização de resíduos; reciclagem; *upcycling*; *downcycling*.



## ABSTRACT

METZ, L.E.G. **Environmental evaluation of solid waste from leather production in Rio Grande do Sul.** São Leopoldo, 2016. 160 pages. Dissertation (Master Degree in Civil Engineering) – Postgraduate Civil Engineering Program, Unisinos, São Leopoldo.

Rio Grande do Sul state concentrates around one third of productive leather units in Brasil, which has a significant role in this sector. Finished leather production starts with the skins obtained from slaughterhouse and consumes a large amount of water and a great number of chemical products, combined with different mechanical operations. It results not just in the desired product, but also in different kinds of waste, causing significant environmental impacts. Among the produced wastes, solid ones stand out, mainly due to its large amount and their pollutant potential. Even though enterprises from Rio Grande do Sul are forced to regularly issue and submit a report on produced and allocated solid waste to the environmental commission agency, there is not available information about typologies and solid waste produced in the state of Rio Grande do Sul, and the last inventory dated 2002. Knowledge about waste production and its disposal is very importance in order to support decision making on the present subject, either to create public policy and decide where to invest, or to define in which areas technical and scientific efforts must be performed. Management environmental evaluation of solid waste from leather production in Rio Grande do Sul consists in a qualitative and quantitative exploratory research, creating a case study about the leather sector management in the state. This dissertation includes a brief presentation on leather production process, its aspects and environmental impacts, the solid waste generated, treatment technologies and its final disposal, with emphasis on forms of recovery through recycling processes, upcycling and down cycling, considering the generation of possible byproducts and coproducts for the leather industry. It also addresses waste management assumptions, legal requirements and applicable opportunities from Cleaner Production to solid waste management. From “Sistema de Gerenciamento e Controle de Resíduos Sólidos Industriais” – SIGECORS of 2013 and 2014 (FEPAM, 2016A) it was observed an annual generation of 112,642.5 tons plus 129,107.3 cubic meters of waste. In addition, it was found a generation of 88,877 units (packaging and light bulbs), and the dangerous waste production was slightly lower than the non dangerous ones. The main solid wastes generated, in quantitative terms, come from pollution control systems (especially sludge from effluent treatment stations), followed by leather wastes (basically tanned via chromium) and by wastes from skins (in processes performed before tanning). About non dangerous wastes – Class II, it was found that recycling practices, upcycling and down cycling, which results in coproducts and byproduct, achieved a performance higher than 95%. About the dangerous wastes – Class I, the reclamation was lower (however much higher than the registered standard in 2002) and the produced sludge from effluent treatment stations is the most problematic waste in the sector. There is not yet an available alternative to recycling. By the environmental evaluation performed, it is concluded that environmental differential in this sector in Rio Grande do Sul is in the systemic application of waste appreciation processes, which includes reuse of waste, upcycling execution, transforming waste in coproducts, recycling, and down cycling execution, transforming waste in byproducts.

Key-words: Leather production waste; waste management; waste diagnosis; waste recovery; recycling; upcycling; downcycling.



# 1 INTRODUÇÃO

A gestão dos resíduos industriais, como componente de um sistema de gestão ambiental permanente, é justificada pela simples necessidade da manutenção das condições de vida no planeta, o que inclui a manutenção de disponibilidade de recursos naturais com custos razoáveis. Outrossim, há diversos pontos que motivam a gestão eficaz dos recursos e resíduos, como por exemplo uma vasta legislação ambiental a ser identificada e cumprida, questões de imagem das empresas, redução de custos pelo melhor aproveitamento dos recursos materiais e obtenção de resultados financeiros pelo aproveitamento ou a comercialização dos resíduos.

Contando com cerca de 215,2 milhões de cabeças de gado em 2015 (IBGE, 2016), o Brasil configura como detentor do maior rebanho comercial do mundo, concentrando, por consequência, o mercado das peles bovinas *in natura*. A pele *in natura*, que provém da produção da carne é a matéria-prima da indústria do couro. Segundo a Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne, no ano de 2015 foram produzidas no Brasil 9,56 milhões Toneladas Equivalente Carcaça (TEC) de carne, sendo que 19,63% do total foi exportado e 81,38% destinado ao mercado interno. Conforme a entidade, o consumo *per capita* de carne no Brasil é de 38,6 kg/ano (ABIEC, 2016). Em 2015 foram abatidos no Brasil 39,65 milhões de bovinos (ABIEC, 2016). As peles geradas nos frigoríficos abastecem a produção de couro.

O couro produzido com estas peles é destinado à fabricação de calçados, estofamentos, vestuário, bolsas e diversos outros produtos, possui alto valor agregado sendo muito apreciado devido às suas propriedades de resistência, aspecto e toque. É produzido a partir da transformação de peles, material natural e altamente putrescível, em couro, material com elevada estabilidade à degradação.

A indústria do couro tem participação relevante na economia do Brasil, sendo que este setor, formado por 310 unidades produtivas (IEMI, 2013), produziu em 2015, aproximadamente 40 milhões de couros e peles, gerando US\$ 2,265 bilhões na exportação, mais US\$ 1,0 bilhões no mercado interno. (CICB, 2016).

O processo de transformação das peles em couros acabados se dá pelo uso de grande volume de água e de uma ampla gama de produtos químicos associados a diversas operações mecânicas e gera, além do produto desejado, resíduos líquidos (ou efluentes), resíduos sólidos e resíduos gasosos (emissões atmosféricas). Dessa forma, atribui-se aos curtumes a geração de impactos ambientais significativos.

Entre os resíduos gerados, destacam-se os resíduos sólidos, devido principalmente ao seu grande volume. Muitos destes resíduos podem ser considerados subprodutos ou coprodutos no entanto, a gestão, incluindo a forma de armazenamento e conservação, tratamento e destinação final focada na valorização econômica dos resíduos sólidos da indústria curtidora, necessita ser aprimorada.

Conhecedora do seu potencial poluidor, a indústria de couros do Rio Grande do Sul muito já investiu no controle e na prevenção da poluição, especialmente no que diz respeito aos efluentes líquidos gerados. Mas, será que este setor tão importante na economia gaúcha, gerencia adequadamente seus resíduos sólidos? Qual é a geração de resíduos sólidos pela indústria gaúcha de couros? Qual é a destinação? O setor identifica o valor dos resíduos? Quais são os rejeitos gerados? Em que quantidades? Quais são os usos efetivos dos resíduos sólidos valorizados em outras atividades? O setor explora as oportunidades de produção e tecnologias mais limpas viáveis? Quais são as maiores dificuldades encontradas para a melhoria do desempenho no gerenciamento de resíduos sólidos? Tais questionamentos motivaram esta pesquisa.

## **1.1 JUSTIFICATIVA**

A região Sul do Brasil concentra quase a metade dos curtumes do Brasil (48,1%), sendo responsável pela ocupação de 38,6% da mão-de-obra (IEMI, 2013). No Rio Grande do Sul, especificamente, identifica-se aproximadamente uma centena de unidades produtoras de couro (ABQTIC, 2015; KRUMMENAUER; THUM, 2011), o que representa um terço do total nacional.

O Rio Grande do Sul é o estado brasileiro que mais exporta e importa couros e peles, respondendo por 20,2% das exportações e 51,2% das importações em 2013 e, responde por 31,3 % das vendas internas do setor de curtumes (IEMI, 2013).

Sabe-se que durante o processamento e acabamento dos couros são gerados grandes volumes de resíduos, o que foi comprovado por meio de alguns estudos e balanços de massa. Buljan, Reich e Ludvik (2000) verificaram em um balanço de massa completo que a partir de 1.000 kg de matéria-prima (pele salmourada) foram gerados 637 kg de resíduos sólidos. Stoop (2003) realizou um balanço de massa desde a pele crua até o acabamento final e verificou que 1.000 kg de pele bruta resultaram em 180 kg de couro. Zupanic e Jemec (2010) informam que na União Europeia são geradas anualmente cerca de 400 a 900 mil toneladas de lodos (por peso úmido), além de 170 mil toneladas de resíduos de couro curtido. Já Oliveira (2007) estimou

que 10% a 30% (em massa) das peles curtidas ao cromo sejam transformados em resíduos de couro curtido (raspas, serragem e aparas cromadas).

Conforme Cavalet e Selbach (2008), “no processamento do couro no Brasil, desde a matéria-prima (pele crua) até o acabamento, são gerados aproximadamente 10 kg de resíduos (base seca) por pele processada”, somando os diferentes tipos de resíduos. Com base nesse dado e na produção anual brasileira, que totalizou 40 milhões de peles e couros em 2015 (CICB, 2016) é possível estimar o potencial de geração de resíduos sólidos em curtumes no Brasil em cerca de 400.000 t ano<sup>-1</sup>.

Os resíduos sólidos gerados podem ser divididos em quatro grandes grupos: resíduos oriundos da matéria prima – material não curtido, material curtido e material acabado; resíduos de produtos químicos – embalagens e sobras; resíduos oriundos dos sistemas de controle de poluição – lodo de Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) e filtros; e outros resíduos gerados no processo industrial – material de limpeza, lixas, feltros e Equipamento de Proteção Individual (EPI). Ocorre ainda a geração de resíduos fora do processo industrial, o que inclui escritórios, refeitórios e ambulatórios.

Em função de suas propriedades físicas, químicas ou infecto-contagiosas os resíduos sólidos podem representar riscos à saúde pública ou ao meio ambiente, sendo considerados perigosos. São classificados como Classe I – Perigosos, os resíduos que apresentam uma das seguintes características: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade; ou, os constantes nos Anexos A ou B da NBR 10.004, como é o caso do couro curtido ao cromo, que devido à presença deste metal na sua composição é tido como Classe I – Perigoso (ABNT, 2004), necessitando de tratamentos específicos. Já os resíduos oriundos de matéria-prima não curtida (pele) são facilmente aproveitáveis como matérias primas para outros processos, como por exemplo, para a fabricação de ração e gelatina.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos estabelece princípios que incluem a visão sistêmica na gestão dos resíduos e o reconhecimento do resíduo sólido como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e de renda. O mesmo documento também estabelece objetivos de redução do volume e da periculosidade dos resíduos (BRASIL, 2010 e 2010A). No entanto, como implementar tais objetivos se o volume de resíduos do setor sequer é conhecido? Embora os empreendedores sejam obrigados a emitir e submeter regularmente, ao órgão ambiental licenciador, relatórios dos resíduos sólidos gerados e destinados, não há a disponibilidade da informação das tipologias e da quantidade de resíduos sólidos gerados no estado do Rio Grande do Sul.

Conforme o diagnóstico presente no Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Rio Grande do Sul (PERS/RS), a geração total de resíduos sólidos industriais no estado é estimada em 10.188.542 t ano<sup>-1</sup> (RIO GRANDE DO SUL, 2015). No entanto, este diagnóstico não contempla os resíduos gerados na produção de couro.

O diagnóstico anterior consta no Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais - Etapa RS, realizado em 2002. Com a geração de 243.881,86 t ano<sup>-1</sup> de resíduos sólidos, divididos em 120.170,62 t ano<sup>-1</sup> de resíduos perigosos e 123.711,24 t ano<sup>-1</sup> de não perigosos, neste documento, o setor couro consta como o maior gerador de resíduos perigosos do estado do Rio Grande do Sul, respondendo por 65,97% do total gerado no estado (FEPAM, 2003). Cabe ressaltar que o levantamento dos dados foi relativo à divisão nº 19 da Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE), que contempla atividades de “Preparação de Couro e Fabricação de Artefatos de Couro, Artigos de Viagem e Calçados”. Por este motivo, não é possível identificar neste inventário, a quantidade de resíduos que corresponde a curtumes e a quantidade que corresponde a calçados e artefatos. Além disso, tendo se passado treze anos, espera-se que as características do setor tenham sofrido alterações, tanto em volume de produção, quanto de tipo de produto. É sabido que atualmente grande parte dos calçados são fabricados com outros materiais, como tecidos, laminados sintéticos, plásticos e borrachas, sendo que, no ano de 2015, apenas 19,7% de todos os calçados produzidos no Brasil foram confeccionados em couro (ABICALÇADOS, 2016).

Considerando o volume, a diversificação e a classificação dos resíduos gerados na produção de couros no Rio Grande do Sul, um novo inventário, abrangendo as quantidades de cada resíduo gerado, o tipo de destinação dada e o as formas de aproveitamento realizadas, é de grande interesse. O conhecimento desses dados e as informações obtidas a cerca do gerenciamento dos resíduos permite uma avaliação ambiental mais consistente, o que é de suma importância para subsidiar a tomada de decisões sobre o assunto, seja com relação à formação de políticas públicas, seja para a definição de investimentos na área ou para definir áreas para empreender esforços técnicos e científicos.

## **1.2 OBJETIVOS**

Os objetivos deste trabalho estão definidos a seguir.

### **1.2.1 Objetivo geral**

Realizar uma avaliação ambiental do gerenciamento dos resíduos sólidos oriundos da produção de couros no Rio Grande do Sul.

### 1.2.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos são:

- a) Identificar e quantificar os resíduos sólidos gerados no processo de fabricação de couro desde a pele crua até o couro acabado;
- b) Identificar e quantificar os rejeitos gerados no processo de fabricação de couro desde a pele crua até o couro acabado;
- c) Analisar os aspectos técnicos, operacionais, ambientais e legais relacionados ao gerenciamento e destinação final dos resíduos gerados;
- d) Avaliar a exploração das oportunidades de produção e tecnologias mais limpas viáveis à redução da geração de resíduos sólidos no processo produtivo;
- e) Avaliar a destinação final dos resíduos quanto às possíveis formas de valorização.

### 1.3 ESTRUTURA DA PESQUISA

Esta pesquisa será dividida em seis capítulos.

O primeiro capítulo trata da justificativa e objetivos do trabalho.

A revisão bibliográfica, formada por três partes, é apresentada no segundo capítulo.

Na primeira parte é abordado o processo de produção de couros, caracterizada a pele bovina (principal matéria-prima) e os aspectos e impactos ambientais oriundos deste processo. A segunda parte tem como foco os resíduos sólidos gerados, as tecnologias de tratamento e a destinação final desses resíduos, focando as alternativas de valorização dos mesmos mediante a reciclagem, *upcycling* e *downcycling*, resultando possíveis subprodutos e coprodutos da indústria coureira. As premissas do gerenciamento de resíduos, os requisitos legais e as oportunidades de Produção Mais Limpa aplicáveis ao gerenciamento de resíduos sólidos foram inseridos na terceira parte da revisão bibliográfica.

No terceiro capítulo é apresentada a metodologia e os instrumentos de diagnóstico a ser utilizados no levantamento dos dados.

Já no capítulo quatro são apresentados os resultados obtidos com a aplicação dos instrumentos, incluindo a quantificação dos resíduos gerados e a sua destinação, bem como as práticas de gestão e controle adotadas nas empresas pesquisadas.

O quinto capítulo aborda as conclusões da pesquisa.

Por fim, o sexto capítulo traz as sugestões para futuros trabalhos.

#### **1.4 DELIMITAÇÕES DO TRABALHO**

O presente trabalho não produziu dados primários, visto que foram utilizados os dados oficiais do estado e não foram realizadas medições nas empresas do setor.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo apresenta a revisão bibliográfica e os referenciais teóricos necessários ao estudo realizado.

### 2.1 PRODUÇÃO DE COUROS

O couro é um produto obtido a partir do curtimento de pele animal. No Brasil esta denominação é protegida pela Lei nº 4.888, que proíbe o emprego da palavra “couro” para produtos industrializados que não sejam obtidos exclusivamente de pele animal (BRASIL, 1965). Trata-se de um material nobre utilizado em larga escala para a confecção de diversos artefatos, tais como: sapatos, cintos, carteiras, bolsas, malas, pastas, vestuário, estofamento de móveis e de automotivos, chapéus, coleiras, selas de cavalo e outros.

Conforme os dados apresentado na Tabela 1 verifica-se a relevância deste setor na dimensão econômica e social no Brasil.

**Tabela 1 – Dimensão econômica e social do setor de curtumes no Brasil**

Indicadores	Setor de curtumes no Brasil
Número de indústrias	310 unidades produtivas (2012)
Pessoal ocupado (direto e indireto)	35,6 mil funcionários (setembro/2016)
Produção	40 milhões de couros e peles (2015)
Valor da Produção	US\$ 3,265 bilhões (2015)
Exportações	US\$ 2,265 bilhões (2015)
Importações	US\$ 19,4 milhões (2015)
Investimentos	R\$ 110,3 milhões (2012)

Fonte: IEMI (2013); CICB (2016).

Segundo IEMI (2013), a área média construída das unidades produtivas no Brasil é de 8.248 m<sup>2</sup>. Quanto à localização geográfica, o autor verificou que 48,1% dos curtumes do Brasil estão localizados na região Sul, que também é responsável pela ocupação de 38,6% das pessoas.

O perfil das indústrias de couro do Rio Grande do Sul é apresentado na Tabela 2.

**Tabela 2 – Perfil das indústrias de couro no Rio Grande do Sul**

Indicadores	Setor de curtumes no RS
Número de indústrias	95 (estimativa)
Pessoal ocupado	11,5 mil empregos diretos
Produção anual estimada	9 milhões de couros e peles
Exportações	US\$ 492,9 milhões (total) US\$ 351 milhões (de couro acabado)

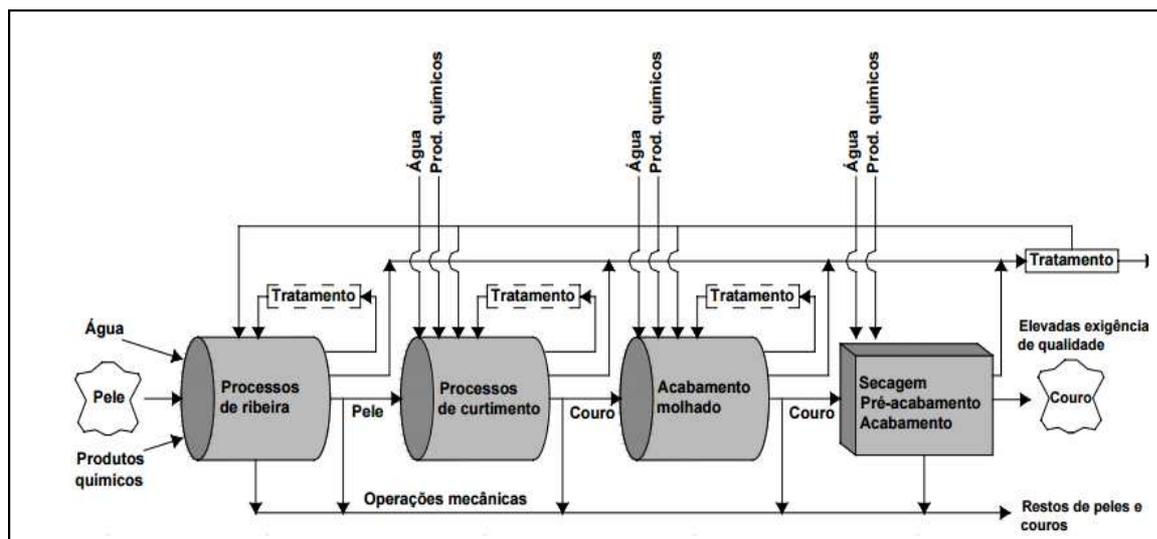
Fonte: AICSUL (2016)

Conforme a Associação das Indústrias de Curtume do Rio Grande do Sul (AICSUL, 2016), a produção gaúcha de couros é destinada majoritariamente para a exportação, sendo exportados 5,3 milhões de couros. Do restante da produção, cerca de 1 milhão de couros é destinado à fabricação de produtos exportados e 3 milhões de couros são destinados para produtos manufaturados para o mercado nacional. Conforme a entidade, o Rio Grande do Sul é responsável por 21,8% da exportação brasileira, mantendo a hegemonia entre os estados brasileiros. Os principais destinos da exportação gaúcha são: China e Hong Kong, Estados Unidos da América, Itália e Vietnã.

Conforme o Sistema de Informações Geográficas – SIG, com o mapeamento temático das indústrias coureiras do Rio Grande do Sul licenciadas pela FEPAM, foram identificadas 97 indústrias coureiras distribuídas em 32 municípios no RS, em 2010, (KRUMMENAUER; THUM, 2011). O mapa da distribuição dos curtumes nos municípios do Rio Grande do Sul elaborado pelos autores é apresentado no ANEXO 1.

De acordo com Figueiredo-Sganderla, Prodanovv e Daroit (2010), 60% das unidades de produção de couro do Rio Grande do Sul, estão concentradas na região do Vale do Rio dos Sinos.

O processamento da pele é composto por diversas etapas, envolvendo processos químicos, bioquímicos e operações mecânicas. A Figura 1 apresenta um diagrama simplificado do processamento do couro, destacando a adição de água e de produtos químicos.



**Figura 1 – Diagrama da produção de couros**

Fonte: GUTTERRES (2006)

Os processos químicos e bioquímicos ocorrem em reatores cilíndricos, chamados fulões. Já as operações mecânicas são realizadas em equipamentos diversos. Os processos de um curtume completo são, usualmente, divididos em três grandes fases, conhecidas por ribeira, curtimento e acabamento (acabamento molhado, pré-acabamento e acabamento final).

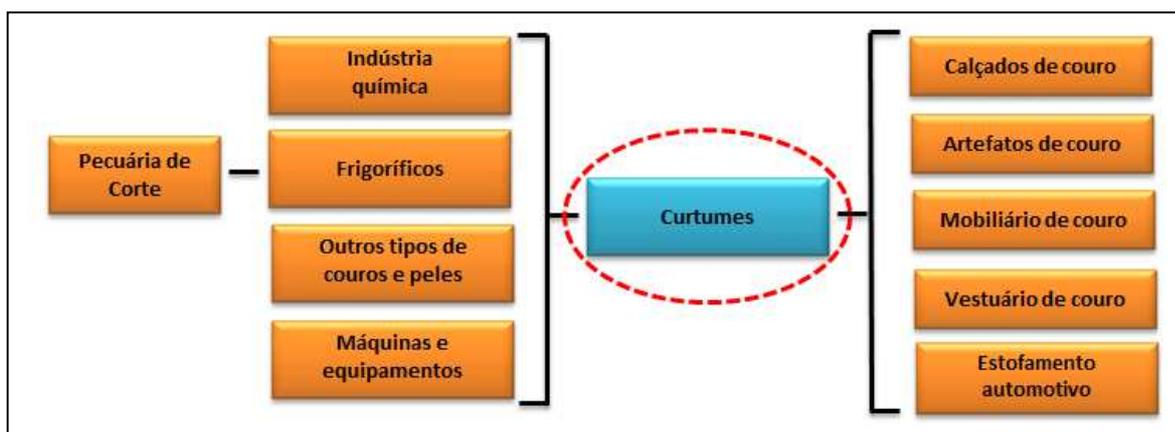
### **2.1.1 Matéria prima, processo produtivo e produtos de um curtume**

A produção do couro é uma das atividades mais antigas de que se tem registros. Neste sentido encontramos no livro de Gênesis, em seu capítulo terceiro o uso de peles de animais como vestimentas: “E o Senhor Deus fez roupas de peles de animais para Adão e Eva vestirem.” (Gênesis, 2012).

Conforme Salvati (2010), o início da industrialização de couro no Brasil, deu-se através de dois ciclos econômicos do Brasil Colônia. O Sub-ciclo da Pecuária do Nordeste, que se originou do Ciclo do Açúcar e o Ciclo da Pecuária do Sul. No Nordeste brasileiro o gado oriundo do Arquipélago de Cabo Verde foi introduzido para suprir a carência de transporte, de tração animal para mover as moendas da cana de açúcar e para fornecer a carne para alimentação, principalmente de escravos. Com o tempo, além de prover os engenhos com a tração animal e transporte e a população litorânea com a carne, também passou a se desenvolver a indústria do couro, fazendo com que a pecuária deixasse de ser dependente para se tornar uma atividade autônoma. Inicialmente o couro era fabricado para servir de embalagem de tabaco para exportação e, mesmo que a renda gerada não excedesse a 5% do valor da exportação do açúcar, este produto passou a ganhar relevância entre os produtos de exportação brasileira ao final do século XVII. Já na região Sul a pecuária desenvolveu-se de forma independente desde o princípio, sendo que o gado vindo de São Vicente espalhou-se pelo litoral brasileiro chegando até Viamão, onde começou a se misturar com o gado vindo da colônia espanhola do oeste. O couro sulino chegou a ter uma procura tão intensa que se chegava a matar o gado só pelo couro. O couro do sul, secado ao sol e bem mais abundante que o do nordeste (salgado) conquistou o mercado devido a sua alta qualidade e baixo preço, tendo no Rio de Janeiro seu principal porto de exportação. As vendas de couros secos e salgados, para mercados do sudeste do país, da Europa e dos Estados Unidos, já alcançaram 2,5 milhões de unidades em 1884. Segundo Gomes (2007), no início do desenvolvimento dos curtumes, as peles eram tratadas de maneira rudimentar, em barris de madeira. Atualmente a indústria do couro tem grande importância na economia de diversos países, em todos os continentes.

Com a consolidação como uma indústria, o couro passa a participar de diferentes cadeias produtivas e estas dependem cada vez mais da pecuária de corte e dos frigoríficos, que

fornece sua principal matéria-prima. A Figura 2 demonstra de forma simplificada a cadeia produtiva em que se inserem os curtumes, objeto deste estudo.



**Figura 2 – Principais elos da cadeia produtiva do couro**

Fonte: adaptado de ABDI (2011)

A pele bovina é a principal matéria prima da indústria de couros do Brasil, tendo representado em 2012, 93,3% da produção nacional. Os demais tipos de peles (caprinas, ovinas, suínas, de répteis e outras) somaram 6,7%. (IEMI, 2013). O Brasil detém o segundo maior rebanho bovino do mundo, o que coloca os curtumes instalados no país em uma posição confortável em relação à matéria prima. Os dados apresentados na Tabela 3 demonstram o tamanho dos rebanhos dos dez maiores produtores mundiais de gado. É possível verificar a tendência de crescimento, sendo o brasileiro superior à média mundial. Enquanto que o rebanho mundial cresceu 0,7% em 2014 e 1,1% em 2013, o brasileiro cresceu 2,4% e 3,1% no mesmo período, respectivamente (ABQTIC, 2016).

**Tabela 3 – Rebanho de bovinos por país - Top 10, em milhões de cabeças, excluindo búfalos.**

	PAÍS	2012 (milhões)	2013 (milhões)	2014 (milhões)	Participação (%)
1	ÍNDIA	321,092	324,116	324,791	19,4
2	BRASIL	206,533	213,025	218,071	13,0
3	CHINA	115,954	116,306	116,323	6,9
4	EUA	90,769	89,300	86,977	5,2
5	PAQUISTÃO	69,600	72,000	74,094	4,4
6	ETIÓPIA	53,990	54,000	55,694	3,3
7	ARGENTINA	49,597	51,095	51,545	3,1
8	SUDÃO	41,917	41,917	41,917	2,5
9	MÉXICO	31,925	32,000	30,688	1,8
10	AUSTRÁLIA	28,418	29,291	29,661	1,8
	TOP 10	885,88	1.023,050	1.029,761	61,4
	MUNDO	1.642,531	1.661,940	1.674,283	100,0

Fonte: adaptado de ABQTIC (2016).

A pele bovina é obtida no abate e esfolagem dos animais. Conforme a ABQTIC (2016), no ano de 2014, ocorreu no Brasil o abate de 42,255 milhões de cabeças de gado (excluindo búfalos), gerando por consequência, o mesmo número de peles bovinas. Comparado a 2013, em que ocorreu o abate de 41,490 milhões de bovinos, observa-se um crescimento de 1,6%. Respondendo por 11,4% do mercado mundial (ABQTIC, 2016), o Brasil se mantém como um dos maiores fornecedores de peles bovinas do mundo.

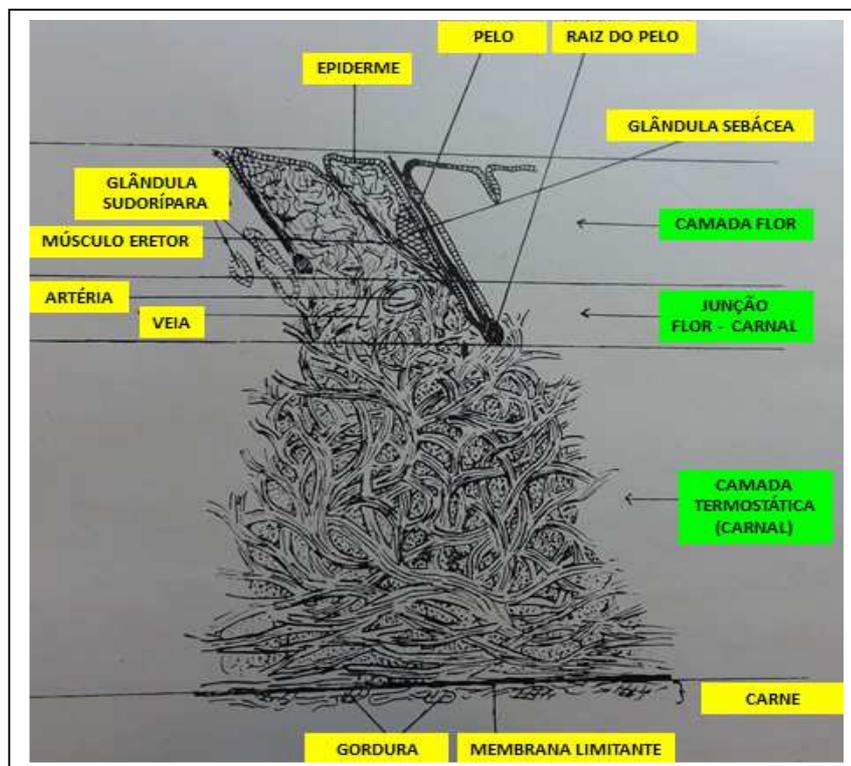
Com base nos dados de abate apresentados (ABQTIC, 2016) e considerando que a massa média de uma pele salgada seja 25,6 kg e a área, 4 m<sup>2</sup> (BULJAN; REICH; LUDVIK, 2000), sem levar em conta as possíveis variações decorrentes de raças e idade de abate, estima-se que em 2014 foram disponibilizados no Brasil 1,1 milhões de toneladas de pele bovina e 169,02 milhões de metros quadrados do material.

Conforme Hoinacki (1989) a pele bovina é formada por 61% de água, 35% de proteínas (34% de proteínas fibrosas e 1% de proteínas globulares), 2% de lipídios, 1% de substâncias minerais e 1% de outras substâncias. Adzet et al. (1988) destacam que a pele bovina é constituída por dois lados distintos: a parte externa, que contém a pelagem do animal, denominada “flor” (grain); e, a parte interna, que se encontra junto à carne do animal, denominada “carnal” (corium).

As três principais camadas da pele são:

- a epiderme, que é a camada mais externa, representa cerca de 1% da espessura total e é removida durante o processo de depilação da pele (HOINACKI; MOREIR; KIEFER, 1994);
- a derme, que é a camada de interesse, da qual é obtido o couro, e representa cerca de 84% da espessura total da pele. (HOINACKI; MOREIRA; KIEFER, 1994). O corium é formado por fibras colagênicas que vão em todas as direções, formando um entrelaçamento de fibras (ADZET et al., 1988); e,
- a hipoderme, que é a camada inferior, responsável pela união da pele ao animal, representa em torno de 15% da espessura total e é removida nas operações iniciais do processamento das peles (HOINACKI; MOREIRA; KIEFER, 1994).

A British Leather Manufacturers' Research Association – BLMRA (1957) demonstra as camadas que constituem uma pele bovina por meio de uma representação esquemática de um corte histológico (Figura 3).



**Figura 3 – Representação de um corte histológico de uma pele bovina**

Fonte: adaptado de BLMRA (1957)

Na Figura 3 foi utilizada a cor verde para indicar a parte da pele que é transformada em couro e amarelo para identificar as partes que são removidas e transformadas em resíduos.

Hoinacki, Moreira e Kiefer (1994) afirmam que a pele é constituída de fibras colágenas, e sua textura é mantida a mais intacta possível durante os diversos processos até ser transformada em um couro acabado. Silva e Penna (2012) explicam que o termo “colágeno” é utilizado para denominar uma família de 27 proteínas isoformas encontradas nos tecidos conjuntivos. Os autores ainda esclarecem que o colágeno é uma proteína fibrosa encontrada em todo o reino animal, contém cadeias peptídicas dos aminoácidos, glicina, prolina, lisina, hidroxilisina, hidroxiprolina e alanina. Essas cadeias são organizadas de forma paralela a um eixo, formando as fibras de colágeno, que proporcionam resistência e elasticidade. Segundo Reich (2007), o colágeno é um dos biopolímeros mais abundantes na natureza.

De acordo com Gutterres e Osório (2004), nos processos de transformação para obtenção do couro ocorrem modificações de propriedades físicas e químicas da pele e de sua

estrutura, de acordo com os objetivos de cada etapa de tratamento. Os autores também explicam que:

A estrutura dérmica da pele é formada por uma complexa rede de fibras. Os feixes de fibras visíveis são formados por elementos menores e microscópicos cujas unidades primárias são os aminoácidos. As funções do tecido conjuntivo da pele são fortemente dependentes das propriedades biomecânicas das fibras naturais de colágeno que são estabilizadas mediante a formação dos cross-links intermoleculares. A reatividade do colágeno ao estabelecer as ligações químicas com curtentes é proporcionada pelos grupos radicais presentes nos aminoácidos. A fixação dos agentes de curtimento para estabilizar o colágeno acontece por associações químicas com as cadeias polipeptídicas em nível intrafibrilar. (GUTTERRES; OSÓRIO, 2004)

Devido à elevada concentração de aminoácidos hidrofóbicos presentes em sua composição, todas as proteínas fibrosas são insolúveis em água (GUTTERRES, 2004). A construção fibrosa e porosa da estrutura é responsável pelas propriedades físicas e resistências físico-mecânicas (GUTTERRES; OSÓRIO, 2004). A estrutura do couro é determinada pela estrutura macroscópica e microscópica do colágeno, sendo que seus elementos estruturais podem ser classificados como a rede de fibras, fibrilas elementares, fibrilas e moléculas (GUTTERRES, 2004). Gutterres e Osório (2004) afirmam que a preferência pelo uso do couro pelo homem deve-se ao conforto proporcionado, às boas propriedades fisiológicas e a flexibilidade do material.

Os couros produzidos no Brasil são destinados aos mercados interno e externo e para aplicações distintas. A Tabela 4 apresenta as principais aplicações e canais de distribuição da produção brasileira de couro.

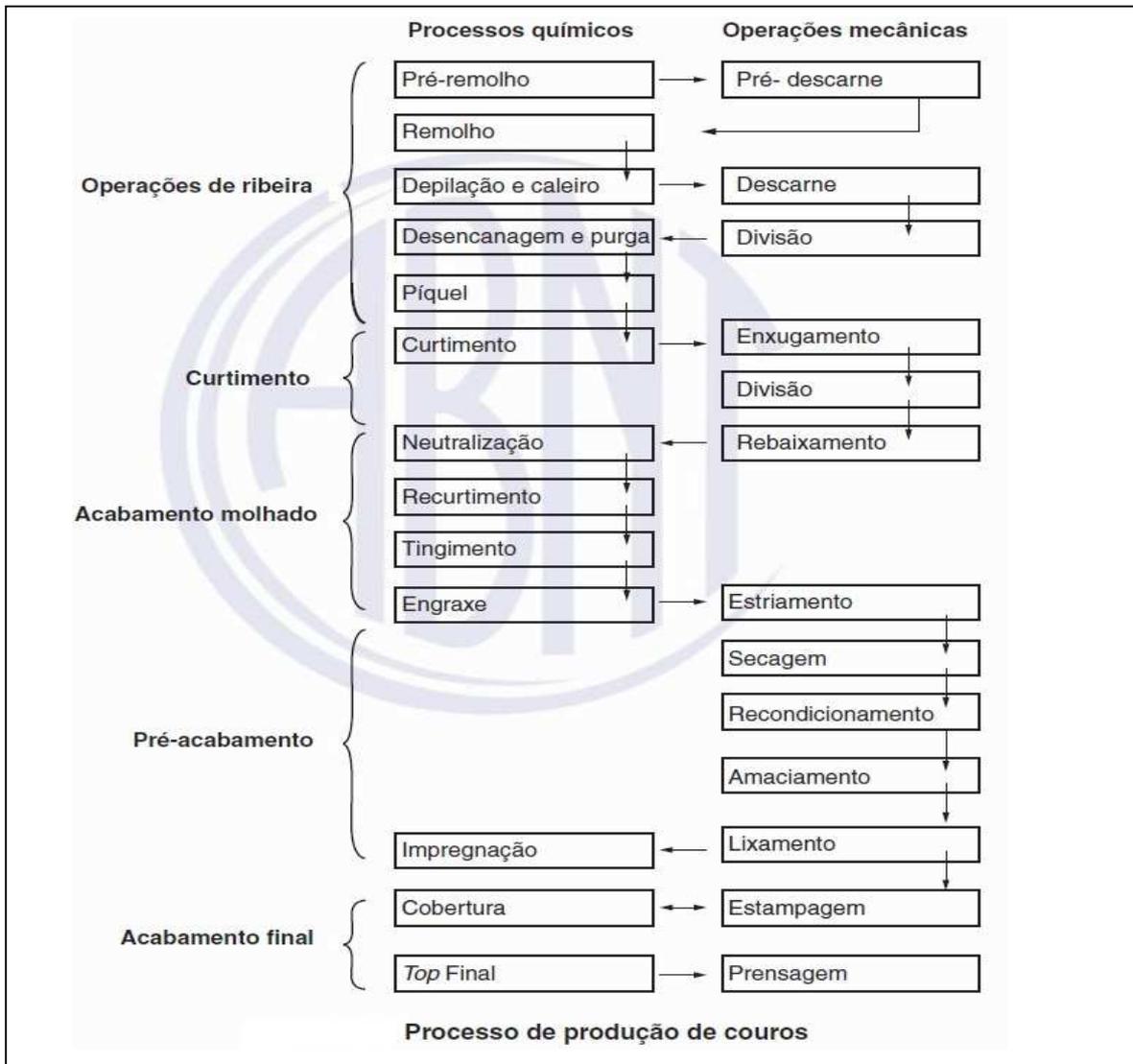
**Tabela 4 - Aplicações e canais de distribuição da produção brasileira de couros**

<b>Aplicação</b>	<b>Exportação (%)</b>	<b>Indústria Nacional (%)</b>	<b>Consumo próprio (%)</b>	<b>Outros (%)</b>	<b>Total (%)</b>
Calçados e artefatos	21,4	10,3	1,7	-	33,4
Estofados	36,3	3,1	0,1	-	39,5
Automóveis	11,2	3,5	0,0	-	14,7
Vestuário	1,5	5,5	0,1	-	7,1
EPI	0,7	2,1	1,3	-	4,1
Outros	0,3	0,3	0,2	0,4	1,2
<b>TOTAL</b>	<b>71,40</b>	<b>24,80</b>	<b>3,40</b>	<b>0,40</b>	<b>100,00</b>

Fonte: IEMI (2013).

Conforme o IEMI (2013) o principal canal de distribuição da produção brasileira de couros é a exportação e a principal aplicação do produto está na fabricação de estofados.

O processo produtivo do couro pode ser dividido em três fases distintas e conhecidas por: ribeira, curtimento e acabamento, sendo esse último dividido em acabamento molhado, pré-acabamento e acabamento final. A Figura 4 apresenta um fluxograma simplificado do processamento do couro.



**Figura 4 – Processo de produção de couro**

Fonte: ABNT, 2014

Bezerra e Elias (2010) avaliaram os benefícios da utilização da Produção mais Limpa em um curtume de grande porte e verificaram que o processo de produção do couro acabado é repleto de variações, possui uma enorme gama de artigos (artigo é a denominação dada ao produto final) que variam o fluxo de produção desde a secagem até o acabamento final. Os autores verificaram também que os artigos produzidos também podem variar entre si em características específicas como espessura, cor, maciez e outras. Cada artigo possui suas particularidades de acordo com a exigência dos clientes.

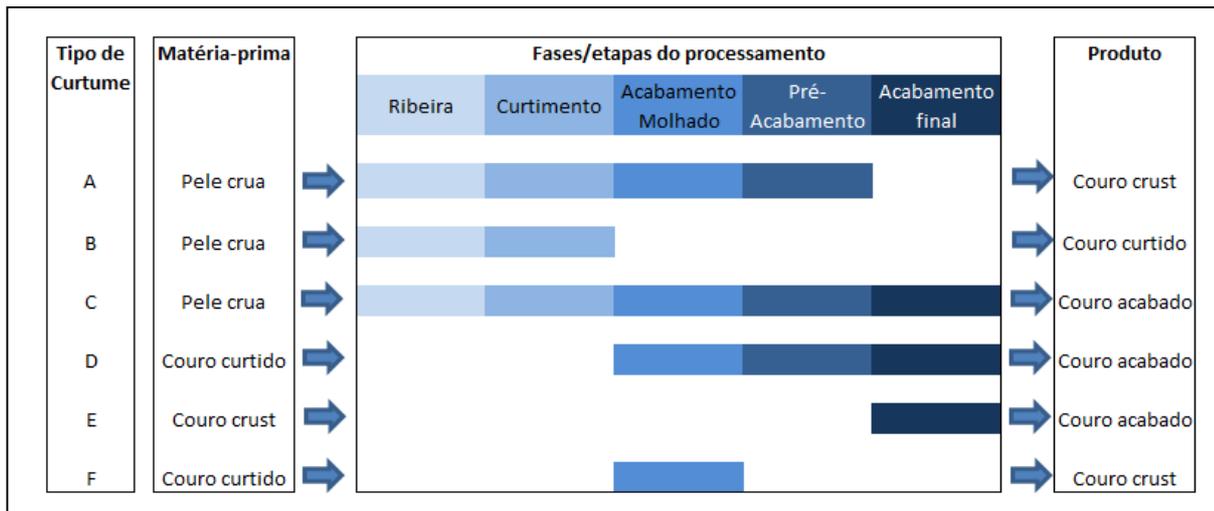
Os processos e operações realizados na ribeira tem por finalidade a limpeza, eliminando as substâncias e partes que não irão constituir o produto final, e a preparação da pele para as etapas seguintes. Após a limpeza da estrutura proteica ocorre o curtimento propriamente dito (MOREIRA, 2012).

No processo do curtimento ocorre a estabilização da estrutura proteica mediante reações químicas com um produto curtente. Existem diferentes tecnologias de curtimento, podendo ser classificadas em três tipos principais: curtimento mineral, curtimento vegetal e curtimento sintético (PACHECO; FERRARI, 2015). O curtimento mais usual é o mineral, realizado com sais de cromo e obtendo o couro *wet blue*, seguido do processo de curtimento com taninos. Segundo Belay (2010), mais de 90% da produção mundial de couro é feita através do processo de curtimento ao cromo.

O acabamento molhado tem por finalidade conferir diversas características desejadas no produto final, através da aferição da espessura, recurtimento (podendo ser com tanino vegetal e/ou outros tipos de curtentes), tingimento e engraxe (ABNT, 2104). Já no pré-acabamento ocorrem a secagem, o condicionamento, o amaciamento, o lixamento e a impregnação do couro. Por fim, no acabamento ocorre a aplicação de produtos químicos na superfície do couro, a fim de conferir características visuais e sensoriais ao produto final.

De acordo com a Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) no Brasil as atividades industriais relacionadas ao processo produtivo do couro são identificadas com o código CNAE - 15106 – Curtimento e outras preparações de couro.

Considerando a variedade de possibilidades de combinações de processos e operações, bem como a possibilidade de atuação em diferentes fases do processo, as unidades de produção de couros são classificadas segundo o *Leather Working Group* (LWG, 2015), conforme a abrangência do processo produtivo nas seguintes categorias: A - pele crua a couro curtido; B - pele crua a couro em crust (semi-acabado); C- pele crua a couro acabado; D – couro curtido a couro acabado; E – couro crust a couro acabado; e, F- couro curtido a couro acabado. A Figura 5 representa a classificação feita pelo grupo.



**Figura 5 – Classificação das unidades de produção de couros**

Fonte: autora, com base em LWG (2015)

Além destas, ainda são encontradas empresas que realizam para os curtumes operações específicas, como por exemplo, divisão, rebaixe, lixamento e gravação de couros. Os processos realizados por estes beneficiadores também geram resíduos sólidos.

### 2.1.2 Aspectos e impactos ambientais

A norma internacional de gestão ambiental ISO 14.001 define aspecto ambiental como “elemento das atividades ou produtos ou serviços de uma organização que pode interagir com o meio ambiente” e impacto ambiental como “qualquer modificação do meio ambiente, adversa ou benéfica, que resulte, no todo ou em parte, dos aspectos ambientais da organização.” (ISO, 2015). Para fins de licenciamento ambiental a legislação brasileira, por meio da Resolução CONAMA N° 001, considera como impacto ambiental “qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: I - a saúde, a segurança e o bem-estar da população; II - as atividades sociais e econômicas; III - a biota; IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; V - a qualidade dos recursos ambientais” (CONAMA, 1986).

Dessa forma verifica-se que os aspectos ambientais do processo produtivo do couro, tais como o elevado consumo de água, energia e insumos químicos e a geração de grandes quantidades de resíduos (líquidos, sólidos e gasosos), são responsáveis por diversos impactos ambientais. Conforme Moreira (2008), estes resíduos constituem um grande problema ambiental, quer pela variedade de produtos químicos aí existentes – biocidas, tensoativos e solventes orgânicos – quer pela elevada carga e concentração de poluentes, ao nível dos

resíduos sólidos, efluentes líquidos e emissões gasosas que produz. A Figura 6 demonstra um fluxograma da pele bruta até a expedição do couro acabado, destacando as principais entradas e saídas do processo.

Pacheco e Ferrari (2015) resumiram os principais aspectos e impactos ambientais do processo produtivo do couro conforme a Tabela 5.

**Tabela 5 – Principais aspectos e impactos ambientais do processo produtivo do couro**

Etapa Básica do Processo	Poliuição	Aspecto Ambiental – Emissão	Impacto Ambiental Potencial
Conservação e Armazenamento das Peles – “barraca”	1. Ar 2. Hidrica 3. Solo / Resíduos Sólidos	1. NH <sub>3</sub> e COVs (1) 2. eventuais líquidos eliminados pelas peles 3. sal com matéria orgânica	1. odor – incômodo ao bem estar público. 2. prejuízo à qualidade dos corpos d’água. 3. eventual contaminação do solo e de águas subterrâneas.
Ribeira	1. Ar 2. Hidrica 3. Solo / Resíduos Sólidos	1. H <sub>2</sub> S (1), NH <sub>3</sub> e COVs 2. banhos residuais de tratamento das peles e águas de lavagens intermediárias – carga orgânica e produtos químicos (sulfeto, sais diversos e outros) 3. pelos, material sólido flotado / sedimentado e/ou retido em peneiras	1. odor – incômodo ao bem estar público. 2. prejuízo à qualidade dos corpos d’água. 3. eventual contaminação do solo e de águas subterrâneas.
Curtimento	1. Hidrica	1. banho residual de curtimento das peles – carga orgânica e produtos químicos (cromo, taninos, sais diversos e outros)	1. prejuízo à qualidade dos corpos d’água.
Acabamento	1. Ar 2. Hidrica 3. Solo / Resíduos	1. COVs – dos solventes dos produtos aplicados 2. banhos residuais de tratamento dos couros – carga orgânica e produtos químicos (cromo, taninos, corantes, óleos e outros)	1. odor – incômodo ao bem estar público. 2. prejuízo à qualidade dos corpos d’água.
Tratamento de Efluentes (etapa de apoio)	1. Ar 2. Hidrica 3. Solo / Resíduos Sólidos	1. H <sub>2</sub> S e COVs 2. efluentes líquidos tratados – carga orgânica e produtos químicos residuais (sulfeto, sais diversos e outros) 3. lodos (primários, secundários etc.), material flotado / sedimentado e retido em grades e peneiras	1. odor – incômodo ao bem estar público. 2. prejuízo à qualidade dos corpos d’água. 3. eventual contaminação do solo e de águas subterrâneas.

Fontes: CLAAS; MAIA (1994); IPPC (2003); UNEP/IE/PAC (1991)

Nota: (1) NH<sub>3</sub> = gás amônia / COVs = compostos orgânicos voláteis / H<sub>2</sub>S = gás sulfídrico

Fonte: PACHECO E FERRARI (2015).

A Figura 6 demonstra que o processo industrial estudado, apresenta pelo menos quinze pontos com emissões (cabe ressaltar que a autora enfocou exclusivamente o processo e seus resíduos, não sendo considerados, por exemplo, os oriundos de embalagens e de limpeza de máquinas) que devem ser controladas e gerenciadas de modo a minimizar os impactos ambientais decorrentes.

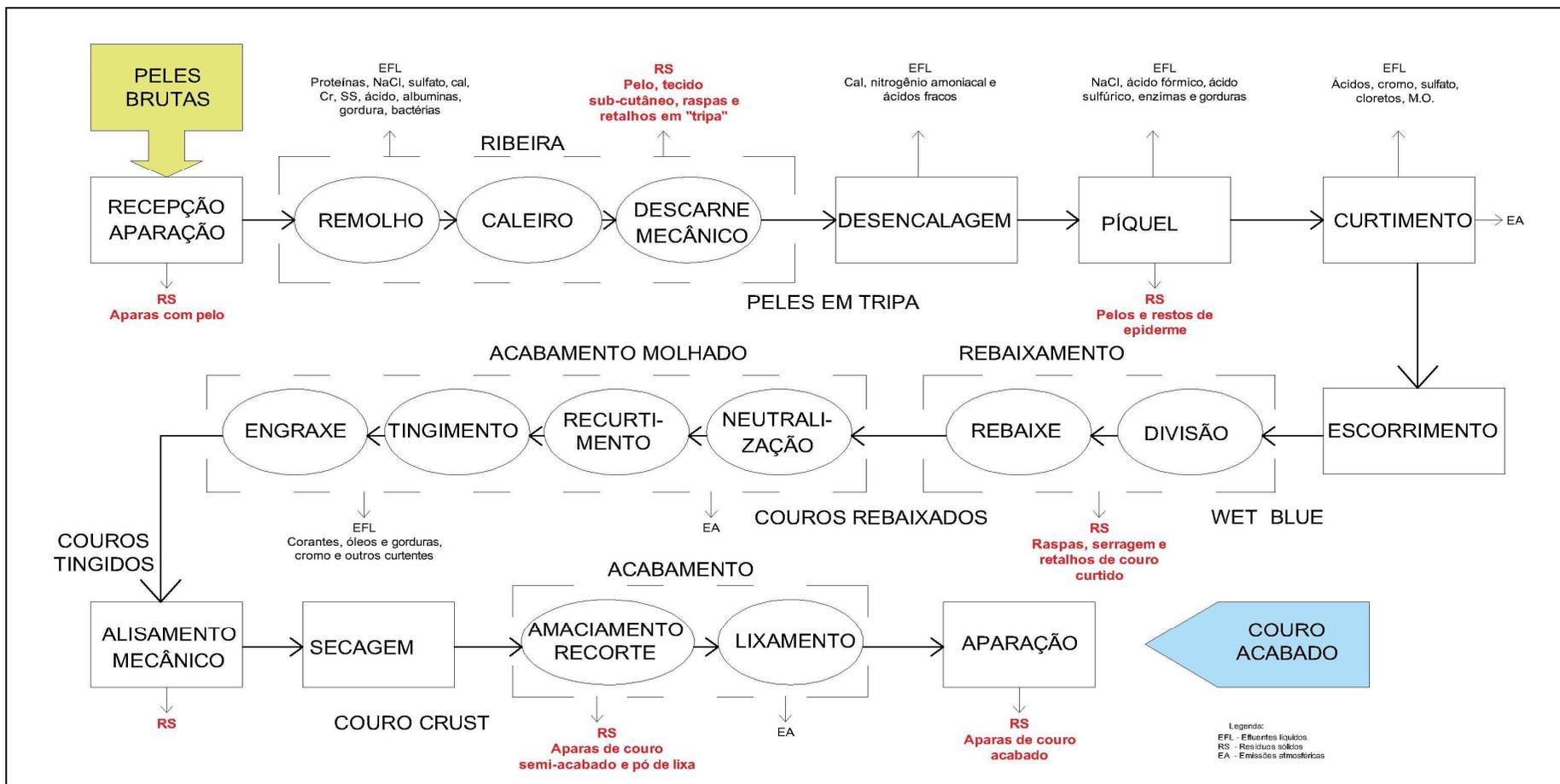


Figura 6 - Fluxograma do processamento de couro ao cromo com entradas e saídas

Fonte: MOREIRA (2008)

Os principais impactos potenciais relacionados às emissões identificadas são:

- Alteração da qualidade das águas superficiais pelos efluentes líquidos;
- Contaminação das águas superficiais ou subterrâneas pelos efluentes líquidos;
- Contaminação do solo e/ou das águas subterrâneas e superficiais pela disposição inadequada de resíduos sólidos gerados; e
- Geração de odores incômodos às comunidades próximas das instalações do curtume devido a emissões atmosféricas (principalmente H<sub>2</sub>S e NH<sub>3</sub>) provenientes da degradação da matéria orgânica presente nos resíduos sólidos e efluentes líquidos, além de emanações de químicos do processo produtivo.

## 2.2 RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS

Segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos, que foi instituída pela Lei 12.305, de 02 de agosto de 2010, resíduo sólido é definido como “material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d’água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível.” (BRASIL, 2010).

No Brasil os resíduos gerados são classificados de acordo com o impacto potencial sobre a saúde e o meio ambiente conforme apresentado na Tabela 6.

**Tabela 6 – Classificação de resíduos sólidos**

Classe	Características do resíduo
Classe I	São os <u>resíduos perigosos</u> , que em função de suas propriedades físicas, químicas ou infecto-contagiosas pode representar riscos à saúde pública ou ao meio ambiente. São classificados como perigosos os resíduos constantes nos Anexos A ou B da NBR 10.004, ou que apresentam uma das seguintes características: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade.
Classe II A	São os <u>resíduos não perigosos e não inertes</u> . São aqueles que não se enquadram nas classificações de resíduos classe I – Perigosos ou de resíduos classe II B – inertes. Podem ter propriedades como biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água.
Classe II B	São os <u>resíduos não perigosos e inertes</u> . Ficam enquadrados os resíduos que submetidos à solubilização com água, conforme a norma NBR 10.006, não tiveram nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor.

Fonte: adaptado de ABNT (2004) e Metz (2013).

O procedimento de classificação envolve a identificação do processo e atividades em que são gerados os resíduos, a sua composição e características e a comparação com as listas existentes na norma NBR 10.004 (ABNT, 2004).

### **2.2.1 Identificação e caracterização dos resíduos sólidos gerados no processo produtivo do couro**

Os processos realizados em curtumes e em empresas beneficiadoras de couros dão origem a diversos tipos de resíduos da matéria-prima principalmente, dos insumos empregados e dos sistemas de controle de poluição, entre outros.

Os tipos e as quantidades de resíduos gerados estão relacionados ao rendimento da matéria-prima e dos insumos empregados. Através da observação e medição, dos *in puts* e *out puts* de cada etapa, chega-se a um balanço de massa. Segundo Aquim et al. (2008) o balanço de massa é uma ferramenta de grande importância para a determinação do aproveitamento dos materiais, pele e insumos químicos na sua conversão em produto couro, e da quantidade de poluentes gerados em cada etapa de ribeira e no curtimento, bem como da água usada.

Buljan, Reich e Ludvik (2000) elaboraram um balanço de massa de uma produção hipotética de couro para cabedais de calçado, em um curtume convencional completo, sem fazer uso das melhores tecnologias disponíveis. Devido à grande variabilidade da matéria-prima foram feitas algumas suposições e desconsiderados alguns aspectos do processo.

No balanço realizado por Buljan, Reich e Ludvik (2000), foram usadas peles salmouradas, sendo que em 1000 kg de pele, 280 kg são colagênio, 60 kg são carnaça, 55 kg são epiderme, 400 kg água, 200 kg sal e 5 kg sujidades. No estudo considerou-se que os produtos químicos adicionados não permanecem na pele, visto que, ácidos e sais de amônia reagem com hidróxido de cálcio e o sulfeto de sódio é oxidado, enquanto que amônia e gás sulfídrico são emitidos para o ar, sendo desconsiderados nos cálculos. Buljan, Reich e Ludvik (2000) verificaram que da matéria-prima inicial – 1.000 kg de pele (correspondente a 304 kg de colagênio), foram obtidos 156 kg de couro flor (113 kg de colagênio) e 60 kg de raspa de couro acabados (36 kg de colagênio), o que correspondeu ao aproveitamento de apenas 49% do colagênio introduzido no processo. A Figura 7 apresenta o balanço de massa elaborado pelos autores.

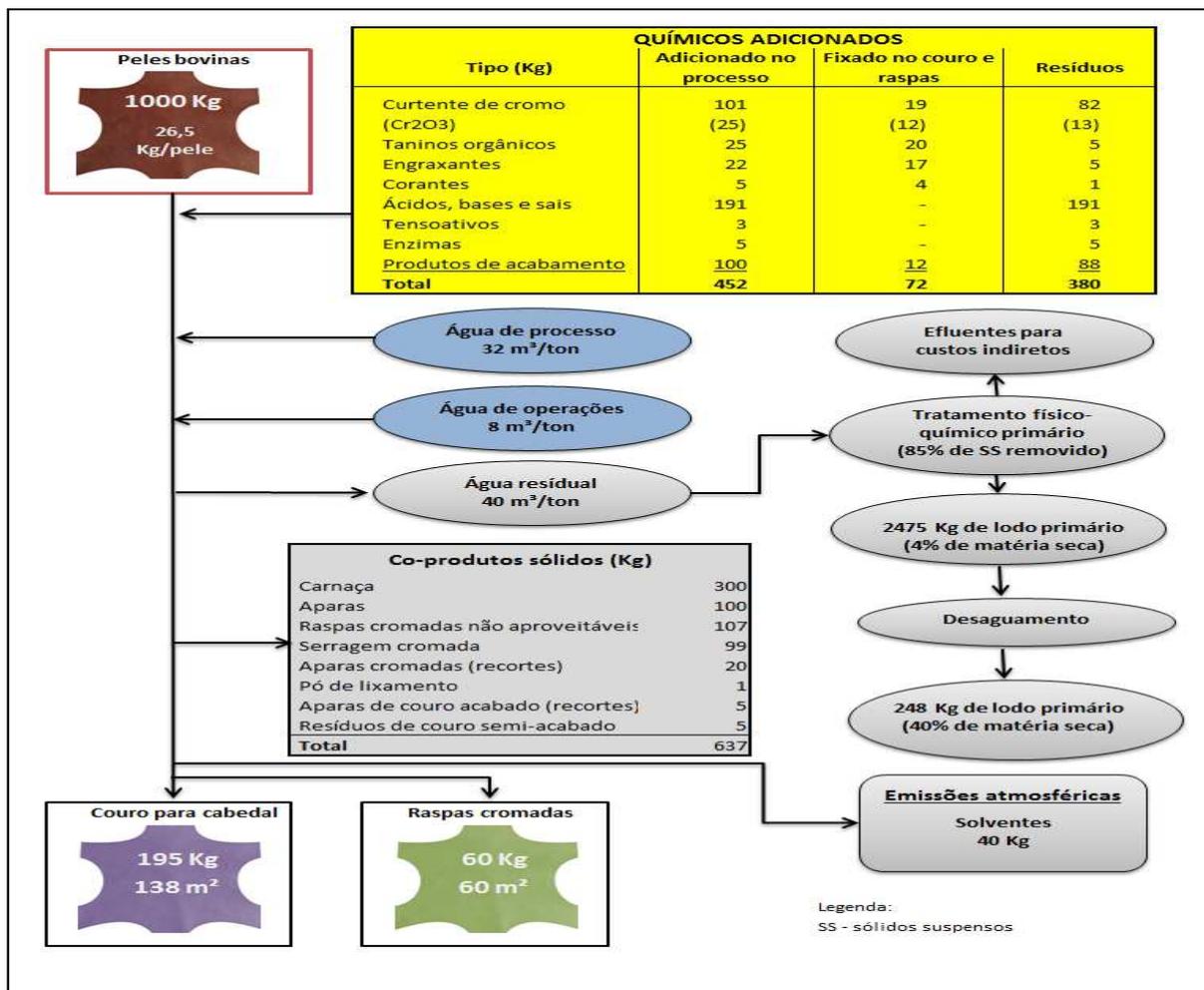


Figura 7 – Balanço de massa em um curtume completo convencional.

Fonte: adaptado de Buljan, Reich e Ludvick (2000)

Embora o processamento de peles não tenha sofrido alterações tecnológicas fundamentais no tempo transcorrido desde a realização desse estudo até os dias de hoje, acredita-se que os dados apresentados não sejam representativos para o processamento de peles no Brasil. Isto porque não foram aplicadas as melhores tecnologias disponíveis na época e a divisão foi realizada em *wetblue*, sendo que atualmente, no Brasil, é comum realizar esta operação “em tripa” (pele depilada e caleirada), o que confere maior eficiência. Outro ponto importante é que os autores desconsideraram no balanço, os processos químicos envolvidos. O conhecimento das correntes de entrada e de saída é fundamental para a compreensão do processo e a posterior definição das formas de redução da geração e da toxicidade dos resíduos.

Aquim et al. (2008) realizaram um balanço de massa de um processo piloto nas etapas de ribeira e de curtimento e avaliaram a fixação de produtos químicos na estrutura proteica. Através deste estudo conclui-se que os químicos adicionados no processo alteram o resultado do balanço e não pode ser desconsiderados.

Class e Maia (1994) identificaram, caracterizaram e quantificaram os resíduos gerados no processamento do couro. Bouljan, Reich e Ludvick (2000), Stoop (2003), Daniels (2004) e Aquim et al. (2008) realizaram estudos de eficiência do processo produtivo através de balanços de massa. Moreira (2008) identificou, caracterizou e quantificou os resíduos de wet blue. Já Oliveira (2007), estimou que são produzidas anualmente no Brasil 910 mil toneladas de peles curtidas ao cromo e 10% a 30% desse total sejam transformados em resíduos de couro curtido (raspas, serragem e aparas cromadas).

Metz (2013) fez a identificação qualitativa dos resíduos gerados em um curtume completo e apresentou alternativas de valorização dos mesmos. O protocolo internacional de certificação de curtumes LWG (LWG, 2015) estabelece um resumo geral dos resíduos, subprodutos e produtos parciais perigosos e não perigosos, eliminados ou vendidos, que podem ocorrer em um curtume.

Pacheco e Ferrari (2015) investigaram um balanço de massa de um processamento convencional de 1.000 kg de peles salgadas, onde foram empregados 500 kg de produtos químicos. Neste, foram gerados: 250 kg de couros acabados, 465 kg de resíduos oriundos da pele (carnaça e aparas não curtidas) e do couro (aparas e farelo de couro e aparas de couro acabado) mais 5 kg de solvente e 323 kg de lodo do tratamento dos efluentes gerados. A partir deste balanço os autores verificaram a interferência do teor de umidade (que sofre grande variação ao longo do processo – entre 15% e 80%) no resultado final e na avaliação da eficiência do processo. Pacheco e Ferrari (2015) concluíram que o percentual de umidade associada à pele e aos diversos materiais gerados no seu processamento deve ser considerado e expressaram o resultado do balanço de massa em base-seca (descontando a umidade).

O Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis publicou a Instrução Normativa Nº 13 (IBAMA, 2012) com a Lista Brasileira de Resíduos Sólidos, identificando os resíduos gerados de acordo com a fonte geradora. Os resíduos de curtumes constam no capítulo “04 01 - Resíduos das indústrias do couro e produtos de couro” da referida lista e contemplam os resíduos identificados na Tabela 7.

**Tabela 7 – Resíduos das indústrias do couro e produtos de couro**

<b>Código do IBAMA</b>	<b>Descrição do resíduo</b>
04 01 01	Resíduos das operações de descarna e divisão de tripa
04 01 02	Resíduos da operação de calagem
04 01 03 (*)	Resíduos de desgorduramento contendo solventes sem fase aquosa
04 01 04	Licores de curtimenta contendo cromo
04 01 05	Licores de curtimenta sem cromo
04 01 06	Lodos, em especial do tratamento local de efluentes, contendo cromo
04 01 07	Lodos, em especial do tratamento local de efluentes, sem cromo
04 01 08	Aparas, serragem e pos de couro provenientes de couros curtidos ao cromo
04 01 09	Resíduos da confecção e acabamentos
04 01 10	Lodo do caleiro
04 01 11 (*)	Lodos provenientes do tratamento de efluentes líquidos originados no processo de curtimento de couros ao cromo
04 01 99	Outros resíduos não anteriormente especificados

Legenda:

04 = indicação do capítulo "Resíduos da indústria do couro e produtos de couro e da indústria têxtil"

01 = indicação do subcapítulo "Resíduos das indústrias do couro e produtos de couro"

(\*) = indicação de resíduo perigoso

Nota: Os diferentes tipos de resíduos incluídos na Lista são totalmente definidos pelo código de seis dígitos para os resíduos e, respectivamente, de dois e quatro dígitos para os números dos capítulos e subcapítulos.

Fonte: adaptado IBAMA (2012).

A lista estabelecida pela Instrução Normativa IBAMA Nº 13, visa disciplinar a prestação de informações sobre o gerenciamento de resíduos sólidos. (IBAMA, 2012)

Verifica-se, no entanto a geração de resíduos não contemplados na lista (por exemplo, aparas, serragem e pós de couro provenientes de couros curtidos sem cromo e pelos) e indicação de periculosidade divergente da definida na norma NBR 10.004 (ABNT, 2004), onde aparas de couro curtido ao cromo (código K193) são classificadas como resíduos perigosos.

A fim de ter uma visão clara dos resíduos gerados em uma empresa é necessário identificar as diferentes operações e atividades do processo produtivo (e das demais atividades que existem em função deste, como por exemplo, manutenção, análises laboratoriais, e tratamento de efluentes) e compreender o fluxograma do processo de produção. E, a partir da identificação das correntes de entradas (*in puts*) e de saídas (*out puts*) de um processo, é conhecido o "fluxograma ambiental" decorrente mesmo. Metz (2013) representa de forma esquemática a análise do processo produtivo e a identificação do "fluxograma ambiental" conforme a Figura 8.

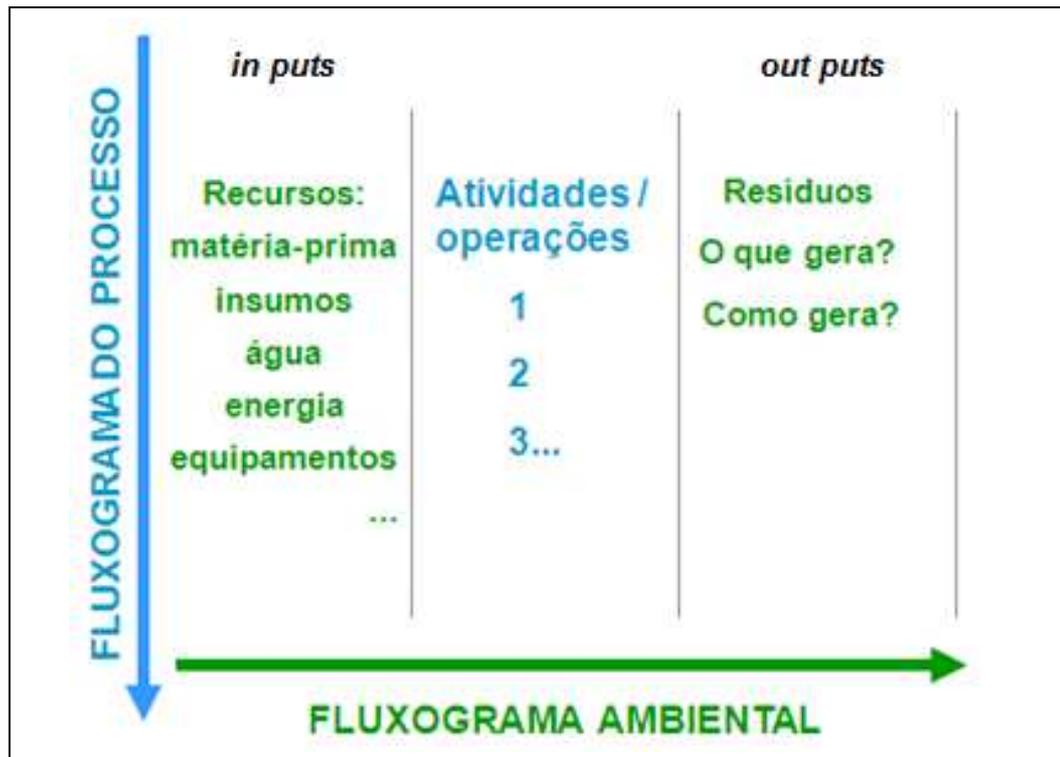


Figura 8 – Esquema para identificação do fluxograma ambiental de um processo

Fonte: Metz (2013)

Cada um dos resíduos identificados deve ser caracterizado, classificado e quantificado (ou estimado, se não for possível).

Dentre os resíduos sólidos gerados na produção de couros destacam-se os identificados a seguir, conforme o tipo (devido a sua origem):

- Resíduos sólidos oriundos da matéria-prima, agrupados em duas categorias
  - Resíduos da pele (RP) - provenientes de recortes da pele bruta, do descarte e da divisão, são as aparas caleadas e não caleadas, carnaça, e demais resíduos gerados na operação de ribeira. Estes resíduos são classificados como não perigosos e são ricos em colágeno e gorduras. (METZ et al., 2014)
  - Resíduos de couro (RC) - provenientes das etapas de recurtimento e acabamento, principalmente das operações de rebaixe e recorte (compreendem: rebarbas, serragem cromada - no caso do curtimento ao cromo, farelos, raspas e aparas de couro curtido) e lixamento (po de lixadeira).

- Resíduos oriundos dos sistemas de controle de poluição (RCP) - lodo de Estação de Tratamento de Efluentes (ETE) e outros.
- Resíduos oriundos de produtos químicos (RPQ) – embalagens e sobras;
- Outros resíduos oriundos do processo produtivo (ORP) – lixas, feltros, material de limpeza e outros;
- Resíduos de equipamento de proteção individual (REPI) – luvas, máscaras, aventais, vestuário, calçados e outros contaminados.

Os resíduos de matéria-prima curtida (RC) e lodo de ETE (RCP), estão entre os mais problemáticos para os curtumes, uma vez que cerca de 90% deste material contém cromo na sua composição e, conforme Moreira (2008), apresentam resistência à degradação natural no meio ambiente.

Conforme Daniels (2004), a quantidade e a composição dos resíduos sólidos do processo de fabricação (bem como das demais emissões) dependem totalmente dos materiais e da tecnologia empregada. Conforme o autor, a seleção cuidadosa das matérias-primas e dos produtos químicos, a aplicação de tecnologias mais limpas, a boa gestão e o controle dos processos e das operações mecânicas podem reduzir consideravelmente os resíduos e a poluição na fonte.

Class e Maia (1994), Bouljan, Reich e Ludvick (2000), Daniels (2004) e Moreira (2008) identificaram, caracterizaram e quantificaram os resíduos do processo produtivo do couro conforme indicado na Tabela 8.

Tabela 8 – Identificação, caracterização e quantificação dos resíduos sólidos da produção de couro

Resíduos gerados		Etapa em que é gerado	Composição (base úmida)	Composição (base seca)	Quantidade gerada - kg/ton de pele salgada			
Tipo	Identificação				CLASS MAIA (1994)	BOULJAN (2000)	DANIELS (2004)	MOREIRA (2008)
RPQ	Sal (NaCl)	Conservação	umidade: 30 a 35%	-	60	-	-	-
RP	Aparas de peles brutas (salgadas)	Preparação dos lotes início do processo	umidade: 21,3 a 40% matéria mineral <sup>1</sup> : 1,6 a 20% matéria graxa: 7% proteína: 37,1% colagênio: 28%	-	23	-	100	120
RP	Camaça	Pré-des carne	umidade: 80% matéria mineral: 3% matéria graxa: 7% proteína: 10%	matéria mineral: 15% matéria graxa: 35% proteína: 50%	16,7	300	300	-
RP	Camaça	Descarne	umidade: 80% matéria mineral: 5 a 8% matéria graxa: 4 a 6% proteína: 8 a 9% presença de sulfeto e cálcio	matéria mineral: 25% matéria graxa: 30% proteína: 45%	70 a 230			-
RP	Aparas de peles não caleadas	Aparação anterior a depilação e caleiro	umidade: 60 a 62% matéria mineral: 1% matéria graxa: 12 a 13,5% proteína: 23,5%	matéria mineral: 2,4% matéria graxa: 36,0% proteína: 61,6%	40	-	-	-
RP	Aparas de peles caleadas	Recorte e divisão em tripa (após a depilação e caleiro)	umidade: 70 a 75% matéria mineral: 2,2 a 9% matéria graxa: 0,3 a 3% proteína: 18 a 22,5%	matéria mineral: 8,8% matéria graxa: 1,2% proteína: 90%	80	100 *	-	150
RP	Pelo	Depilação e caleiro	-	-	-	-	-	-
RC	Raspa de wetblue	Divisão de wet blue	umidade: 40 a 55% cromo III: 2,5 a 4,5% colagênio: 45,5%	cromo III: 5,5%	3 a 115	107	107	100
RC	Aparas de couro curtido com cromo	Recorte de wet blue	umidade: 40 a 55% cromo III: 2,5 a 4,5% colagênio: 45,5%	cromo III: 5,5%		20	20	115
RC	Serragem de couro com cromo	Rebaixe	umidade: 40% cromo III: 2,5 a 4,5%	cromo III: 3,0%		8,6 a 100	99	
RC	Aparas de couro semi-acabado (curtido ao cromo)	Inspeção do couro crust	umidade: 14 a 15% cromo III: 3,0 a 3,2% matéria graxa: 6,3% colagênio: 61,6%	cromo III: 3,0 a 3,2%	30	5	5	32
RC	Pó de couro com cromo	Lixamento	umidade: 15 a 17% cromo III: 3 a 6,0%	cromo III: 4%	2,0 a 13,3	1	1	2
RPQ	Resíduos de tintas	Acabamento	Resinas, pigmentos, água (ou solventes) umidade: 98,5% umidade: 65% (sedimentado)	-	1,5 a 8,9	64 **	2 ***	-
RC	Aparas de couro acabado	Inspeção do couro acabado	umidade: 14 a 15%	cromo III: 3,0 a 3,2%	32	5	5	-
RCP	Lodo de caleiro	Tratamento do banho de depilação e caleiro	umidade: 80,5% carbono orgânico: 59,4% cálcio tot.: 8,48% nitrogênio tot.: 4,52% sódio: 35,524 ppm	-	-	-	-	-
RCP	Lodo de ETE	Tratamento de efluentes	umidade: 60 a 70% cromo III: 3,0%	-	300 a 500 100 ***	420	-	100 a 200 ***
RCP	Resíduos de peneira	Tratamento de efluentes	umidade: 60 a 70% cromo III: 3,0%	-	4,5 a 7,5	-	-	-
RCP	Resíduos de carvão ativado	Tratamento de efluentes	carbono amorfo	-	-	-	-	-
ORP	Cinzas de caldeira	Geração de vapor	minerais: 100%	-	22,2	-	-	-
RPQ	Embalagens contaminadas	Diversos	Conforme o produto químico acondicionado	-	8,9	-	-	-
RPQ	Produtos químicos	Diversos	Diversas	-	-	-	-	-
ORP	Paletes	Diversos	Madeira e plástico	-	-	-	-	-
ORP	Resíduo têxtil contaminado	Diversos	Panos e estopas contaminadas com produtos químicos	-	-	-	-	-
ORP	Resíduo de papel contaminado	Diversos	Papel contaminado com produtos químicos	-	-	-	-	-
ORP	Outros resíduos de processo	Diversos	Lixas, feltros, britas, cordas e outros contaminados	-	-	-	-	-
REPI	EPI	Diversos	Diversas	-	-	-	-	-

\* No processo de divisão em tripa foram gerados 155Kg de dividido não aproveitável. \*\* Inclui a perda por perda por overspray e outras. \*\*\* Em base seca.

Fonte: autora, adaptado de Class Maia (1994), Bouljan, Reich e Ludvick (2000), Daniels (2004), Moreira (2008)

Verifica-se no levantamento realizado que os resíduos gerados em atividades administrativas, manutenção, sanitários, refeitório, atendimento médico e odontológico e outras não foram identificados e quantificados nos balanços referenciados. Tais resíduos incluem: plástico, papel, metal e vidro não contaminados, resíduos de alimentos, resíduo sanitário, resíduos de serviços de saúde, óleos lubrificantes, e resíduos de manutenção predial.

A geração de resíduos sólidos industriais em curtumes pode ser reduzida através da utilização de tecnologias de “Produção mais Limpa (P+L)”. Mesmo assim, existirá uma carga (embora menor) daqueles resíduos para coleta, acondicionamento, transporte, tratamento e utilização econômica ou disposição final controlada.

### 2.2.2 Tecnologias para o tratamento e destinação final de resíduos

O tratamento de resíduos consiste no conjunto de métodos e operações necessárias para respeitar as legislações aplicáveis aos resíduos, desde a sua produção até o destino final com o intuito de diminuir o impacto negativo na saúde humana e no meio ambiente. Pode consistir num tratamento intermediário dos resíduos, que diminua a periculosidade dos mesmos, possibilitando a sua reutilização ou reciclagem ou pode configurar na destruição ou disposição final dos resíduos. Os processos de tratamento podem ser físicos, químicos, biológicos ou térmicos conforme apresentado na Tabela 9.

**Tabela 9 – Processos de tratamento de resíduos *versus* aplicação em resíduos de curtumes**

<b>Tipo</b>	<b>Objetivo</b>	<b>Tecnologias</b>	<b>Exemplo de aplicação</b>
Processos físicos	Separação de sólidos e redução de volume.	Adensamento, desaguamento, secagem, evaporação, sedimentação, filtração, centrifugação, destilação e separação magnética.	Tratamento de lodo de caleiro e de lodo de ETE. Recuperação de solventes.
Processos Biológicos	Estabilização e redução da toxicidade.	Sistema de tratamento de resíduos no solo, digestão anaeróbica, compostagem e uso de plantas enraizadas.	Tratamento de lodo de caleiro e cinzas de caldeira.
Processos Químicos	Inertização e redução da toxicidade	Encapsulamento, oxidação, neutralização, precipitação e recuperação eletrolítica	Tratamento de borras de tintas.
Processos Térmicos	Redução de volume e de toxicidade e destruição.	Incineração, coprocessamento, pirólise e plasma.	Destruição de resíduos com características de inflamabilidade.
	Extração.	Autoclave.	Extração de óleo da carnaça
	Hidrólise de proteína	Reator esférico.	Preparação de matéria-prima para fabricação de fertilizante de couro.

Fonte: autora

Os processos de tratamento podem alterar a forma de apresentação, a composição e as propriedades dos resíduos e têm por objetivo reduzir o volume dos resíduos, reduzir a sua toxicidade e até destruir os resíduos. Há casos em que o tratamento de um resíduo pode ser caracterizado como uma tecnologia de Produção mais Limpa (P+L), como quando implicar na recuperação de um resíduo ou resultar na produção de subprodutos aproveitáveis, por exemplo. Em outros casos o processo de tratamento configura uma tecnologia de “fim de tubo” ou mesmo na própria destinação final do resíduo, como por exemplo a incineração.

Os processos físicos de tratamento de lodos são largamente utilizados nas ETEs de curtumes, especialmente a sedimentação, a centrifugação e a filtração. Já o processo de destilação tem sido aplicado (pela própria empresa ou por terceiros) para a recuperação de solventes nos processos de acabamento de couros.

Entre os processos biológicos, o Sistema de Tratamento de Resíduos no Solo (STRS), que consiste na aplicação direta e controlada de resíduos na superfície ou no interior do horizonte superficial do solo, acompanhada por manejo e monitoramento constantes, que possibilitem a alteração do estado químico, físico e biológico dos resíduos, através de processos de transformação e degradação que ocorrem no solo, sem que sejam causados danos no meio ambiente, tem sido aplicado como tratamento e disposição final simultânea de banhos e lodo de caleiro. O processo de aplicação do resíduo em áreas de cultivo é conhecido como fertirrigação. Matos, Martins e Monaco (2014) avaliaram as alterações químicas no solo, proporcionadas pela aplicação de diferentes doses de água residuária de curtume no capim Mombaça e verificaram a diminuição nas concentrações de fósforo e potássio disponíveis no solo; as concentrações de nitrogênio total se mantiveram praticamente inalteradas; e, não houve acúmulo de cromo livre no solo, mesmo tendo sido aplicadas doses de até  $15 \text{ kg ha}^{-1}$ , via água residuária do curtume. Gianello et al. (2011) avaliaram os efeitos de três aplicações de lodo de curtume, resíduo de rebaixadeira e aparas de couro (todos resíduos com cromo na composição), sobre o rendimento do sorgo e de rabanete. Os autores verificaram que os resíduos não afetaram o crescimento das plantas, quando foram feitas a calagem e a adubação mineral, além disso, não foi observada a mobilidade de cromo para as camadas subsuperficiais do solo. Conforme Gianello et al. (2011), o teor de cromo nas partes comestíveis das plantas aumentou com a aplicação sucessiva dos resíduos, entretanto, sem exceder os teores aceitáveis para o consumo.

Conforme Andrioli e Gutterres (2014), a compostagem é um processo biológico aeróbio em que microrganismos, termófilos e mesófilos transformam a matéria orgânica e produzem um composto estabilizado e desinfectado. O objetivo principal do processo é a

redução do volume de resíduos sob a forma de composto orgânico, o que é viável dada a sua simplicidade tecnológica e aos baixos custos de investimento. Esta tecnologia apresenta-se como alternativa para a minimização dos efeitos do resíduo sólido no meio ambiente.

Conforme o PERS-RS (RIO GRANDE DO SUL, 2015), o estado possui dezessete centrais de compostagem de resíduos sólidos industriais.

Quanto aos processos térmicos, Andrioli e Gutterres (2014) afirmam que a utilização de resíduos de couro (biomassa) para gerar energia torna-se interessante devido ao seu poder calorífico e às características da cinza gerada, a qual poderia ser utilizada em outros processos.

O coprocessamento é um processo térmico que consiste no reaproveitamento de resíduos no processo de fabricação de cimento. No Brasil esta aplicação é regulamentada pela Resolução CONAMA N° 264 (CONAMA, 1999B), sendo que resíduo é utilizado como substituto parcial de combustível ou matéria-prima e as cinzas resultantes da queima ficam incorporadas ao produto, o que deve ser feito de forma controlada. O tempo de permanência no forno e a temperatura (1400 a 1500°C) são adequados para destruir termicamente a matéria orgânica. Os fornos devem possuir mecanismos de controle de poluição atmosférica para minimizar a emissão de poluentes atmosféricos como material particulado, SO<sub>x</sub> e NO<sub>x</sub>. Desde a proibição, no Rio Grande do Sul, da disposição final de resíduos classe I com características de inflamabilidade no solo, em aterros de resíduos perigosos e centrais de recebimento e destinação de resíduos perigosos (FEPAM, 2010), o coprocessamento tem sido aplicado especialmente para os resíduos de pintura (base solvente). Conforme o PERS-RS (RIO GRANDE DO SUL, 2015) o estado possui duas unidades de blendagem de resíduos para o coprocessamento.

A incineração de resíduos só pode ser realizada em equipamentos apropriados e de acordo com os requisitos estabelecidos pela norma NBR 11.175 (ABNT, 1990A). Esta norma fixa as condições exígyveis de desempenho do equipamento para incineração de resíduos sólidos perigosos, exceto aqueles assim classificados apenas por patogenicidade ou inflamabilidade.

Andrioli e Gutterres (2014) definem a gaseificação “como a oxidação parcial de resíduos na presença de uma quantidade de oxidante menor do que a necessária para a combustão estequiométrica”. Segundo os autores, uma parte do combustível é queimado para fornecer o calor necessário para gaseificar o restante. O resultado é um gás (combustível ou de

síntese), contendo produtos não completamente oxidados, caracterizados por um valor calórico adequado para uso em equipamentos de outros processos.

A pirólise, por sua vez, pode ser definida como um processo de decomposição térmica na ausência ou deficiência de oxigênio (KAMINSKY; SINN, 1996 apud TÔRRES FILHO, 2014). Conforme Bridgwater (2012), as condições nas quais é realizada a pirólise, especialmente a temperatura e o tempo de residência, determinam a composição química do seu produto. Temperaturas mais baixas e tempos longos favorecem a produção de sólidos. Temperaturas altas e tempos longos favorecem a conversão da biomassa em gás. Temperaturas moderadas e tempos curtos aumentam a produção de líquidos.

Yilmaz et al. (2007) investigaram a pirólise de três diferentes tipos de resíduos de couro para a produção de carvão ativado em uma faixa de temperatura entre 450° C e 600° C, sob atmosfera de gás nitrogênio (N<sub>2</sub>) e concluíram que o processo é viável nessas condições. Tôrres Filho (2014) avaliou a viabilidade técnica da aplicação de resíduos de couro com curtimento ao cromo, submetidos ao processo de pirólise, na cadeia de produção minero-metalúrgica. Segundo o autor, foram obtidos resultados promissores os quais indicam que a substituição do carvão mineral por outro produto proveniente do processo de pirólise de resíduos possui potencial para a geração de benefícios ambientais, econômicos e sociais, dentro dos princípios de sustentabilidade.

Uma forma de destinação final de resíduos sólidos, comumente utilizada no Rio Grande do Sul, é o aterro. O aterro é uma forma de disposição de resíduos no solo, que fundamentada em aspectos construtivos, operacionais e de monitoramento, pode garantir o confinamento seguro para a saúde humana e ao meio ambiente. Apresenta-se como a forma de destinação final de resíduos mais barata e a tecnologia mais conhecida. Uma parcela dos resíduos gerados em curtumes é destinada Aterros de Resíduos Industriais Perigosos – ARIPs. Conforme o PERS-RS (RIO GRANDE DO SUL, 2015) o estado possui quarenta e dois aterros industriais. Kipper (2013) realizou um inventário sobre as condições e características de oito aterros de resíduos industriais perigosos localizados no Vale dos Sinos, região metropolitana de Porto Alegre/RS. Os oito aterros recebem resíduos de curtumes e o pesquisador concluiu que os mesmos estavam de acordo com a norma brasileira NBR 10.157, de 1987, possuindo sistemas de impermeabilização com argila e geomembranas, realizando coleta e tratamento de lixiviados e o monitoramento das águas subterrâneas.

Conforme Kipper (2013), dentre os resíduos de curtumes destinados à ARIPs, a serragem de couro é o que apresentou a maior redução no volume disposto no período de 2003

a 2013. O autor atribuiu esta redução ao provável aproveitamento deste resíduo na produção de fertilizantes. O mesmo foi observado em relação às aparas de *wet blue*. As aparas de peles caleadas também apresentaram redução na intensidade de disposição, provavelmente por estarem sendo destinadas à fabricação de gelatina ou ração animal. Com relação às aparas de couro semi-acabado e acabado não foi verificada alteração na disposição. Já o lodo cromado de ETE permaneceu sendo o resíduo mais disposto em aterros.

Comparado com outras alternativas, a disposição de resíduos em ARIP é uma forma de destinação rápida e econômica, porém, não é uma solução. O material confinado nas valas gera um passivo ambiental a ser monitorado por muitos anos. Devido à grande quantidade de material disposto em ARIPs a capacidade das valas esgota-se rapidamente tornando necessária a construção de novas valas ou aterros. Este processo consome uma quantidade significativa de recursos financeiros, necessita passar pelo processo de licenciamento ambiental e requer um longo tempo até o início da disposição. No entanto, considerando-se que o ciclo de vida médio de couro curtido é entre 25 e 40 anos (Bertazzo et al., 2012), o acúmulo deste material em aterros e a gestão da sua disposição implica um elevado custo econômico, bem como ambiental.

Visto que o resíduo sólido inadequadamente gerenciado tem grande potencial de formar passivos ambientais, estes são cada vez menos destinados a aterros industriais, e a identificação de formas de aproveitamento viável tem sido uma constante na indústria do couro.

### **2.2.3 Valorização dos resíduos da indústria do couro**

Em algumas atividades produtivas é comum que dois ou mais produtos secundários sejam obtidos a partir de um mesmo processo, com a mesma matéria-prima, máquinas e mão-de-obra. Os produtos secundários deste processo são os subprodutos ou coprodutos. A distinção entre subproduto e coproduto não é clara e estes termos são, muitas vezes, usados como sinônimos.

Bruni e Famá (2004) destacam que a produção conjunta ocorre quando uma empresa fabrica diferentes produtos com base em um mesmo conjunto de matérias-primas, sendo comercializados diferentes tipos de coprodutos ou subprodutos. Em muitas empresas de produção contínua existe o fenômeno da produção conjunta que é o aparecimento de diversos produtos a partir da mesma matéria-prima, como é o caso das agroindústrias, que a partir da soja extrai óleo e farelos; o frigorífico que, a partir do boi, retira diferentes tipos de carnes (Martins, 2003). Já Maher (2001, p. 333), salienta que “produtos conjuntos (coprodutos) resultam dos mesmos insumos e do mesmo processo de produção” como é o caso de “toras de

madeira que podem ser insumos para madeira serrada tipo A (de alta qualidade, com poucas imperfeições) e madeira serrada tipo B (de baixa qualidade, com nós e outras imperfeições)”.

Bruni e Famá (2004) também consideram que os subprodutos decorrem naturalmente do processo produtivo e apresentam baixo valor de mercado relativo aos coprodutos. Entretanto, mesmo com baixo valor de mercado, os subprodutos podem ser comercializados, valorizando o material do mesmo.

Conforme Quintella et al.(2009) apud Oliveira et al. (2013) é usual denominar de coprodutos os resíduos que tem mercado para venda, de subprodutos os que são vendidos quando economicamente viáveis, e de efluentes os que são descartados e que muitas vezes tem que ser tratados antes do descarte, gerando prejuízo.

Souza, Souza e Farias (2007) estudaram os métodos de atribuição de custos conjuntos (recebem essa denominação em razão da dificuldade em atribuir-se os referidos custos aos diversos produtos gerados) e definiram os coprodutos como “mercadorias secundárias desejáveis que são geradas durante o processo de fabricação e podem ser vendidas ou reutilizadas de forma lucrativa. Também podem ser produtos que são normalmente fabricados junto ou em sequência por causa das semelhanças de produtos ou do processo. Embora os coprodutos sejam normalmente resultados planejados e desejados do processo de fabricação, eles também podem ser usados como ingredientes em outros processos de produção.” Os mesmos autores definiram subprodutos como “materiais de valor que são produzidos como resíduo ou incidente do processo de produção. Os subprodutos podem ser reciclados, vendidos como estão ou ser usados para outros objetivos.”

Em seu estudo de métodos de apropriação de custos conjuntos, Scarpin, Eidt e Boff (2008) esclarecem que os diversos produtos conjuntos são classificados de acordo com sua relevância dentro do processo produtivo da empresa. Os autores informam que estes produtos são classificados, por relevância, em três categorias: coprodutos, subprodutos e sucatas (resíduos). Conforme Scarpin, Eidt e Boff (2008), “Todos surgem em decorrência da atividade normal do processo produtivo. Entretanto, nem todos possuem a mesma importância para as diferentes empresas. A importância de um produto varia de acordo com sua capacidade de contribuir para o faturamento global.” Martins (2003) aponta “o que uma indústria considera importante dentro do faturamento total, outra pode julgar irrelevante”. Dessa forma um produto conjunto (coproduto) torna-se relevante para a empresa, pelo seu preço de venda e capacidade de comercialização. Já os produtos secundários de menor valor e importância para a empresa, são chamados de subprodutos. (SCARPIN; EIDT; BOFF, 2008)

O material que Scarpin, Eidt e Boff (2008) identificaram como sucata (resíduo), inclui “os produtos que podem ou não surgir do processo produtivo convencional ou de coprodutos e subprodutos rejeitados, que podem ser vendidos ou reciclados”. É normal que num processo produtivo, surjam ainda produtos totalmente inutilizáveis e sem reciclagem, com baixíssimo ou nenhum valor de venda e pouco interesse de comercialização. Estes materiais são classificados como rejeito.

Já Metz et al. (2014), destacam que um material ou substância resultante de um processo cujo objetivo principal não era de produzi-lo, no entanto este ocorre de forma controlada, tem aplicação direta como matéria-prima ou insumo em outro processo e possui valor econômico, sendo comercializado, pode ser caracterizado como um subproduto (ou coproduto). Conforme a Federação das Indústrias Portuguesas Agro-Alimentares (FIPA, 2007), o Parlamento Europeu define que seja feita uma avaliação caso a caso, sendo que “um material pode ser considerado como subproduto se cumprir simultaneamente os seguintes requisitos: (1) existir uma utilização futura para este, (2) poder ser utilizado diretamente, sem sofrer alterações e (3) fazer parte integrante de um processo de produção contínuo, além de que a utilização do material ou substância cumpra a legislação em vigor, inclusive a ambiental e de saúde pública”.

Identificam-se na indústria coureira diversos resíduos oriundos da matéria-prima que, adequadamente gerenciados, desde a sua geração e nas etapas seguintes de conservação, estocagem, transporte e destinação, podem ser caracterizados como subprodutos ou coprodutos, sendo aproveitados como matéria-prima por diferentes setores, tais como os cosméticos, farmacêuticos, de alimentação e biocombustíveis. Caracterizar adequadamente os coprodutos e os subprodutos, distinguindo-os dos resíduos e rejeitos (que é um tipo de resíduo que não possui alternativa nenhuma de aproveitamento) é de suma importância para a adequada gestão econômica e ambiental.

O primeiro passo na gestão eficaz dos resíduos visando à sustentabilidade, é a avaliação de todos os resíduos gerados e dos processos que dão origem aos mesmos, seguida da definição das metas e das formas de prevenção e redução na geração, bem como na definição de métodos para a valorização econômica, ambiental e social inerente aos resíduos gerados.

As oportunidades de valorização de resíduos estão presentes quando o(s) constituintes(s) destes podem ser transformados em matérias-primas de novos produtos, através da **reintegração ao ciclo produtivo**. Conforme Guarnieri (2011), para que a reintegração ao ciclo produtivo ocorra são necessárias as etapas de coleta, seleção e preparação e desta forma o sistema é capaz de agregar valor econômico, ambiental e logístico a um resíduo. A reintegração

de um resíduo ao ciclo produtivo pode ocorrer através da reutilização, da reciclagem (*recycling*), através dos conceitos de *downcycling* ou *upcycling*.

A **reutilização** é definida pela Lei 12.305 como sendo o “processo de aproveitamento dos resíduos sólidos sem sua transformação biológica, física ou físico-química, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes...” (BRASIL, 2010). Entre as alternativas de aproveitamento de resíduos, em tese, é a que oferece maiores vantagens e, segundo a mesma legislação, deve ser priorizada em detrimento a reciclagem, tratamento e disposição final do resíduo. Para viabilizar a reutilização de dado material ou produto podem ser necessários processos de limpeza ou recuperação, como é o caso de embalagens de produtos químicos, por exemplo.

Uma forma comum de aproveitamento de resíduos é a **reciclagem**, definida por Guarnieri (2011) como sendo “a recuperação dos materiais do artigo X e a produção de outro artigo X a partir deste, ou seja, recupera-se um material e este se torna matéria-prima do mesmo produto que fazia parte” ou de algo de mesmo valor. A reciclagem de óleo lubrificante e de garrafas de vidro são exemplos clássicos de materiais que podem ser reciclados diversas vezes sem a alteração de suas propriedades. Já a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS estabelece que “reciclagem é processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos, observadas as condições e os padrões estabelecidos pelos órgãos competentes...” (BRASIL, 2010).

Segundo McFedries (2008), a reciclagem tradicional é geralmente descrita como *downcycling*, porque a qualidade do material se degrada com cada novo ciclo de vida. Guarnieri (2011) corrobora com o autor e afirma que “o processo de **downcycling** existe quando se recupera um material para aplicação em um produto com menor valor, ou seja, a integridade do material é, de certa forma, comprometida com o processo de recuperação e isto significa que o mesmo não pode ser usado novamente para fabricar o produto original.” Conforme El.Hagggar (2015), *downcycling* é geralmente associada com a perda de materiais valiosos, resultando na produção de qualidade inferior ou produtos de valor inferior. O autor ainda afirma que o *downcycling* contínuo dos produtos não poupa recursos e materiais; ele só adia o momento em que produtos irão, eventualmente, acabar em aterros ou incineradores. Um exemplo de material que é *downcycled* é o papel. O papel para escrita de boa qualidade não pode ser reciclado em papel do mesmo tipo, com as mesmas características, ele é então aplicado em papéis para papel cartão e papel sanitário, por exemplo.

*Upcycling* é um processo de recuperação que converte os resíduos em novos materiais ou produtos, com melhor qualidade e valor ambiental (Guarnieri, 2011). A ideia do *upcycling* vem se destacando nas discussões referentes à sustentabilidade, no entanto pode representar um grande desafio em termos de tecnologia e de *know-how*. El-Haggar (2015) destaca que é muito difícil o *upcycle* de qualquer produto sem conhecer exatamente as características de cada um dos seus componentes. Portanto, o envolvimento dos fabricantes, assim como dos fornecedores é crítica. Visando o desenvolvimento de produtos sustentáveis, o *upcycling* requer inovações. Mc-Fedries (2008) aponta o conceito de telefone “*remade*”, produzido pela fabricante de celulares Nokia, como um produto inovador manufaturado por *upcycling*. Este telefone é feito quase inteiramente de materiais reciclados, como latas de alumínio, garrafas de plástico, e pneus de carro, mesmo velhos. Já El-Haggar (2015) traz como exemplos de *upcycling*, a obtenção de produtos como tijolos, travas, tampas, coberturas de mesa e outros a partir de rejeito plástico oriundo de resíduos sólidos urbanos.

Considerando o exposto pelos autores pode-se concluir que os resíduos transformados via *upcycling*, são coprodutos, possuindo valor econômico, ambiental e logístico. Já os resíduos transformados via *downcycling* são subprodutos, pois tem menor valor agregado.

É importante destacar que o processo de aproveitamento e valorização de resíduos está intimamente ligado ao processo de produção dos produtos que geram estes resíduos. Dessa forma a concepção destes produtos deveria considerar o importante conceito “*Cradle to Cradel – C2C*” (berço ao berço) apoiado na ideia de que o resíduo de um processo deve alimentar o outro processo, e o resíduo deste novo processo deve alimentar o processo seguinte, e assim sucessivamente, em um ciclo virtuoso, sem fim (MCDONOUGH; BRAUNGART, 2009). Ou seja, em vez de produtos e resíduos serem depositados em aterros, estes devem ser destinados a obtenção de novos produtos.

A Tabela 10 apresenta as principais características dos processos de valorização de resíduos e a sua relação com a sustentabilidade e o conceito C2C.

**Tabela 10 – Caracterização dos processos de valorização de resíduos**

Processos	Características	Sustentabilidade
Reutilização	Processo de reaproveitamento dos resíduos sólidos sem sua transformação biológica, física ou físico-química. O material pode ser usado para o mesmo fim que foi projetado inicialmente ou para aplicações que não requeiram a sua transformação.	Alta. Aceitável no conceito C2C.

<i>Upcycling</i>	Processo que transforma os resíduos gerados em matéria-prima ou produtos com melhor qualidade ou valor do que o produto que o gerou. Transforma resíduos em coprodutos.	Alta. Aceitável no conceito C2C.
Reciclagem	Processo que transforma os resíduos gerados em matéria-prima que pode ser usada no processo de produção do mesmo produto que o gerou ou de produtos diferentes com qualidade e valor comparáveis aos do processo original. Pode requerer mais energia e processos químicos que o requerido na obtenção do produto original.	Média. Aceitável no conceito C2C.
<i>Downcycling</i>	Processo que transforma os resíduos gerados em matéria-prima de menor qualidade ou valor, que não pode ser usada no processo produtivo do produto que o gerou e sim, em produtos secundários. Transforma resíduos em subprodutos.	Baixa. Inaceitável no conceito C2C.

Fonte: autora, com adaptações de Guarnieri (2011); Brasil (2010); El-Haggar (2015); MCDONOUGH e BRAUNGART (2009).

Conforme Metz et al. (2014), a indústria do couro pode beneficiar-se de diversas alternativas para valorização dos resíduos do processo, através do seu aproveitamento como coprodutos e subprodutos, podendo chegar ao “rejeito zero”. As alternativas de valorização identificadas para os diferentes resíduos gerados no processamento de peles e couros são apresentadas na forma de uma matriz, conforme a Tabela 11.

**Tabela 11 – Matriz de valorização de resíduos sólidos gerados no processamento de peles e couros**

ETAPA DE GERAÇÃO	RESÍDUO	ALTERNATIVA DE VALORIZAÇÃO																										
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
Conservação	Sal	X																										
Etapas iniciais	Aparas de peles salgadas		X	X	X	X																		X				
	Aparas de peles não caleadas		X	X	X	X					X													X	X			
Pré-descarne	Carnaça			X		X	X	X																X				
Depilação e caleiro	Pelos					X					X	X												X				
Descarne	Carnaça			X		X	X	X																X				
Recorte	Aparas de peles caleadas		X	X		X			X	X														X	X			
Divisão	Aparas de couro curtido											X	X										X					
Rebaixe	Serragem de couro												X	X	X		X						X					
Acabamento	Aparas de couro semi-acabado e acabado												X			X							X					
	Pó de lixamento												X					X					X					
	Resíduos de pintura																						X					
Diversas	Solventes contaminados																			X			X					
	Embalagens contaminadas																				X	X	X			X	X	
	Papel contaminado																						X					
	Plástico contaminado																							X				
Queima de lenha na caldeira	Texteis contaminados																					X	X					
	EPI contaminado																					X	X					
ETE	Cinzas										X																	
	Lodo do caleiro										X													X				
	Resíduos de gradeamento e peneiramento																							X				
	Resíduos de limpeza da caixa de gordura																							X				
	Lodo de ETE											X													X			
	Lodo seco																							X				

**Legenda:**

- 1 - Reuso na conservação e recuperação para reuso no piquel
- 2 - Uso na indústria alimentícia (gelatina, invólucro para embutidos) e de cosméticos.
- 3 - Fabricação de ração
- 4 - Fabricação de fertilizantes
- 5 - Obtenção de biocombustíveis
- 6 - Obtenção de sebo e fabricação de sabão
- 7 - Fabricação de produtos para engraxe de couros
- 8 - Fabricação de ligantes e produtos para acabamentos de couro
- 9 - Fabricação de artigos médicos, farmacêuticos e cirúrgicos
- 10 - Compostagem / aplicação no solo
- 11 - Fabricação de escovas/pincéis
- 12 - Obtenção de raspas, fabricação de luvas e outros EPI's
- 13 - Hidrólise para fabricação de adubo
- 14 - Fabricação de reconstituído de couro (solas, viras, fchetes, palmilhas,
- 15 - Obtenção de colagenato de cromo
- 16 - Aproveitamento para fabricação de artefatos, artesanato e calçados
- 17 - Descurtimento para obtenção da proteína colagênica e do licor de cromo
- 18 - Fabricação de estuco
- 19 - Recuperação por destilação e reciclagem (fabricação de thiners e
- 20 - Devolução ao fornecedor para ser reutilizadas /substituição por
- 21 - Substituição por toalhas retornáveis (laváveis)
- 22 - Tratamento térmico com recuperação de calor/energia(coprocessamento, queima
- 23 - Biodigestão com recuperação de energia
- 24 - Fabricação de mastigáveis para cachorros
- 25 - Reciclagem como sucata
- 26 - Recuperação para reuso

Fonte: autora

Das alternativas apresentadas na Tabela 11, diversas já são consolidadas e tem larga aplicação, outras são usadas em menor escala e há àquelas que estão ainda em uso inicial ou somente em escala laboratorial. A seguir são apresentados alguns estudos realizados.

#### 2.2.3.1 Aproveitamento de resíduos de matéria-prima não curtida – Resíduos de Pele (RP)

Santos e Gutterres (2007) estudaram o processo de obtenção de óleos de engraxe a partir da **carnaça do pré-descarne**. Para tanto, a carnaça foi tratada com vapor para separar a graxa de outros resíduos (proteicos e minerais). Após o resfriamento, foi realizada uma filtração a fim de separar os ácidos oleico e esteárico. O ácido oleico é insaturado e pode reagir com o ácido sulfúrico, podendo ser usado para a produção de emulsões de engraxe. Já a fração esteárica é saturada, e comercializada para a indústria de sabão. As pesquisadoras concluíram que grandes quantidades de gorduras naturais são removidas nas operações de pré-descarne. Estas gorduras são de boa qualidade, desde que não estejam contaminadas por cal ou sulfetos, e podem ser usadas como matéria-prima para produzir um produto de valor para o processo de fabricação do couro.

O **pelo** é um resíduo recuperado na filtração do efluente de depilação e caleiro. Uma de suas principais características é o seu elevado teor de nitrogênio (12,2%), um fator favorável para fins agrícolas. Conforme Andrioli e Gutterres (2014) o pelo é um material orgânico biodegradável, que ao ser misturado com resíduos de pasto e poda, em determinada proporção, pode ser decomposto completamente, o que representa uma solução para o problema da gestão de resíduos, evitando seu envio a aterros. Careri e Morra (2010 apud Andrioli e Gutterres, 2014) afirmam que o composto orgânico à base de pelo vacuum tem um possível mercado nas granjas, viveiros, jardins e cultivos orgânicos, com certas vantagens em relação a outros fertilizantes, por sua liberação mais lenta de nitrogênio.

A aplicação **carnaça** na extração de sebo usado na fabricação de produtos de higiene e de combustíveis, por exemplo, na empresa Ossolider (2016) e, de **aparas não curtidas** (caleiradas ou não) na fabricação de gelatina, por exemplo, na empresa Gelita (2016), de ossos para cachorros, por exemplo, na empresa Reforsso (2016) e de cola animal, por exemplo, na empresa Kolafit (2016), já ocorre em escala industrial há várias décadas.

#### 2.2.3.2 Resíduos de matéria-prima curtida – Resíduos de Couro (RC)

De acordo com Teixeira et al. (2011), os resíduos de curtume são ricos em matéria orgânica e altos teores de nitrogênio (N), podendo ser uma importante fonte de nutrientes em áreas agrícolas.

Nogueira et al. (2011) avaliaram a eficiência de colágeno, obtido a partir de **resíduos de couro *wet blue*** após a extração de cromo, enriquecido com mineral P e K sobre o crescimento de plantas de arroz num solo tipicamente brasileiro. Colágeno puro, sem P e K (utilizado apenas como uma fonte de N), e fertilizantes inorgânicos NPK disponíveis comercialmente foram comparados. O Cr III foi removido do couro *wet blue* mediante tratamentos que envolvem temperatura controlada (50°C) e hidrólise ácida (com ácido sulfúrico). O material resultante (fertilizante de couro) contendo uma quantidade média de 140gkg<sup>-1</sup> de N (peso seco), foi lavado três vezes e imerso em P e/ou soluções de sal de K, a fim de produzir formulações *NleatherPK*. As quantidades de sal adicionadas ao colagénio para as formulações *NleatherPK* basearam-se nas necessidades da planta e nas recomendações para a fertilização em estufas. A aplicação do fertilizante de couro *NleatherPK* resultou nos teores de N, P e K nas partes vegetativas das plantas e nos grãos de arroz equivalentes ou superiores aos obtidos com ureia e formulações comerciais NPK. Os resultados agronômicos das formulações como fonte de nutrientes para as plantas de arroz apresentaram-se promissores. O conteúdo Cr nas folhas e grãos das plantas de arroz estava dentro dos limites máximos aceitáveis, de acordo com critérios técnicos estabelecidos. O nível de Cr no solo foi estatisticamente semelhante aos de ureia e formulação NPK comercial, indicando que não houve nenhuma restrição na utilização deste tipo de resíduo, relativa aos problemas de Cr no solo.

O colágeno obtido a partir de couros e peles é permitido pela legislação brasileira para a alimentação de ruminantes (SILVA, 2007). Conforme Moreira (2008), a indústria agro-alimentar tem-se utilizado de resíduos de couro curtido na produção de rações para animais e na produção de adubos e fertilizantes. Todavia, Silva (2007) e Moreira (2008) ressaltam o inconveniente da introdução do cromo nas cadeias tróficas. Além disso, Moreira (2008) informa que a aplicação na produção de rações tem vindo a ser proibida a nível mundial devido ao risco de febre aftosa e BSE - Encefalopatia Espongiforme Bovina (vacas loucas).

Oliveira (2007) testou a aplicação direta de resíduos de **couro *wet blue*** como adsorvente de corantes orgânicos (têxtil vermelho reativo e azul de metileno). A autora concluiu que a capacidade de adsorção apresentada pelo couro *wet blue* para o corante vermelho reativo, comparada à de alguns adsorventes citados na literatura, faz com que esse uso seja promissor para o vermelho reativo. Porém o mesmo não ocorreu para o corante azul de metileno.

Reis (2010) desenvolveu um compósito, em diferentes proporções em massa, por meio da mistura de borracha natural com agentes de vulcanização e resíduo de **serragem couro bovino curtido**. O compósito desenvolvido poderá ser utilizado em aplicações tais como na

fabricação de repartições de ambientes, pisos, salto de calçados e pára-choque de veículos, dentre outros. Os resultados obtidos indicam que os compósitos possuem alta rigidez, boa resistência ao desgaste, alto grau de impermeabilidade e boa estabilidade térmica, o que leva a concluir que o material possui potencial de mercado, podendo substituir os materiais já utilizados. Ressaltando-se as propriedades de dureza e baixa absorção de líquido o compósito de borracha natural/couro pode ser possível substituto da ebonite (trata-se da marca registrada de uma borracha rica em enxofre e vulcanizado por longo período, cujo nome vem do seu uso pretendido como um substituto artificial para a madeira de ébano).

Omkumar, Suresh e Moses (2015) realizaram experimentos para o aproveitamento de resíduos industriais de **couro em pó** (oriundo do lixamento) e de poli vinil butiral industriais, mais embalagens de leite pós consumo, na preparação de um material compósito com valor comercial e aplicações. Assim, os resíduos têm sido utilizados com sucesso como material de enchimento e as folhas compósitas de polímeros de couro produzidas podem encontrar inúmeras aplicações em uma variedade de indústrias.

**Resíduos de couro curtido**, ao cromo (wet blue) ou tanino, são usados em escala industrial há várias décadas na produção de couro reconstituído que tem aplicação na produção de solados, fchetes, viras, palminhas, cintos e material para fabricação de pastas, carteiras e outros artefatos, como, por exemplo na empresa Brascouro (2016). Além desta aplicação, na última década, o material curtido, semi-acabado e até acabado, também passou a ser destinado à fabricação de fertilizante pela empresa Ilsa (2016).

#### 2.2.3.3 Resíduos de sistemas de controle de poluição (RCP)

Cavallet e Selbach (2008), Teixeira et al. (2011) e outros pesquisadores conduziram estudos referentes a aplicação agrícola de **lodos oriundos do tratamento de resíduos de curtume**. De acordo com Cavallet e Selbach (2008), em função dos elevados teores de matéria orgânica e de proteína e, conseqüentemente, de N, a utilização agrícola do lodo gerado pelo tratamento de resíduo de curtume é uma alternativa viável de aproveitamento. Desta forma, os resíduos de curtume, como outros tipos de resíduos que contenham alta carga orgânica, têm no aproveitamento do material orgânico uma das principais justificativas para sua utilização agrícola.

Cavallet e Selbach (2008) avaliaram a variação das populações de microrganismos (bactérias, fungos e actinomicetos, possíveis indicadores das condições biológicas do solo no processo de biodegradação de resíduos de curtume), juntamente com as variações de pH, C

orgânico e teores de Cr, quando da aplicação de dosagens crescentes de dois tipos de lodos oriundos do tratamento primário de água residuária de curtume (de curtimento com cromo e de curtimento com tanino), utilizando um Argissolo característico do município de Estância Velha (RS). Os pesquisadores concluíram que com exceção do lodo de curtimento com Cr para o grupo de fungos, a aplicação de ambos os tipos de lodos de curtume, de alguma forma, favoreceu o aumento das populações de bactérias, fungos e actinomicetos no solo. Há correlação entre a população de bactérias e o teor de C orgânico quando da aplicação de quantidades crescentes de ambos os tipos de lodos de curtume, e às populações de actinomicetos, quando da aplicação de somente lodo de curtimento com tanino. A aplicação dos lodos de curtume não acarretou prejuízos às populações microbianas em níveis abaixo daqueles encontrados no solo em seu estado natural.

Teixeira et al (2011) estimaram por meio da caracterização química, o potencial de impacto ambiental do uso de **lodo de caleiro** em área agrícola. Os autores verificaram que o referido lodo apresenta potencial para aproveitamento agrônômico por possuir altos valores de pH, baixa condutividade elétrica e teor de água e teor de elementos traços abaixo dos limites estabelecidos pela legislação.

Kipper (2013) verificou que os resíduos **serragem de couro e lodo de ETE de curtume**, depositados em ARIPs, são degradados lentamente e produzem lixiviado e gases CH<sub>4</sub> e CO<sub>2</sub>. O pesquisador avaliou o efeito do tratamento enzimático da serragem de couro para acelerar a decomposição e aumentar a produção de biogás e verificou que houve o aumento da produção de biogás (58%) e de metano (62,4%) e redução do tempo necessário para o couro ser degradado bem como da massa de resíduo. Kipper (2013) considerou os resultados dos experimentos promissores.

### 2.3 GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS

Gerenciamento de resíduos sólidos é definido pela Lei 12.305 como sendo o “conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, de acordo com [...] o plano de gerenciamento de resíduos sólidos, exigidos na forma desta Lei.” (BRASIL, 2010A)

O gerenciamento dos resíduos sólidos industriais faz parte do cotidiano de qualquer curtume uma vez que ocorre a geração de grande quantidade e diversos tipos de resíduos. O modo de operação de uma empresa está diretamente relacionado a capacidade de

geração de resíduos e ao potencial que esta empresa tem de causar impactos adversos ao meio ambiente e a sociedade. Para minimizar os impactos ambientais adversos é necessário que o gerenciamento dos resíduos seja eficaz.

### **2.3.1 Premissas do gerenciamento de resíduos sólidos**

O dito popular “é melhor prevenir do que remediar” aplica-se perfeitamente ao gerenciamento dos resíduos. Neste sentido, ao estabelecer um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos - PGRS é importante identificar e considerar as premissas, restrições e riscos inerentes ao tema.

O *Project Management Institute* (PMI, 2013) apresenta, através do seu guia PMBOK (*Project Management Body of Knowledge*), os seguintes conceitos: “premissas (*assumption*) são os fatores que, para fins de planejamento, são considerados verdadeiros, reais ou certos sem prova ou demonstração”; “as restrições (*constraint*) referem-se ao estado, a qualidade ou o sentido de estar restrito a uma determinada ação ou inatividade. Uma restrição ou limitação aplicável (interna ou externamente) a um projeto afetará o desempenho do projeto ou de um processo”; e, “eventos ou condições incertas que, se ocorrerem, provocarão um efeito positivo ou negativo nos objetivos de um projeto são denominados de risco (*risk*).” (PMI, 2013)

Portanto, as premissas são utilizadas para estabelecer as condições iniciais, viabilizando um projeto. Todavia, as premissas geram riscos, os quais podem ser evitados ou minimizados estabelecendo restrições. Considerando que os riscos provêm de eventos ou condições incertas estes devem ser gerenciados. O gerenciamento dos riscos abrange a identificação da probabilidade, o entendimento do impacto, e o estabelecimento de maneiras de evitar que o risco aconteça ou então de reduzir os seus impactos, caso ele aconteça.

No gerenciamento de resíduos industriais as premissas são fundamentais para viabilizar a elaboração de um PGRS adequado aos resíduos gerados. As restrições dizem respeito a definição de limites ou critérios para a operacionalização do PGRS. E o gerenciamento dos riscos é importante para estar preparado para lidar com eventos que podem afetar o resultado desejado.

Ao identificar as premissas para o gerenciamento dos resíduos industriais há que se considerar os princípios norteadores estabelecidos no art. 6º da Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, quais sejam:

“I - a prevenção e a precaução;

II - o poluidor-pagador e o protetor-recebedor;

III - a visão sistêmica, na gestão dos resíduos sólidos, que considere as variáveis ambiental, social, cultural, econômica, tecnológica e de saúde pública;

IV - o desenvolvimento sustentável;

V - a ecoeficiência, mediante a compatibilização entre o fornecimento, a preços competitivos, de bens e serviços qualificados que satisfaçam as necessidades humanas e tragam qualidade de vida e a redução do impacto ambiental e do consumo de recursos naturais a um nível, no mínimo, equivalente à capacidade de sustentação estimada do planeta;

VI - a cooperação entre as diferentes esferas do poder público, o setor empresarial e demais segmentos da sociedade;

VII - a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos;

VIII - o reconhecimento do resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania;

IX - o respeito às diversidades locais e regionais;

X - o direito da sociedade à informação e ao controle social;

XI - a razoabilidade e a proporcionalidade.” (BRASIL, 2010A)

Além destes princípios faz-se necessário o atendimento aos objetivos da PNRS (art. 7º), no que for aplicável ao setor industrial; identificar os requisitos legais aplicáveis ao beneficiamento de resíduos; e, promover o atendimento ao definido no art. 9º “Na gestão e gerenciamento de resíduos sólidos, deve ser observada a seguinte ordem de prioridade: não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.” (BRASIL, 2010A)

O PGRS é um dos principais instrumentos definidos pela PNRS e deve contemplar: a descrição do empreendimento ou atividade; o diagnóstico dos resíduos sólidos gerados ou administrados, contendo a origem, o volume e a caracterização dos resíduos, incluindo os passivos ambientais a eles relacionados; a explicitação dos responsáveis por cada etapa do gerenciamento de resíduos sólidos e a definição dos procedimentos operacionais relativos às etapas do gerenciamento de resíduos sólidos sob responsabilidade do gerador; a identificação das soluções consorciadas ou compartilhadas com outros geradores; ações preventivas e corretivas a serem executadas em situações de gerenciamento incorreto ou acidentes; metas e

procedimentos relacionados à minimização da geração de resíduos sólidos e, à reutilização e reciclagem; se couber, ações relativas à responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos; medidas saneadoras dos passivos ambientais relacionados aos resíduos sólidos; e, periodicidade de sua revisão, observado, se couber, o prazo de vigência da respectiva licença de operação. (BRASIL, 2010A)

Desenvolvimento sustentável é, no entanto, a única premissa declarada na PNRS ao definir a gestão integrada de resíduos sólidos como “conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável.” (BRASIL, 2010A)

Conforme Junqueira, Maior e Pinheiro (2011) o Relatório de Brundlant define desenvolvimento sustentável como “aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade das gerações futuras de atenderem às suas próprias necessidades.” O autor também avalia que na tentativa de encontrar uma forma de aplicação do conceito surgiu o modelo do *Triple Bottom Line* (tríplice linha de resultados líquidos) que desagregou os elementos constitutivos do desenvolvimento sustentável nas dimensões econômica, social e ambiental. Dessa forma, para alcançar a sustentabilidade é necessário que os processos e atividades envolvidos na produção sejam economicamente viáveis, socialmente justos e ambientalmente suportáveis. Acredita-se que, sob o ponto de vista do empreendedor investidor, a dimensão econômica tenha maior peso, recebendo os maiores esforços para a manutenção do negócio e a sobrevivência da própria empresa.

Outro conceito importante a ser considerado é a prevenção da poluição. Conforme a Environmental Protection Agency (EPA, 1992), a prevenção da poluição é “a redução ou eliminação de resíduos na fonte, modificando os processos de produção, promovendo a utilização de substâncias não tóxicas ou menos tóxicas, a implementação de técnicas de conservação e reutilização de materiais, em vez de colocá-los no fluxo de resíduos.” Reduzir a quantidade de poluição na fonte significa mais controle e menos desperdício. Menos poluição significa reduzir riscos para a saúde pública e para o meio ambiente.

Acredita-se que a PNRS, se bem compreendida e corretamente implementada, fornece a estrutura necessária para que as premissas, restrições e riscos relacionados ao gerenciamento de resíduos sólidos sejam identificados e adequadamente controlados, produzindo bons resultados.

### 2.3.2 Requisitos legais aplicáveis a resíduos sólidos de curtumes

A identificação dos requisitos legais aplicáveis aos resíduos sólidos de um curtume localizado no Rio Grande do Sul, assim como em qualquer outra empresa, inicia-se com a verificação das condições e restrições estabelecidas na licença ambiental da empresa. E, na identificação de outros documentos aplicáveis. A legislação deve ser verificada nos níveis federal, estadual e municipal. A Tabela 12 apresenta a legislação federal e estadual que estabelece as diretrizes gerais do gerenciamento de resíduos sólidos.

**Tabela 12 - Diretrizes gerais do gerenciamento de resíduos sólidos.**

ASSUNTO	DOCUMENTO	NÍVEL
PNRS	Lei Nº 12.305, de 02 de agosto de 2010 – institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos.	Brasil
	Decreto Federal Nº 7.404, de 23 de dezembro de 2010 – regulamenta a Lei Federal nº 12.305/2010.	
Critérios gerais	Portaria MINTER 53, de 01 de março de 1979 – Estabelece normas aos projetos específicos de tratamento e disposição de resíduos sólidos, bem como a fiscalização de sua implantação, operação e manutenção.	Brasil
Critérios gerais	Lei Nº 9.921, de 27 de julho de 1993 – Dispõe sobre a gestão dos resíduos sólidos e dá outras providências.	RS
	Decreto Nº 38.356, de 02 de abril de 1998 – Aprova o Regulamento da Lei Nº 9.921, de 27 de julho de 1993.	
	Lei Nº 11.520, de 03 de agosto de 2000 – Institui o Código Estadual do Meio Ambiente do Estado do RS e dá outras providências. (Artigos 217 a 221)	
PERS-RS	Resolução CONSEMA nº 297, de 23 de julho de 2015 - Aprova o Plano Estadual de Resíduos Sólidos.	RS
Contaminação do solo, do ar e das águas	Lei Nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 – dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. (Artigo 54)	Brasil
	Decreto Nº 6.514, de 22 de julho de 2008 – que dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações, e dá outras providências. (Artigos 61 e 62)	
Critérios gerais	Norma Regulamentadora NR 25, de 2011 (PortariaSIT 227/2011 – Artigos 25.2, 25.3.2 e 25.3.2.1 e Portaria SIT 253/2011 – Artigos 25.3, 25.3.3 e 25.5)	Brasil

Fonte: autora, baseado em BRASIL, 2010; BRASIL 2010A; MINTER, 1979; RIO GRANDE DO SUL, 1993; RIO GRANDE DO SUL, 1998; RIO GRANDE DO SUL, 2000; CONSEMA,2015; BRASIL, 1998; BRASIL, 2008; BRASIL, 2011

A referida legislação estabelece diretrizes para o gerenciamento do resíduo desde a sua geração até a destinação final (berço ao túmulo), mas prioriza a reintegração do resíduo ao ciclo de origem ou a produção de novos bens (berço ao berço). Para tanto estabelece a necessidade de planejar as etapas deste processo.

Também é estabelecido a necessidade de um plano específico para o gerenciamento de resíduos (PGRS); define a abrangência do sistema, que inclui a coleta, transporte, tratamento, processamento e destinação final dos resíduos; e, fixa as metas de redução da quantidade de

resíduos gerados e o perfeito controle de possíveis efeitos ambientais. (RIO GRANDE DO SUL, 1998)

Os requisitos legais aplicáveis à fase do diagnóstico dos resíduos sólidos gerados (item 2.2.1) são apresentados na Tabela 13.

**Tabela 13 – Caracterização e classificação de resíduos sólidos.**

ASSUNTO	DOCUMENTO	NÍVEL
Identificação e controle	Resolução CONAMA Nº 313, de 29 de outubro de 2002 – Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais.	Brasil
Denominação	Instrução Normativa IBAMA Nº 13, de 18 de dezembro de 2012 – Publica a Lista Brasileira de Resíduos Sólidos	Brasil
Classificação	ABNT NBR 10.004:2004 – Resíduos sólidos: classificação.	Brasil
	ABNT NBR 10.005:2004 – Resíduos sólidos: obtenção de lixiviado.	
	ABNT NBR 10.006:2004 – Resíduos sólidos: Obtenção de Solubilizado.	
	ABNT NBR 10.007:2004 – Resíduos sólidos: Amostragem.	

Fonte: autora, baseado em CONAMA, 2002; IBAMA, 2012; ABNT, 2004; ABNT, 2004A; ABNT, 2004B; ABNT, 2004C.

O diagnóstico dos resíduos sólidos gerados deve contemplar a origem, o volume e a caracterização dos mesmos, incluindo os passivos ambientais a eles relacionados. (BRASIL, 2010) Além disto, é necessário considerar também a diferença entre resíduo e rejeito conforme determinado na Lei Nº 12.305. (BRASIL, 2010A)

A principal condição para o aproveitamento dos resíduos como matéria-prima de outros processos é a perfeita segregação destes desde a sua geração até o novo uso ou destinação final. Uma das maneiras adotadas para propiciar a segregação dos resíduos é a coleta seletiva, que, conforme a PNRS é “a coleta de resíduos sólidos previamente segregados conforme sua constituição ou composição.” (BRASIL, 2010A)

A segregação dos resíduos na fonte e no momento da geração é imprescindível para o adequado gerenciamento e subsequente aproveitamento material, seja por reutilização, reciclagem, upcycling ou downcycling. A utilização de coletores adequados e corretamente identificados facilita e estimula essa prática. As cores definidas pela Resolução CONAMA 275 (CONAMA, 2001) para a coleta seletiva de resíduos são mandatórias para entidades públicas e opcionais para iniciativa privada. Acredita-se, no entanto, que a adoção do padrão contribui para a melhoria do desempenho na segregação. Os requisitos legais aplicáveis à segregação e coleta seletiva dos resíduos constam na Tabela 14.

**Tabela 14 – Coleta seletiva de resíduos sólidos.**

ASSUNTO	DOCUMENTO	NÍVEL
---------	-----------	-------

Segregação na fonte	Resolução CONAMA Nº 358, de 29 de abril de 2005 – Estabelece a obrigatoriedade da segregação dos resíduos na fonte e no momento da geração, de acordo com suas características, para fins de redução do volume dos resíduos a serem tratados e dispostos, garantindo a proteção da saúde e do meio ambiente. (Art. 14.)	Brasil
	Lei Nº 9.921, de 27 de julho de 1993 – Define que a segregação dos resíduos sólidos na origem, visando seu reaproveitamento otimizado, é responsabilidade de toda a sociedade. (Art. 1º)	RS
Importância da coleta seletiva	Lei Nº 9.493, de 07 de janeiro de 1992 – Considera, no estado do Rio Grande do Sul, a coleta seletiva e a reciclagem do lixo como atividades ecológicas, de relevância social e de interesse público.	RS
Cores	Resolução CONAMA Nº 275, de 25 de abril de 2001 – Estabelece código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva.	Brasil

Fonte: autora, baseado em CONAMA, 2005; RIO GRANDE DO SUL, 1993; RIO GRANDE DO SUL, 1992; CONAMA, 2001

O armazenamento de resíduos é definido pelas normas citadas na Tabela 15, como sendo “contenção temporária de resíduos, em área autorizada pelo órgão de controle ambiental, à espera de reciclagem, recuperação, tratamento ou disposição final adequada, desde que atenda às condições básicas de segurança”. (ABNT, 1992)

**Tabela 15 – Armazenamento de resíduos sólidos.**

ASSUNTO	DOCUMENTO	NÍVEL
Armazenamento	ABNT NBR 12.235:1992 – Armazenamento de resíduos sólidos perigosos	Brasil
	.ABNT NBR 11.174:1990 – Armazenamento de resíduos não-inertes (Classe IIA) e inertes (Classe IIB).	Brasil

Fonte: autora, baseado em ABNT, 1992; ABNT, 1990.

Conforme as normas supracitadas, nenhum resíduo perigoso pode ser armazenado sem análise prévia de suas propriedades físicas e químicas, pois disso depende sua classificação como perigoso ou não e o seu armazenamento adequado.

Verifica-se que um depósito de resíduos deve: possuir cobertura; ter piso impermeabilizado; ter acessos internos e externos protegidos e mantidos de forma que possam ser usados em quaisquer condições climáticas; disponibilizar e garantir o uso do EPI adequado; estar preparado para atendimento a emergências; receber inspeções periódicas; ter o *layout* organizado de acordo com as características de incompatibilidade dos resíduos depositados no local (resíduos reativos devem ficar a uma distância mínima de 15 m dos limites da propriedade); e, ter um sistema de drenagem e coleta de líquidos percolados. (ABNT, 1992)

Os requisitos legais referentes ao transporte de produtos perigosos são aplicáveis também ao transporte de resíduos perigosos. Os principais diplomas legais aplicáveis são apresentados na Tabela 16.

**Tabela 16 – Transporte de resíduos sólidos perigosos.**

ASSUNTO	DOCUMENTO	NÍVEL
Critérios gerais	Decreto Nº 96.044, de 18 de maio de 1988 – Aprova o Regulamento para o Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos, e dá outras providências.	Brasil
	Resolução ANTT Nº 420, de 12 de fevereiro de 2004 – Aprova as Instruções Complementares ao Regulamento do Transporte Terrestre de Produtos Perigosos. (Esuas diversas atualizações..	Brasil
	Lei Nº 7.877, de 28 de dezembro de 1983 – Dispõem sobre o transporte de cargas perigosas no Estado do RS e dá outras providências.	RS
	ABNT NBR 13.221:2010 – Transporte terrestre de resíduos.	Brasil
Veículo	ABNT NBR 9.735:2016 – Conjunto de equipamentos para emergência no transporte terrestre de produtos perigosos.	Brasil
Veículo e carga	ABNT NBR 7.500:2013 – Identificação para o transporte terrestre, manuseio, movimentação e armazenamento de produto.	Brasil
	Resolução CONTRAN Nº 441, de 18 de maio de 2013 – Dispõe sobre o transporte de cargas de sólidos a granel nas vias abertas à circulação pública em todo o território nacional.	Brasil
Identificação da carga	ABNT NBR 7.503:2016 – Transporte terrestre de produtos perigosos - Ficha de emergência e envelope – características, dimensões e preenchimento.	Brasil
Documentação	Portaria FEPAM Nº 34, de 03 de agosto de 2009 – Aprova o Manifesto de Transporte de Resíduos e dá outras providências.	RS

Fonte: autora, baseado em BRASIL, 1988; ANTT, 2004; RIO GRANDE DO SUL, 1983; ABNT, 2010; ABNT, 2016A; ABNT, 2013; CONTRAN,2013; ABNT, 2016 e FEPAM, 2009.

Conforme a PNRS, a destinação final ambientalmente adequada de resíduos “inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes do SISNAMA, do SNVS e do SUASA, entre elas a disposição final, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos.” (BRASIL, 2010A) A ordem de priorização do aproveitamento dos resíduos (não geração, redução, reutilização, reciclagem, tratamento e, por fim, disposição) é apresentada na PERS-RS (RIO GRANDE DO SUL, 2015) como desafiadora pois somente o rejeito é passível de disposição final em aterros.

A Tabela 17 apresenta a legislação básica específica para a destinação final de alguns dos resíduos possíveis de serem gerados em curtumes.

**Tabela 17 – Requisitos legais aplicáveis a destinação final de resíduos sólidos.**

ASSUNTO	DOCUMENTO	NÍVEL
Destinação de RSI	Resolução CONSEMA Nº 73, de 26 de agosto de 2004 – Dispõe sobre a co-disposição de resíduos sólidos industriais em aterros de resíduos sólidos urbanos no Estado do Rio Grande do Sul.	RS
Prestadores de serviços	Instrução Normativa IBAMA Nº 1, de 25 de janeiro de 2013 – Regulamenta o Cadastro Nacional de Operadores de Resíduos Perigosos (CNORP).	Brasil

Auditorias em destinatários	Portaria FEPAM Nº 127, de 23 de dezembro de 2014 – Institui diretrizes para a realização de auditorias e avaliações ambientais em unidades de recebimento, armazenamento, processamento, beneficiamento e/ou disposição final de resíduos.	RS
Resíduos com características de inflamabilidade	Portaria FEPAM Nº 16, de 20 de abril de 2010 – Dispõem sobre o controle da disposição final de resíduos classe I com características de inflamabilidade no solo, em “aterro de resíduos classe I” e “central de recebimento e destinação de resíduos classe I”.	RS
Comercialização de metal	Lei Nº 12.431, de 27 de março de 2016 – Dispõe sobre a comercialização de materiais de metal usados no estado do Rio Grande do Sul e dá outra providência.	RS
Queima de resíduos	Lei Nº 9.921, de 27 de julho de 1993 – Artigo 11.	RS
	Decreto Nº 38.356, de 01 de abril de 1998 – Artigo 19 (§ 3º).	
	Portaria SSMA Nº 02, de 01 de janeiro de 1984 – Proíbe a queima de couros, borrachas, plásticos e espumas.	
Coprocessamento	Resolução CONAMA Nº 264, de 26 de agosto de 1999 – Licenciamento de fornos rotativos de produção de clínquer para atividades de coprocessamento de resíduos.	Brasil
Lodo de ETE	Resolução CONAMA 375, de 29 de agosto de 2006 – Define critérios e procedimentos, para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário.	Brasil
Baterias e baterias	Resolução CONAMA Nº 401, de 04 de novembro de 2008 – Estabelece os limites máximos para chumbo cádmio e mercúrio para pilhas e baterias e critérios e padrões para seu gerenciamento.	Brasil
	Resolução CONAMA Nº 257, de 30 de julho de 1999 e Nº 263, de 12 de novembro de 1999 – Dispõem sobre o descarte e o gerenciamento ambientalmente adequado de pilhas e baterias usadas, no que tange à coleta, reutilização, reciclagem, tratamento ou disposição final.	Brasil
Pilhas, baterias, lâmpadas e outros artefatos que contenham metais pesados	Lei Nº 11.019, de 23 de setembro de 1997 – Dispõe sobre o descarte e destinação final de pilhas que contenham mercúrio metálico, lâmpadas fluorescentes, baterias de telefone celular e demais artefatos que contenham metais pesados no Estado do RS.	RS
	Lei Nº 11.187, de 07 de julho de 1998 – Altera a Lei Nº 11.019, de 23 de setembro de 1997, acrescentando normas sobre o descarte e destinação final.	
	Decreto Nº 45.554, de 19 de março de 2008 – Regulamenta a Lei Estadual 11019/97.	
Óleo lubrificante usado	Resolução CONAMA Nº 362, de 23 de junho de 2005 – Estabelece novas diretrizes para o recolhimento e destinação de óleo lubrificante usado ou contaminado.	Brasil
	Resolução CONAMA Nº 450, de 06 de março de 2012 – Altera a Resolução CONAMA Nº 362/2005.	
	Portaria Interministerial Nº 464, de 29 de agosto de 2007 – Dispõe sobre recolhimento, coleta e destinação de óleo lubrificante.	
Pneus	Resolução CONAMA Nº 416, de 30 de setembro de 2009 – Artigos 9, 10 e 15. Dispõe sobre prevenção à degradação ambiental causada por pneus inservíveis e sua destinação ambientalmente adequada.	Brasil

Fonte: autora, baseado em CONSEMA, 2004; IBAMA, 2013; FEPAM, 2014; FEPAM, 2010; RS, 2016; RS, 1993; RS, 1998; CONAMA, 1999B; CONAMA, 2006; CONAMA, 2008; CONAMA, 1999; CONAMA, 1999A; RS, 1997; RS, 2008; CONAMA, 2005A, BRASIL, 2007; CONAMA, 2009

Ao definir a destinação final para cada um dos resíduos gerados é necessário observar as diretrizes gerais do gerenciamento de resíduos sólidos, conforme a Tabela 12, e os requisitos legais aplicáveis aos diferentes tipos de resíduos.

A disposição final ambientalmente adequada é definida pela PNRS como sendo “distribuição ordenada de rejeitos em aterros, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos.” (BRASIL, 2010A)

Acredita-se que para alcançar os padrões sustentáveis de produção e consumo, que conforme a PNRS trata-se da “produção e consumo de bens e serviços de forma a atender as necessidades das atuais gerações e permitir melhores condições de vida, sem comprometer a qualidade ambiental e o atendimento das necessidades das gerações futuras” (BRASIL, 2010A) não basta estabelecer e implementar um PGRS. É necessário implantar uma cultura para o desenvolvimento sustentável através de educação ambiental (capacitação e sensibilização para as questões ambientais),

Os requisitos legais aplicáveis educação ambiental constam na Tabela 18.

**Tabela 18 – Legislação ambiental aplicável a educação ambiental.**

ASSUNTO	DOCUMENTO	NÍVEL
Educação ambiental	Lei Nº 12.633, de 14 de maio de 2012 – Intitui o Dia Nacional da Educação Ambiental, a ser comemorado, anualmente, no dia 03 de junho, em todo o território nacional.	Brasil
	Lei Nº 13.597, de 30 de dezembro de 2010 – Dispõe sobre a Educação Ambiental no RS, institui a Política Estadual de Educação Ambiental, cria o Programa Estadual de Educação Ambiental	RS
Treinamento de operadores de resíduos	ABNT NBR 12.235:1992 – Armazenamento de resíduos sólidos perigosos	Brasil
	ABNT NBR 11.174:1990 – Armazenamento de resíduos não-inertes (Classe IIA) e inertes (Classe IIB).	Brasil

Fonte: autora, baseado em BRASIL, 2012; RS, 2010; ABNT, 1992 e ABNT, 1990.

Além da legislação identificada verificam-se diversos documentos referentes a resíduos de construção civil e a resíduos de serviços de saúde, aplicáveis para as empresas que possuem estas atividades.

### 2.3.3 Oportunidades de tecnologias de Produção mais Limpa aplicáveis

O termo Produção Mais Limpa - P+L (*Cleaner Production*) é disseminado pela UNIDO/UNEP em empresas do setor industrial desde 1991. Conforme UNIDO (2014), a “P+L é a aplicação contínua de uma estratégia ambiental preventiva integrada a processos, produtos e serviços para aumentar a eficiência e reduzir os riscos para os seres humanos e ao meio ambiente”. O método é baseado no programa Ecoprofit - *Ecological Project For Integrated Environmental Technologies* (Projeto Ecológico para Tecnologias Ambientais Integradas). Este programa é patrocinado pela UNIDO/UNEP e tem como meta principal fortalecer

economicamente a indústria através da prevenção da poluição e contribuir com a melhoria da situação ambiental de uma região.

Conforme Beserra e Elias (2010), o Ecoprofit investiga o processo de produção e todas as outras atividades relacionadas de uma empresa e estuda os problemas ambientais sob o ponto de vista da utilização das matérias primas e da energia. Esta abordagem também propicia a geração da inovação, considerando que, em muitos casos, será preciso fazer mudanças nos processos, nos produtos, como também na prática gerencial da empresa. Os autores também colocam que o prefixo “eco” tem um triplo significado, qual seja, (1) benefício ecológico; (2) benefício econômico; (3) alusão ao significado etimológico da palavra grega "oikos" (casa, a manutenção da casa).

Conforme a UNIDO (2014), as técnicas de P+L usualmente aplicadas nos países em desenvolvimento são as seguintes:

1. Boas práticas operacionais: as boas práticas operacionais implicam na adoção de medidas adequadas (procedimentos, técnicas, práticas) para evitar vazamentos e derramamentos e para alcançar o padrão de operação adequado e minimizar os resíduos, efluentes e emissões. São normalmente implementadas com baixo custo.

2. Substituição de matérias-primas ou insumos: substituição de insumos perigosos ou não-renováveis por materiais menos perigosos ou renováveis ou por materiais com um longo tempo de vida útil;

3. Melhor controle de processo: consiste da modificação dos procedimentos de trabalho, instruções de máquina e retenção de registros para operar os processos com maior eficiência e menores taxas de resíduos e emissões;

4. Modificação de equipamentos: modificação do equipamento de produção, de modo a executar os processos com maior eficiência e menores taxas de resíduos e geração de emissões;

5. Substituição de tecnologias: compreende a substituição da tecnologia, a sequência de processamento ou via de síntese, a fim de minimizar as taxas de geração de resíduos e emissões durante a produção;

6. Recuperação ou reuso no local: reutilização dos materiais desperdiçados no mesmo processo ou para outra aplicação dentro da empresa;

7. Produção de subprodutos aproveitáveis: transformação de resíduos anteriormente rejeitados em materiais que podem ser reciclados ou aproveitados para outra aplicação, fora da empresa; e

8. Modificação do produto: modificação das características do produto, a fim de minimizar os impactos ambientais do produto durante ou após a sua utilização ou para minimizar os impactos ambientais de sua produção.

É possível implementar várias técnicas de P+L complementares, variando baixo a nenhum investimento até a aquisição de tecnologias avançadas.

Na prática observa-se que a implementação das técnicas de P+L, na busca da prevenção da poluição com vistas à atuação responsável e com foco no ciclo de vida do produto, enfrenta barreiras. Tais barreiras (representadas na Figura 9) são oriundas da cultura do comportamento reativo à regulação ambiental e para transposição é necessário a criação de nova cultura, migrando do foco nos resíduos para o foco no processo e no ciclo de vida do produto. (SENAI-RS, 2003).

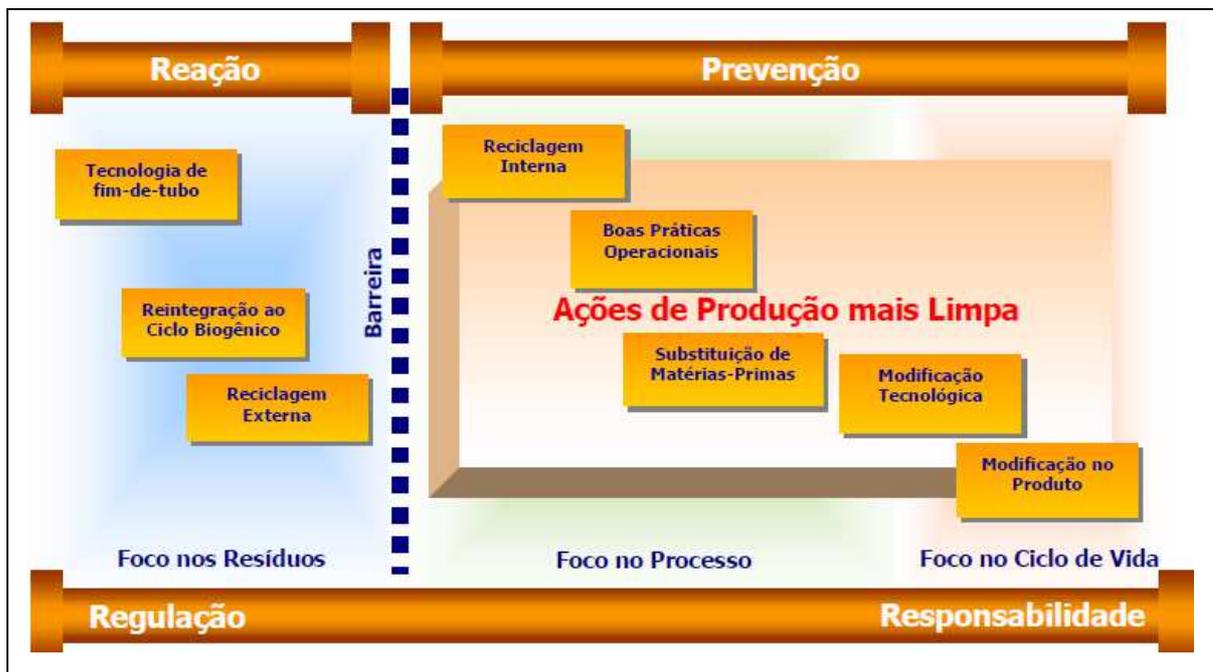


Figura 9 – Evolução da empresa rumo à P+L.

Fonte: (SENAI-RS, 2003)

Em seu estudo de caso Beserra e Elias (2010) aplicaram o método de Produção mais Limpa em uma indústria de beneficiamento de couro de grande porte. A empresa estudada tem como matéria-prima o couro wet blue e faz o beneficiamento até o produto acabado possuindo uma enorme gama de artigos finais. No referido estudo foram adotadas medidas para reduzir

geração de resíduos de couro curtido no processo de refila (recorte). Com a implementação das ações a empresa passou da geração de 12,12 g/couro no processo de refila para 9,60 g/couro, o que significou a redução da geração deste resíduo em mais de 20%.

São identificadas as seguintes opções para apoiar as empresas na busca de melhores resultados através da implantação de tecnologias de Produção mais Limpa ou similares:

- Programa de Produção mais Limpa e Selo de PmaisL - estabelecido, no Brasil e na América Latina, pelo Centro Nacional de Tecnologias Limpas SENAI (ligado a Organização das Nações Unidas para o Desenvolvimento Industrial – UNIDO e ao Programa de Meio Ambiente das Nações Unidas – UNEP) localizado no Rio Grande do Sul. (SENAI-RS, 2003) Este programa é aplicável a indústria do couro e a qualquer outra atividade da economia.
- Environmental Audit Protocol, do LWG (*Leather Working Group*) - trata-se de um Protocolo de Auditoria Ambiental específico para a indústria de curtumes. O objetivo é desenvolver e manter um protocolo que avalia os recursos de conformidade e desempenho ambiental de curtidores e promove práticas ambientalmente sustentáveis e adequadas dentro da indústria de couro. (LWG, 2015)
- Certificação do processo de produção de couros conforme a norma ABNT NBR 16.296 Couro – Princípios, critérios e indicadores para produção sustentável. (ABNT, 2014)
- Certificação do Sistema de Gestão Ambiental da empresa conforme a norma internacional ISO 14.001. (ISO, 2015)

Verifica-se que sistemas de gestão estão disponíveis para as empresas melhorarem seus processos e atingirem melhor desempenho.

### 3 METODOLOGIA

A metodologia foi orientada de acordo com Tognetti (2006). Trata-se de um trabalho de pesquisa aplicada, de natureza qualitativa e quantitativa, cujos objetivos foram conduzidos pela pesquisa exploratória e descritiva, formando um estudo de caso do gerenciamento de resíduos do setor coureiro do estado do Rio Grande do Sul.

A pesquisa envolveu o levantamento bibliográfico apresentado no capítulo 2, a identificação das unidades de produção de couros do Rio Grande do Sul descrita em 3.1.1, a condução de uma pesquisa com *survey* mediante a aplicação de um questionário conforme apresentado no item 3.1.2 e uma pesquisa qualitativa e quantitativa documental, conforme 3.1.3.

#### 3.1 DESCRIÇÃO DAS ETAPAS

A metodologia definida contempla três etapas estruturadas para atender aos objetivos específicos definidos no item 1.2.2. A Figura 10 demonstra o fluxograma do método.

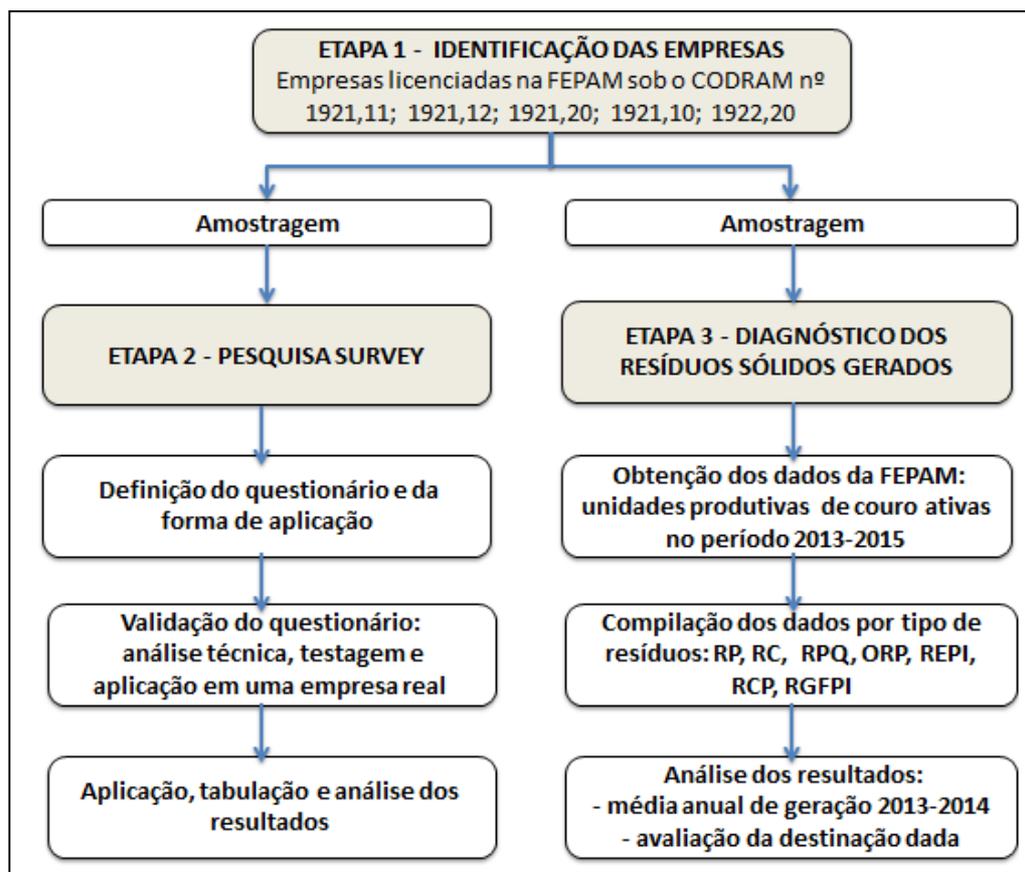


Figura 10 – Fluxograma da pesquisa.

Fone: autora

### 3.1.1 Identificação das unidades produtivas e amostragem – Etapa Um

A identificação das unidades produtivas de couro localizadas no Rio Grande do Sul foi realizada mediante o acesso às informações das entidades setoriais: Associação das Indústrias de Curtumes do Sul (AICSUL), por contato direto; o Centro das Indústrias de Curtumes do Brasil (CICB), por pesquisa na listagem de associados (CICB, 2016A), por meio de pesquisa no Guia Brasileiro do Couro, da Associação Brasileira de Químicos e Técnicos da Indústria do Couro (ABQTIC, 2016); e mediante o acesso ao banco de dados do Sistema de Gerenciamento e Controle de Resíduos Sólidos Industriais – SIGECORS, da FEPAM.

A amostragem abrangeu todo o universo de unidades produtivas de couro com licenciamento ambiental ativo na FEPAM no ano de 2014. Devido à natureza das atividades dos curtumes e a sua classificação como alto potencial poluidor, até o ano de 2014 o licenciamento ambiental deste tipo de atividade era centralizado na FEPAM. Estas unidades produtivas de couro foram selecionadas conforme as tipologias de licenciamento ambiental estabelecidas no Rio Grande do Sul.

O licenciamento ambiental das empresas do setor couro é classificado pela FEPAM em diferentes tipologias, de acordo com a abrangência e a natureza dos processos realizados. Cada tipologia recebe uma codificação distinta denominada CODRAM – Código do Ramo. Assim sendo, foram analisados os dados dos ramos industriais citados na Tabela 19.

**Tabela 19 – Ramos industriais pesquisados**

<b>CODRAM</b>	<b>Descrição do ramo</b>	<b>Inclusão na amostra</b>
1910,00	Secagem e salga de couros e peles (somente zona rural)	NÃO
1921,11	Curtimento de peles bovinas/ suínas/ caprinas e eqüinas - curtume completo	SIM
1921,12	Curtimento de peles bovinas/ suínas/ caprinas e eqüinas - ate wet blue ou atanado	SIM
1921,20	Curtimento de pele ovina	SIM
1921,10	Acabamento de couros, a partir de wet blue ou atanado	SIM
1922,20	Acabamento de couros, a partir de couro semi-acabado	SIM
1930,00	Fabricação de cola animal	NÃO
1940,00	Fabricação de artefatos diversos de couros e peles	NÃO
1940,10	Fabricação de ossos para cães	NÃO

Fonte: adaptado de FEPAM (2016C)

Mesmo tendo sido identificados empreendimentos (dois em 2013 e um em 2014) licenciados na FEPAM, para a atividade de secagem e salga de couros e peles (CODRAM 1910,00), esta tipologia não foi incluída na amostragem, por se tratar de uma atividade fornecedora de matéria prima da produção de couro. As atividades referentes a fabricação de

cola animal (CODRAM 1930,00), fabricação de artefatos diversos de couros e peles (CODRAM 1940,00) e fabricação de ossos para cães (CODRAM 1940,10), também não foram pesquisadas visto que se tratam de empresas receptoras dos produtos ou subprodutos da indústria do couro.

Dessa forma, considerando o objetivo geral deste trabalho “realizar uma avaliação ambiental do gerenciamento de resíduos sólidos oriundos da produção de couros do Rio Grande do Sul”, optou-se pelos seguintes critérios de amostragem:

- Amostragem aleatória simples com admissão de um erro amostral de 5% e adoção do nível de confiança de 95%. (SANTOS, 2016) para a pesquisa *survey* (Etapa 2);
- inclusão de toda a população de unidades de produção de couro com Licença de Operação e SIGECORS ativos na FEPAM no ano de 2013 e 2014 na realização do diagnóstico dos resíduos gerados (Etapa 3).

Para assegurar um percentual mínimo de respondentes, foram utilizados os critérios definidos por MARCONI e LAKATOS (2010, p.184), que estabelecem o 25% de respostas no mínimo.

A Etapa Um contribuiu para o alcance de todos os objetivos específicos.

### **3.1.2 Pesquisa *survey* – Etapa Dois**

A *survey* trata-se de uma técnica de pesquisa descritiva que procura determinar práticas (ou opiniões) presentes em uma população específica, utilizando como instrumento questionários ou entrevistas (THOMAS, NELSON, SILVERMAN, 2012).

Através da condução de uma pesquisa *survey* foram levantadas informações diretamente com o grupo de interesse, objetivando o conhecimento das práticas de gestão e controle adotadas pelos geradores dos resíduos. Nesse tipo de pesquisa, o respondente não é identificável, portanto o sigilo foi garantido aos participantes.

O questionário *survey* foi construído a partir das premissas do gerenciamento de resíduos sólidos (item 2.3.1), dos requisitos legais aplicáveis a resíduos de curtumes (item 2.3.2), das oportunidades de tecnologias de produção mais limpas aplicáveis (item 2.3.3), das possíveis aplicações para os resíduos da indústria do couro (item 2.2.3). O questionário foi construído de forma a possibilitar a análise de aspectos técnico-operacionais, ambientais e legais. O questionário (conforme o APÊNDICE 01). Foi também estruturado de forma a

proporcionar maior conhecimento sobre o gerenciamento de resíduos de curtumes e identificar as práticas de gestão e controle adotadas no RS, bem como os pontos fortes e àqueles onde há maior necessidade de melhoria ou carência. O mesmo foi dividido nas seções a seguir:

- Seção 1 - Caracterização das empresas (8 questões);
- Seção 2 - Gerenciamento dos resíduos sólidos (21 questões);
- Seção 3 - Ferramentas ou sistemas de gestão e controle ambiental (10 questões); e
- Espaço para manifestação livre.

O questionário foi estruturado para um survey eletrônico através das ferramentas do *Google Docs* disponíveis em < <https://docs.google.com/forms>>.

Uma vez estruturado, o questionário foi submetido a um processo de validação que compreendeu: a análise técnica das questões pelos conselhos de meio ambiente da Associação de Curtumes do Sul (AICSUL) e da Associação Brasileira de Químicos e Técnicos da Indústria do Couro (ABQTIC); da realização de pré-testes por três técnicos do Instituto SENAI de Tecnologia em Couro e Meio Ambiente; e, por fim, pela aplicação de piloto em uma das empresas compreendidas na amostra.

Após a validação foi procedida a aplicação da pesquisa. Esta foi realizada por meio do envio dos questionários aos responsáveis da área de meio ambiente das unidades produtivas de couro do estado do Rio Grande do Sul juntamente com um *e-mail* (carta) de apresentação. O formulário foi disponibilizado através do *e-mail* e do *link* gerado [https://docs.google.com/forms/d/1Rh\\_a4N7Oo73B\\_floCVqyGd1vfwuOJ7XR9OMPrX5HU/edit?usp=forms\\_home](https://docs.google.com/forms/d/1Rh_a4N7Oo73B_floCVqyGd1vfwuOJ7XR9OMPrX5HU/edit?usp=forms_home). Foram realizados contatos telefônicos e pessoais, além da intermediação da Associação das Indústrias de Curtume do Sul (AICSUL), a fim de propiciar o maior retorno de questionários preenchidos. Não foram realizadas entrevistas e nem visitas às empresas.

A Etapa Dois contribuiu para o alcance dos objetivos específicos “c” e “d”.

### **3.1.3 Diagnóstico dos resíduos sólidos gerados – Etapa Três**

A identificação, caracterização e quantificação dos resíduos sólidos gerados pelas unidades de produção de couros em atividade no período de janeiro de 2013 à dezembro de 2014 foi realizada mediante o acesso ao banco de dados do Sistema de Gerenciamento e Controle de Resíduos Sólidos Industriais – SIGECORS, da FEPAM (FEPAM, 2016A).

Para tanto, foi obtida junto a FEPAM uma compilação dos dados coletados pelo órgão ambiental trimestralmente, por meio da Planilha Trimestral de Resíduos Sólidos Gerados, a qual os geradores são obrigados reportar ao órgão ambiental licenciador (FEPAM, 2016A).. A compilação recebida da FEPAM, referente a todas as empresas incluídas na amostra (conforme apresentado na Tabela 19), contemplou os dados e informações a seguir.

- Dados relacionados aos geradores:
  - nº do empreendimento e do empreendedor;
  - descrição do empreendimento e ramo da atividade;
  - localização;
  - razão social e CNPJ do empreendimento.
- Dados relacionados aos resíduos:
  - tipo e código do resíduo (CODRES);
  - trimestre e ano de geração;
  - quantidade gerada e unidade de medida correspondente.
- Dados relacionados ao destino final dos resíduos:
  - descrição e código do destino (CODEST);
  - razão social, CNPJ e endereço do destinatário.

Os diferentes tipos de resíduos informados pelos geradores foram identificados e agrupados por origem, conforme a descrição apresentada no item 2.2.1 e na Tabela 8, em:

- Resíduos sólidos oriundos da matéria-prima, subdivididos em duas categorias –
  - resíduos de pele (RP) e
  - resíduos de couro (RC);
- Resíduos sólidos oriundos dos sistemas de controle de poluição (RCP);
- Resíduos sólidos oriundos de produtos químicos (RPQ);
- Outros resíduos oriundos do processo (ORP); e
- Resíduos de equipamento de proteção individual (REPI).

Visto os dados apresentados pelos geradores nas suas planilhas trimestrais, foi incluída a categoria “Resíduos sólidos gerados fora do processo industrial” (RGFPI).

A classificação da periculosidade dos resíduos foi feita conforme o padrão estabelecido pelo SIGECORS. Neste sistema existe uma classificação definida, pelo próprio órgão ambiental para cada código CODRES de resíduo. Para proceder a classificação foram consultadas as planilhas por setor industrial, no caso o “setor couro” (FEPAM, 2016B) e a planilha de geração de resíduos sólidos *on line* (FEPAM, 2016), aplicável a todas as atividades licenciadas, independente do setor industrial.

Para a quantificação, os resíduos foram agrupados por tipo (CODRES) e por ano (2013 e 2014) e as quantidades somadas de acordo com as unidades de medida informadas pelos geradores. As unidades de medida informadas (litros, metros cúbicos, quilogramas, toneladas, peças e unidades) foram convertidas em uma unidade padrão sempre que possível de acordo com a seguinte ordem de preferência:

- massa (toneladas);
- volume (metros cúbicos); e
- número de itens (em alguns casos é usada a contagem de peças, sendo que o SIGECORS define esta contagem como unidades).

A conversão das quantidades dos resíduos oriundos de pele e de couro foi baseada na massa unitária dos mesmos. Para tanto, foi adotado como referência o método “C” de determinação da massa unitária de um agregado estabelecido na norma NBR NM 45:2006. Conforme esta norma, a massa unitária é definida como “a relação entre a massa do agregado lançado no recipiente de acordo com o estabelecido nesta Norma e o volume desse recipiente”. (ABNT, 2006)

A determinação da massa unitária dos resíduos em estudo foi baseada no método “C” da NBR NM 45, indicado para os materiais no estado solto (ABNT, 2006). Para que os valores encontrados estivessem mais próximos à situação de manuseio e transporte reais, os mesmos não passaram por secagem. Dessa forma simulou-se a situação do momento da geração do resíduo.

Para o ensaio de determinação da massa unitária dos resíduos, foram realizadas três repetições de cada uma das amostras e posteriormente utilizada a média dos resultados obtidos.

Os ensaios foram realizados no Curtume Piloto do Instituto SENAI de Tecnologia Couro e Meio Ambiente, em Estância Velha.

A identificação da destinação final dada aos resíduos gerados foi realizada a partir da averiguação da razão social, CNPJ, endereço e atividade realizada pelos destinatários dos resíduos. A descrição do destino identificada pelo código CODEST informado pelos geradores a cada destinação, não foi considerada no diagnóstico realizado.

A destinação final dada aos resíduos gerados pelos seus geradores foi considerada para fazer a distinção entre:

- Rejeito - todo material destinado à disposição final; e
- Aproveitamento de material – todo material que teve a destinação final ambientalmente adequada mediante alguma forma de aproveitamento (seja pela reutilização, reciclagem, recuperação, compostagem, incorporação no solo agrícola ou aproveitamento energético) ou que teve a logística reversa.

A Etapa Três contribuiu para o alcance dos objetivos específicos “a”, “b”, “d” e “e”.

## 4 APRESENTAÇÃO, ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Nesse capítulo do trabalho, são apresentados os resultados obtidos nas etapas descritas na metodologia, buscando atingir os objetivos do estudo.

### 4.1 IDENTIFICAÇÃO DAS UNIDADES PRODUTIVAS E AMOSTRAGEM – ETAPA UM

Foram identificadas unidades de produção de couro em 34 municípios diferentes, conforme apresentado na Tabela 20.

**Tabela 20 - Localização das atividades licenciadas e com SIGECORS ativo no período 2013 - 2015**

MUNICÍPIO	Nº DE ATIVIDADES LICENCIADAS	MUNICÍPIO	Nº DE ATIVIDADES LICENCIADAS
Estancia Velha	25	Dois Irmãos	1
Portão	14	Encantado	1
Novo Hamburgo	11	Erechim	1
Ivoti	5	Esteio	1
Campo Bom	3	Guarani das Missões	1
Flores da Cunha	3	Igrejinha	1
Caxias do Sul	2	Marau	1
Lajeado	2	Muçum	1
Lindolfo Collor	2	Nova Esperança do Sul	1
Montenegro	2	Pelotas	1
Picada Cafe	2	Porto Alegre	1
Sao José do Hortêncio	2	Roca Sales	1
São Leopoldo	2	São Lourenço do Sul	1
Arroio do Meio	1	Sapiranga	1
Bagé	1	Teutônia	1
Camaquã	1	Três Coroas	1
Casca	1	Venâncio Aires	1

Fonte: autora

Foram identificadas 96 atividades (referentes a 93 empresas) licenciadas na FEPAM para os ramos CODRAM 1910,00 / 1921,11 / 1921,12 / 1921,20 / 1921,10 / 1922,20 citados na Tabela 19, com a situação de gerenciamento de resíduos ativa no SIGECORS, no período de janeiro de 2013 a dezembro de 2015.

Os tipos de ‘atividade licenciada’ foram identificadas no cadastro do SIGECORS e classificadas conforme a Tabela 21.

Tabela 21 – Número de atividades de produção de couro com o SIGECORS ativo, por ano

IDENTIFICAÇÃO DA ATIVIDADE LICENCIADA	Nº de atividades/ano		
	2013	2014	2015
Acabamento em couros	41	38	36
Curtume completo	18	18	19
Acabamento de couro de semi-acabado	5	6	3
Curtume atanado	4	4	4
Curtimento de peles ovinas	4	4	4
Curtume até wet-blue	2	2	2
Acabamento de couro de semi-acabado e de wet-blue	1	1	1
Acabamento de couros atanados	1	1	1
Acabamento em couros a partir de wet-blue e com recurtimento	1	1	1
Acabamento em couros a partir de wet-blue ou atanado	1	1	1
Acabamento em couros e produção de oleína biocombustível	1	1	1
Acabamento em couro a partir de wet-blue	1	1	1
Acabamento em couro a partir de pele piquelada	1	1	1
Beneficiamento de couros a partir de couros salgados ou wet-blue	1	1	1
Curtimento de peles bovinas	1	1	1
Rebaixamento e enxugamento de couros	1	1	1
Recurtimento e acabamento em couros	1	1	1
Depilação, piquelagem e curtimento de couros	1	1	1
Curtume até wet-brown	1	1	0
Curtume completo de peles bovinas	1	1	0
Curtume de peles bovinas sem operações de caleiro	1	1	0
Indústria de couros	1	1	0
Processamento de peles de chinchilas	1	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>91</b>	<b>88</b>	<b>80</b>

Fonte: autora

Tratando-se de um curtume piloto, usado somente em atividades de ensino, em que não é realizada a produção de couros, o curtume do Instituto SENAI de Tecnologia Couro e Meio Ambiente (CODRAM 1921,11), localizado em Estância Velha, foi excluído da população. Dessa forma, a população pesquisada compreende 95 unidades de produção de couros.

O número total de atividades identificadas (96) é maior de que o nº máximo de empresas ativas por ano (91) porque houve a entrada e saída de atividades de produção de couros no sistema SIGECORS no período pesquisado.

Verifica-se nos dados da Tabela 21, que, comparado ao ano de 2014, houve uma redução de 17% de empreendimentos com o SIGECORS ativo em 2015. Acredita-se que este fato pode estar relacionado a mudança da competência legal para o licenciamento das

atividades. As atividades de curtimento e acabamento de peles e couros são consideradas no estado do Rio Grande do Sul, como sendo de alto potencial poluidor e, até o ano de 2014, o seu licenciamento ambiental era centralizado na FEPAM. No final de 2014, por meio da Resolução CONSEMA N.º 288 (CONSEMA, 2014), ocorreu uma atualização das tipologias (que causam ou que possam causar impacto de âmbito local) ampliando a competência municipal do licenciamento ambiental. Os códigos CODRAM 1921-11, 1921-12, 1921-20, 1922-10 e 1922-20, para empresas de porte mínimo (até 250m<sup>2</sup> de área útil) e pequeno (de 250,01 até 2000 m<sup>2</sup> de área útil) foram incluídas nesta legislação como licenciáveis pelos municípios (CONSEMA, 2014).

Considerando que das 95 empresas constantes no SIGECORS em 2013 e 2014, 12 fecharam e 3 estavam inativas no primeiro semestre de 2016, a população foi reduzida a 80 elementos. A partir desta população foi definida para a Etapa 2 a amostra mínima de 67 empresas, admitindo um erro amostral de 5% e utilizado o nível de confiança de 95% (SANTOS, 2016).

Atendendo os critérios de amostragem definidos para a Etapa 3, foram analisados os dados oriundos das 95 empresas com Licença de Operação e SIGECORS ativos na FEPAM nos anos de 2013 e 2014.

## **4.2 PESQUISA SURVEY – ETAPA DOIS**

Das 80 empresas presentes na população do grupo estudado, 72 receberam o questionário, portanto 5 acima do tamanho mínimo da amostra (67 empresas). Para 8 empresas não foi possível encaminhar o formulário devido a problemas de contato (os e-mails retornaram e não foi identificado e-mail alternativo e nem outra forma de contato).

Das 72 empresas que receberam o questionário, 19 responderam à pesquisa, chegando a uma participação de 26,4%. O nível de resposta foi considerado satisfatório, pois, “em média, os questionários expedidos pelo pesquisador alcançam 25% de devolução” MARCONI e LAKATOS (2010, p.184).

O perfil dos respondentes dos questionários, conforme descrito a seguir, foi considerado adequado aos objetivos da pesquisa. Perfil dos respondentes: Responsável técnico pelos resíduos e/ou efluentes (36,8%); Encarregado da área de resíduos (10,5%); Gerente,

supervisor ou coordenador (26,3%); Responsável técnico do processo produtivo (5,3%); Empresário/sócio da empresa (15,8%); e, Colaborador do setor administrativo (5,3%).

A pesquisa foi realizada no período de 26 de março a 20 de maio de 2016.

#### **4.2.1 Caracterização das empresas**

As unidades de produção de couros que responderam a pesquisa estão localizadas em 14 municípios do Rio Grande do Sul e caracterizam-se principalmente por empresas de médio porte, tanto pelo faturamento (47,4% possuem faturamento maior que R\$ 16 milhões e menor ou igual a R\$ 90 milhões) quanto pelo número de colaboradores (52,6% contam com 100 a 499 colaboradores, somados os funcionários e terceiros).

Quanto à produção, 52,6% das empresas atuam no processamento de couro curtido até couro acabado processando peles bovinas (94,7%). Também ocorre o processamento de peles ovinas, caprinas e suínas no estado do Rio Grande do Sul.

No curtimento e recurtimento são aplicados produtos à base de cromo, tanino, alumínio, zircônio e glutaraldeído. O cromo é o mais utilizado, estando presente em 94,7% das empresas. O tanino vem em seguida com aplicação em 68,4% dos respondentes.

As atividades da produção de couros são realizadas em instalações de idades variadas, sendo que a maioria está entre 11 e 59 anos (68,4%). Todos os empreendimentos pesquisados possuem licenciamento ambiental emitido pela FEPAM, sendo que 52,6% estavam em processo de renovação da Licença de Operação no momento da pesquisa.

A Tabela 22 apresenta a caracterização das unidades de produção de couros do Rio Grande do Sul, conforme as respostas da seção 1 do questionário aplicado.

Tabela 22 - Caracterização das unidades de produção de couros do RS

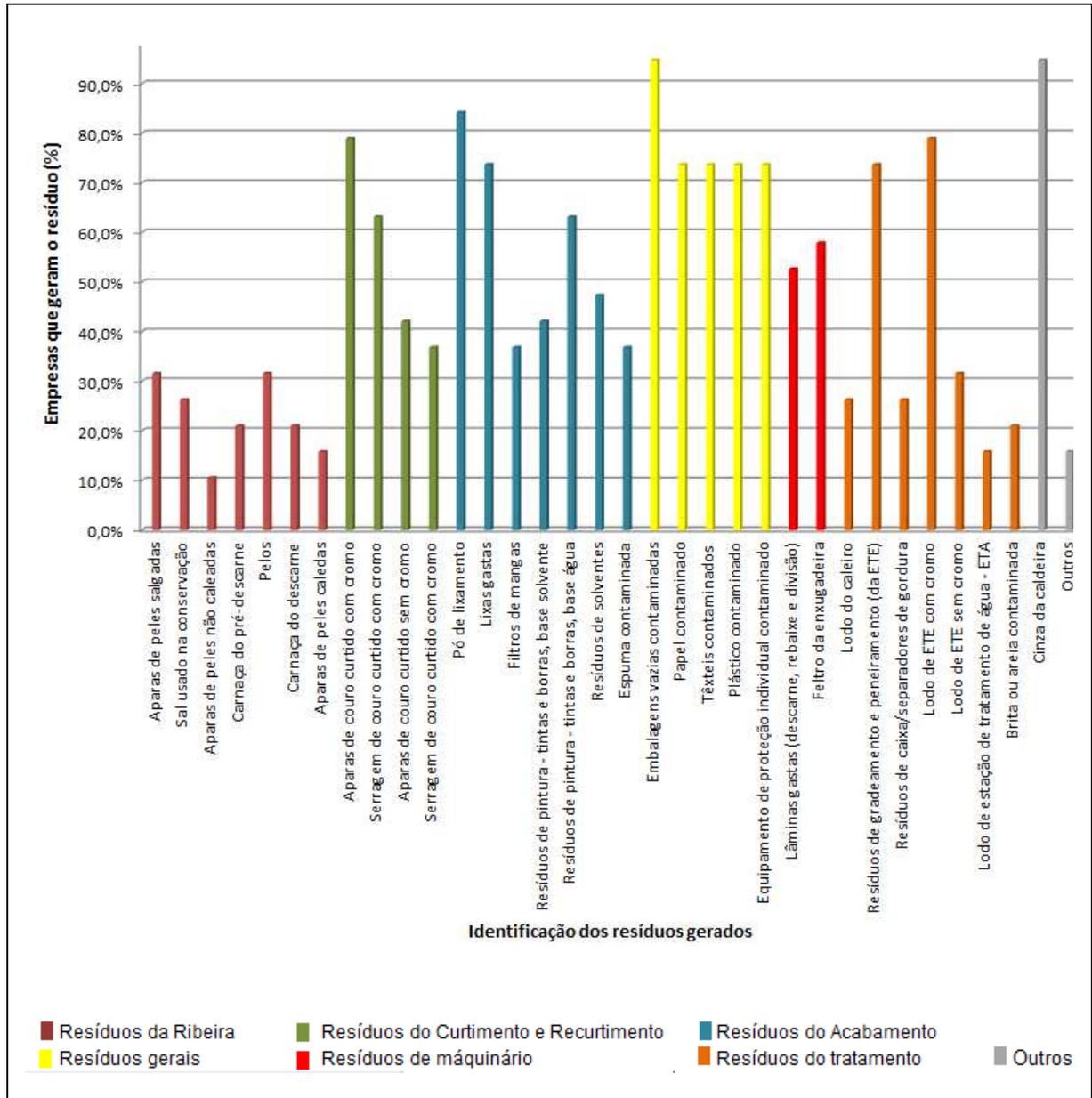
CARACTERÍSTICAS	PARTICIPAÇÃO	
<b>Porte por faturamento</b>		
Microempresa - Menor ou igual a R\$ 2,4 milhões	3	15,8%
Pequena empresa - Maior que R\$ 2,4 milhões e menor ou igual a R\$ 16 milhões	3	15,8%
Média empresa - Maior que R\$ 16 milhões e menor ou igual a R\$ 90 milhões	9	47,4%
Média-grande empresa - Maior que R\$ 90 milhões e menor ou igual a R\$ 300 milhões	3	15,8%
Grande empresa - Maior que R\$ 300 milhões	1	5,3%
<b>Número médio de colaboradores</b>		
Até 19	1	5,3%
De 20 a 99	7	36,8%
De 100 a 499	10	52,6%
500 ou mais	1	5,3%
<b>Matéria-prima utilizada</b>		
Pele bovina	18	94,7%
Pele caprina *	1	5,3%
Pele suína *	1	5,3%
Pele ovina	1	5,3%
* produção conjunta com pele bovina		
<b>Tipo de unidade produtiva</b>		
Atua no processamento de pele crua até couro acabado (curtume completo)	3	15,8%
Atua no processamento de pele crua até couro curtido	2	10,5%
Atua no processamento de pele crua até couro crust (semi-acabado)	1	5,3%
Atua no processamento de couro pré-curtido até couro acabado	1	5,3%
Atua no processamento de couro curtido até couro acabado	10	52,6%
Atua no processamento de couro crust (semi-acabado) até couro acabado	1	5,3%
Atua no curtimento de pele ovina	1	5,3%
<b>Tipo de curtente e/ou recurtente usado no processo **</b>		
Cromo	18	94,7%
Tanino (pode ser vegetal e/ou sintético)	13	68,4%
Alumínio	4	21,1%
Glutaraldeído	3	15,8%
Zircônio	2	10,5%
Nenhum. Não é realizado processo de curtimento e nem de recurtimento na empresa.	1	5,3%
** as empresas trabalham com mais de um tipo de curtente		
<b>Idade da instalação</b>		
Menos de 10 anos	1	5,3%
De 11 a 29 anos	6	31,6%
De 30 a 59 anos	7	36,8%
De 60 anos ou mais	5	26,3%
<b>Situação do licenciamento ambiental</b>		
LO emitida pela FEPAM e dentro do prazo de validade.	9	47,4%
LO emitida pela FEPAM e em processo de renovação.	10	52,6%

Fonte: autora

#### 4.2.2 Gerenciamento dos resíduos

A seção 2 do questionário teve por objetivo conhecer a forma de gerenciamento dos resíduos sólidos gerados nos processos do couro.

Foi informada a geração de 33 tipos diferentes de resíduos e indicada a geração de “outros” resíduos não presentes na listagem, por 3 empresas. A Figura 11 apresenta os resíduos gerados pelas empresas do RS, conforme informado pelos participantes da pesquisa.

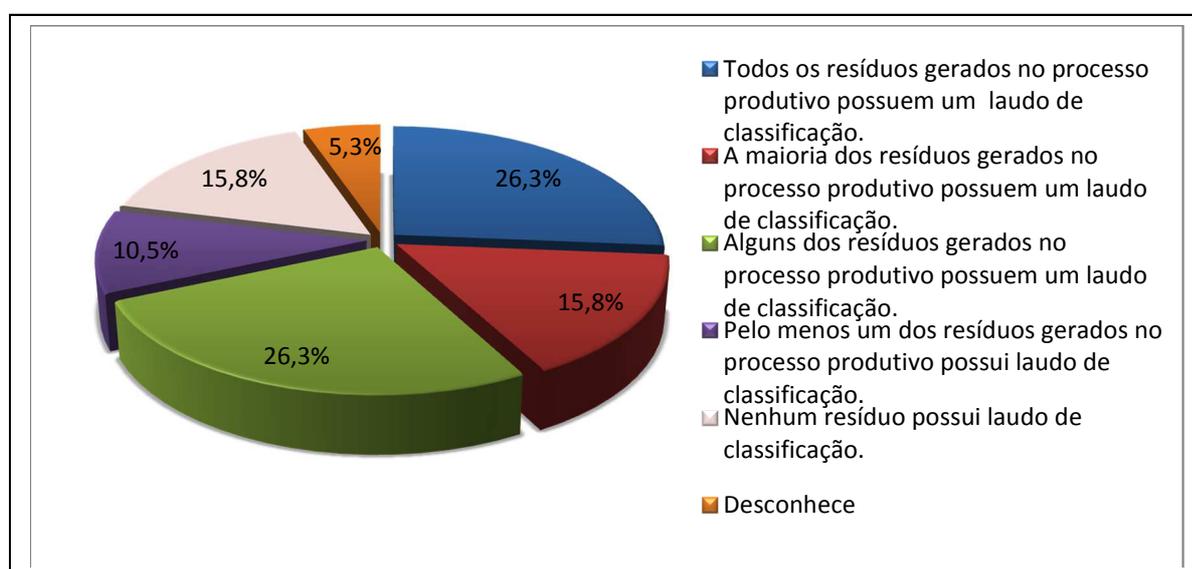


**Figura 11 – Resíduos gerados na produção de couros nas empresas do RS.**

Fonte: autora

Verificou-se a geração de resíduos sólidos em todos os processos realizados. Os setores “ribeira”, “acabamento” e “tratamento de águas e efluentes” contribuem cada um com 20,6% dos tipos de resíduos. O setor de “curtimento e recurtimento” é o que gera a menor variedade de resíduos, contribuindo com 11,8% dos tipos. Os resíduos oriundos de embalagens, insumos e Equipamentos de Proteção Individual – EPI somam 14,7% dos tipos de resíduos e

podem ser gerados em todos os processos. Foram indicados ainda resíduos de insumos de maquinário, de cinzas de caldeira e outros, que somam 8,8%. Nenhuma das empresas participantes informou gerar resíduos de carvão ativado. Este resíduo poderia ser gerado caso as empresas utilizassem filtros com o recheio de carvão ativado. Quanto à classificação dos resíduos, os dados levantados na pesquisa demonstram que a maioria das empresas realiza ou realizou análises laboratoriais dos resíduos gerados no processo produtivo conforme a norma ABNT NBR 10.004 (ABNT, 2004). Apenas 15,8% das empresas informaram que nenhum resíduo possui laudo de classificação. A Figura 12 apresenta uma visão da incidência de análises de classificação de resíduos sólidos



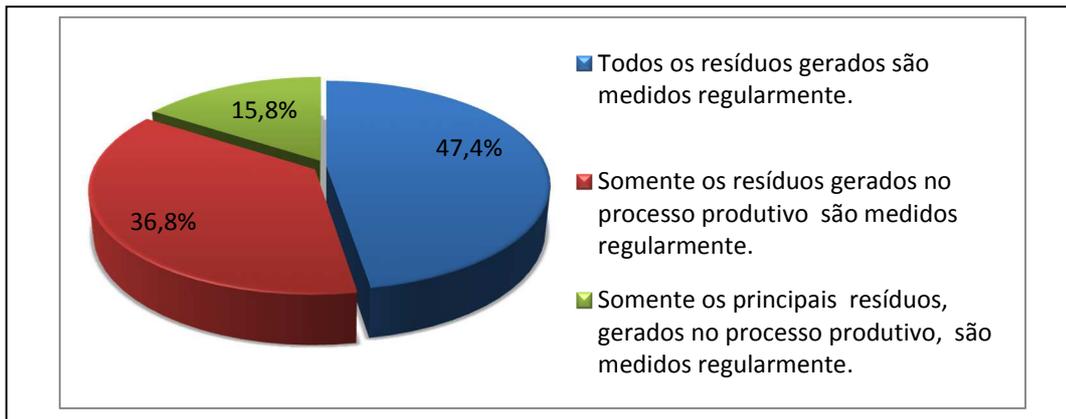
**Figura 12 – Percentual de empresas que procedem à classificação dos resíduos sólidos do processo, conforme a norma NBR 10.004:2004**

Fonte: autora

As análises de classificação têm por finalidade estabelecer o potencial de risco que um resíduo oferece ao meio ambiente e à saúde humana (ABNT, 2004) sendo importantes para a confirmação (ou não) da sua periculosidade e a promoção do adequado gerenciamento. A adoção das normas brasileiras para a classificação de resíduos citadas na Tabela 13 torna-se obrigatória uma vez que as mesmas são citadas na PNRS (BRASIL, 2010A), na Lei 9.921, que dispõe sobre o gerenciamento de resíduos sólidos no RS (RIO GRANDE DO SUL, 1993) e nas licenças ambientais das empresas instaladas no RS. No entanto na referida legislação não são estabelecidos critérios para a realização destas análises, nem quanto ao número e a frequência mínima para a realização de análises. Os índices de realização de análises laboratoriais e manutenção de laudos de classificação de resíduos surpreenderam positivamente uma vez que

não foi verificada nas licenças de operação das empresas a obrigatoriedade de realizar as análises e apresentar os laudos de classificação ao órgão ambiental.

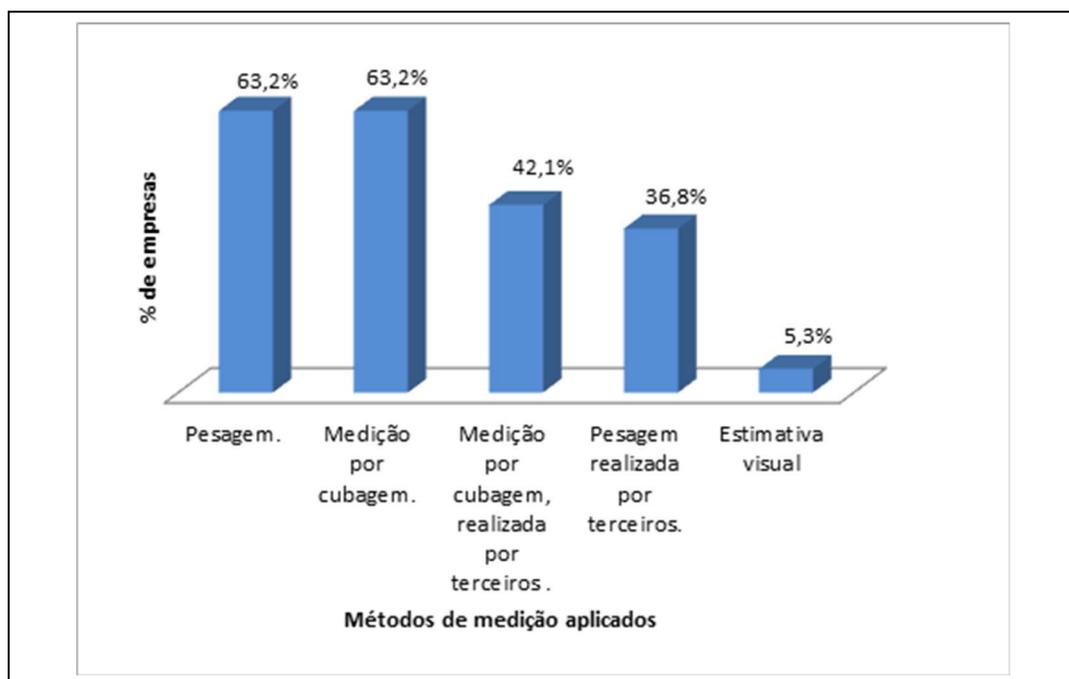
As empresas informaram que realizam a quantificação dos seus resíduos regularmente, conforme métodos definidos, sendo que 84,2% dos respondentes afirmaram que todos os resíduos gerados no processo produtivo são quantificados. A Figura 13 apresenta o percentual de aplicação de processos de quantificação de resíduos.



**Figura 13 – Percentual de empresas de produção de couros que realizam a quantificação de resíduos.**

Fonte: autora

A Figura 14 apresenta os índices de aplicação dos diferentes métodos de quantificação de resíduos.



**Figura 14 – Métodos de quantificação de resíduos adotados nas empresas de produção de couros.**

Fonte: autora

Em geral são aplicados mais de um método de medição para quantificar os resíduos gerados. Os métodos mais comuns são a pesagem e a cubagem realizadas na própria empresa, estando presentes em 62,3% das instalações. A cubagem consiste em estimar a quantidade de um resíduo depositado em um recipiente de volume conhecido (geralmente contêineres e caçambas). A cubagem e a pesagem realizada por terceiros também é comumente aplicada, estando presente em 42,1% e 36,8% das empresas, respectivamente. A quantificação por terceiros pode envolver o transportador e o destinatário do resíduo. A estimativa visual é aplicada em 5,3% das empresas.

Acredita-se que a quantificação por cubagem, por ser um método empírico, e a quantificação por terceiros, por não haver o controle do gerador do resíduo, podem acarretar em dados questionáveis e na falta da uniformidade na adoção das unidades de medida. A quantificação correta dos resíduos é fundamental para o gerenciamento dos mesmos, tanto para o simples controle, quanto para o acompanhamento do desempenho em relação às metas de redução da geração de resíduos, conforme estabelecido na PNRS (BRASIL, 2010A) e no PERS (RIO GRANDE DO SUL, 2015).

No que se refere a processos de tratamento ou condicionamento dos resíduos antes da sua destinação final, foi verificado que as empresas aplicam processos físicos, utilizando tecnologias para separação de sólidos e redução de volume. A Tabela 23 informa o percentual de aplicação de processos de tratamento presentes nas empresas de couro do estado.

**Tabela 23 – Tratamentos de resíduos realizados nas empresas de produção de couro no RS**

<b>TIPOS DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS APLICADOS</b>	<b>EMPRESAS</b>
Prensagem de aparas de couro.	31,6%
Prensagem ou outro tipo de compactação de serragem de couro.	57,9%
Prensagem ou outro tipo de compactação de pó de couro.	52,6%
Desaguamento de lodo de ETE por prensagem, centrifugação ou secagem.	89,5%
Outros tratamentos	10,5%
Nenhum tratamento	10,5%

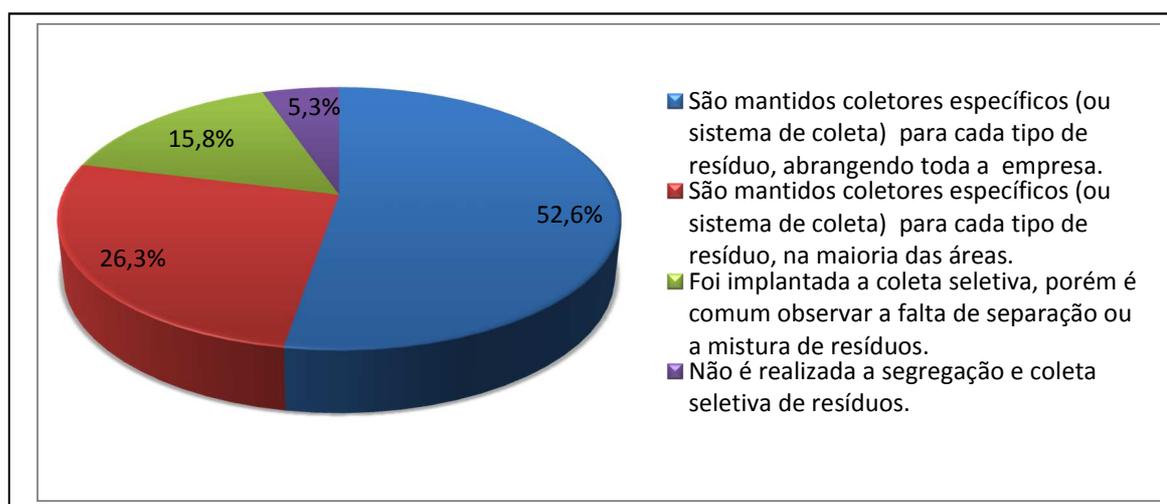
Fonte: autora

A variação de resultados quanto aos tipos de tratamento de resíduos aplicados é justificada pela geração de diferentes tipos de resíduos nas empresas, sendo que determinados resíduos não são gerados por todas as empresas. Por exemplo, um curtume que atua somente no acabamento de couro não gera “serragem de couro” e, portanto, não realiza a prensagem ou compactação deste resíduo. O mesmo ocorre com outros resíduos.

Conforme as respostas obtidas no questionário, foi verificado que 63,2% das empresas não realizam qualquer tipo de controle de umidade dos resíduos, e 36,8% realizam controle de umidade do lodo da ETE.

Considerando que a umidade associada à pele e aos diversos materiais gerados no seu processamento tem grande variação ao longo do processo (PACHECO; FERRARI, 2015), esta deveria ser controlada e monitorada de modo a cumprir os requisitos para a sua destinação, seja para o aproveitamento em novos processos, seja para a disposição final. No caso da disposição final em ARIPS, o controle de umidade é crítico já que foi verificado que constam limites máximos nas licenças ambientais dos geradores e dos destinatários do RS (60%, na maioria dos casos). O teor de umidade de um resíduo implica na geração de maior ou menor volume de percolado, influenciando no controle operacional realizado na instalação. Esta também afeta a massa e o volume dos resíduos, prejudicando o monitoramento realizado, especialmente no que se refere a avaliações de *performance* e comparação com indicadores de desempenho.

A segregação dos resíduos na fonte, de acordo com suas características, para fins de redução do volume dos resíduos a serem tratados e dispostos, garantindo a proteção da saúde e do meio ambiente é obrigatoriedade legal em todo território brasileiro (BRASIL, 2010A). Nesse sentido foi verificado se as empresas possuem sistemas de coleta seletiva, que, conforme a PNRS (BRASIL, 2010A), consiste na coleta de resíduos sólidos previamente segregados conforme sua constituição ou composição. A Figura 15 apresenta o nível de coleta seletiva mantido pelas empresas de produção de couro no RS.



**Figura 15 – Percentual de empresas de produção de couros que mantém a coleta seletiva de resíduos**

Fonte: autora

A eficácia do gerenciamento dos resíduos depende da sua segregação desde a sua geração até a destinação final. A coleta seletiva pode abranger o processo produtivo, as áreas administrativas e outras áreas da empresa. Foi verificado que 94,7% das empresas buscam a separação de resíduos mediante sistemas de coleta seletiva, enquanto que 5,3% informou que não realiza a separação na fonte. Entre as empresas, 15,8% afirmam observar a ocorrência de mistura de resíduos, demonstrando haver necessidade de maior conscientização dos usuários ou outra melhoria no sistema.

Conforme os participantes da pesquisa, o armazenamento temporário dos resíduos ocorre conforme é mostrado na Tabela 24.

**Tabela 24 – Formas de armazenamento temporário de resíduos sólidos nas empresas de produção de couro no RS (% de empresas)**

<b>FORMA DE ARMAZENAMENTO TEMPORÁRIO DE RESÍDUOS</b>	<b>RESÍDUOS CLASSE I</b>	<b>RESÍDUOS CLASSE II</b>
Em área coberta e com piso impermeabilizado onde ocorre o armazenamento de todos os resíduos, devidamente acondicionados (em contêineres, bombonas, sacos, fardos, etc.).	73,7%	84,2%
Em área sem cobertura e com piso impermeabilizado, provida de sistema drenagem dos líquidos para a coleta e tratamento. Nesta área ocorre o armazenamento dos resíduos devidamente acondicionados em recipientes com tampa (contêineres, bombonas ou tonéis) ou outro tipo de cobertura.	21,1%	10,5%
Em área sem cobertura e sem piso impermeabilizado, onde ocorre o armazenamento dos resíduos devidamente acondicionados em recipientes com tampa (contêineres, bombonas ou tonéis) ou outro tipo de cobertura.	5,3%	5,3%
Em área sem cobertura e sem piso impermeabilizado, onde ocorre o armazenamento dos resíduos acondicionados em recipientes sem tampa ou outro tipo de cobertura.	0%	0%
Não há uma área específica. O armazenamento dos resíduos ocorre em diversos locais, podendo ser com e sem cobertura e piso impermeabilizado.	0%	0%

Fonte: autora

De acordo com os dados apresentados na Tabela 24 conclui-se que todas as empresas possuem áreas específicas para o armazenamento temporário dos resíduos sólidos Classe I (perigosos) e Classe II (não perigosos). Também se conclui que as empresas mantêm os resíduos cobertos, em edificações cobertas ou sob outras formas de cobertura. Considerado os aspectos técnicos e construtivos definidos para o armazenamento de resíduos sólidos industriais perigosos e não perigosos, conforme as normas técnicas NBR 12.235 (ABNT, 1992) e NBR 11.174 (ABNT, 1990), é possível inferir que 94,7% das empresas atendem aos critérios normativos mínimos, visto que estes são acondicionados e mantidos cobertos, sobre pisos impermeabilizados e com coleta e tratamento de percolados (ABNT, 1992).

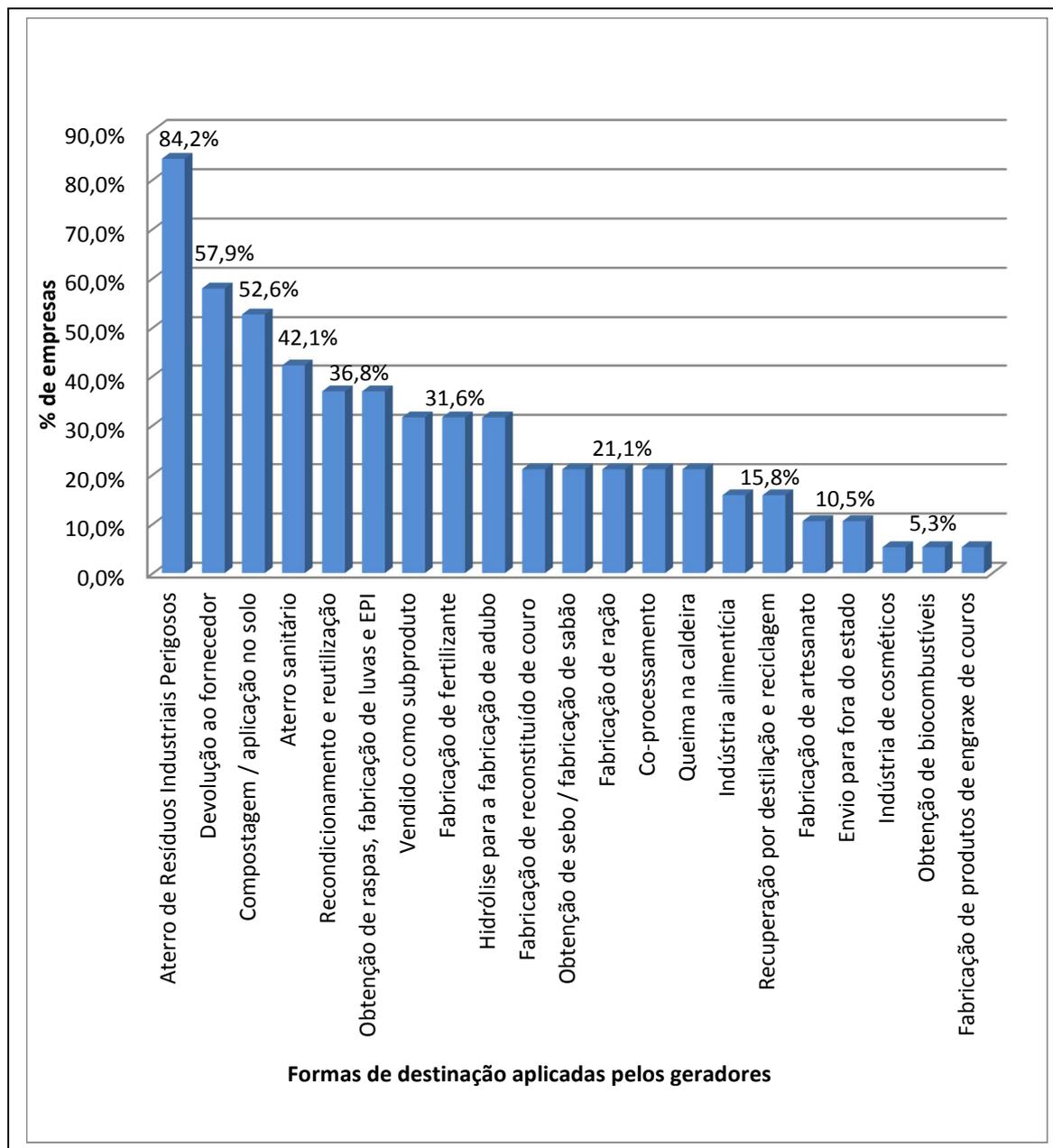
Quanto ao transporte dos resíduos para fora das instalações onde foram gerados, os resultados mostram que todas as empresas realizam algum tipo de controle sobre os transportadores, sendo que 100% exigem a Licença de Operação para todos os transportadores,

de todos os tipos de resíduos. No entanto, somente 63,2% realizam inspeções veiculares para assegurar o cumprimento das condições e restrições estabelecidas na contratação do serviço.

No que se refere a resíduos perigosos, cabe ressaltar que, de acordo com o parágrafo 32 do Decreto Nº 96.044 (BRASIL, 1988), o expedidor deve exigir do transportador o uso de veículo e equipamentos em boas condições operacionais e adequados para a carga a ser transportada. A mesma legislação ainda determina que o expedidor é responsável por avaliar as condições de segurança a cada viagem. Acredita-se que, mesmo tendo como premissa que os transportadores devidamente licenciados estejam cumprindo os requisitos legais e normativos mínimos necessários, a restrição estabelecida não é suficiente para eliminar os riscos de um acidente envolvendo o transporte de resíduos. Portanto, a adoção das inspeções veiculares abrangendo a verificação das condições do veículo, da carga, do condutor e da documentação (BRASIL, 1988) é de suma importância para a minimização desses riscos. Embora o potencial poluidor de resíduos industriais não perigosos seja menor, considera-se que a adoção das inspeções regulares contribua para as melhores condições de transporte.

Todos os participantes da pesquisa informaram que utilizam regularmente o Manifesto de Transporte de Resíduos (MTR) exigido pelo órgão ambiental estadual (FEPAM, 2009). Com a adoção do MTR para todos os resíduos gerados e o controle de retorno da terceira via assinada pelos destinatários, 57,9% das empresas procuram se assegurar da rastreabilidade do material destinado. Já 31,6% das empresas adotam esta prática somente para os resíduos perigosos e 10,5% não fazem o controle do retorno da via assinada pelo destinatário. O uso efetivo do MTR para todos os resíduos gerados, com o correto preenchimento e o controle de retorno da via assinada, é fundamental para assegurar a rastreabilidade dos resíduos gerados e destinados. Nesse sentido verifica-se uma oportunidade de melhoria para 42,1% das empresas do setor.

A Figura 16 apresenta o percentual de empresas que aplicaram cada uma das alternativas de destinação.



**Figura 16 – Formas de destinação de resíduos aplicadas pelas unidades de produção de couros**

Fonte: autora

Os resultados demonstrados na Figura 16 não estão relacionados às quantidades de resíduos destinados a cada uma das opções e não é possível fazer uma relação com a produção realizada nas empresas.

As unidades de produção de couro do RS participantes da pesquisa, informaram ter aplicado 21 formas de destinação de resíduos nos últimos três anos. Em 16 destas, pode-se verificar alguma forma de aproveitamento do resíduo. A grande variedade de alternativas aplicadas sugere que os geradores se preocupam com o aproveitamento e valorização dos resíduos gerados.

Conforme os participantes, 84,2% das empresas se utilizam de Aterros de Resíduos Industriais Perigosos (ARIP) para destinar resíduos gerados no processo industrial, mas apenas 26,3% informaram possuir ARIP próprio. Os resultados confirmam o ARIP como a solução utilizada pelo maior número de geradores para a destinação final de resíduos sólidos do setor couro no RS, no entanto, em termos de quantidade, este não foi o destino dado para a maior parte dos resíduos gerados no processo produtivo do couro no período de 2013 e 2014. Isto foi confirmado no diagnóstico realizado na terceira etapa deste trabalho, conforme os dados apresentados na Tabela 30 e na Tabela 32, referentes a resíduos oriundos da pele e do couro, para os resíduos de solventes (Tabela 34), para as embalagens dos produtos químicos (Tabela 35), para resíduos de madeira e cinzas da caldeira (Tabela 38) e para o lodo do processo de calceiro e os lodos não perigosos da ETE (item 4.3.6), sendo que a maior parte destes resíduos são valorizados novos processos. Já os resíduos de varrição, lixas gastas, plástico, papel, papelão e têxteis contaminados (Tabela 37), EPI (Tabela 39), lodo perigoso de ETE e demais resíduos perigosos de sistemas de controle de poluição (item 4.3.6) tem o ARIP como principal destinação.

Acredita-se que os ARIPs utilizados por estes geradores estejam operando em conformidade com os preceitos definidos na norma técnica NBR 10.157 (ABNT, 1987), conforme a avaliação realizada por Kipper (2013) em oito ARIPs localizados na região do Vale dos Sinos.

Foi verificado que 57,9% das empresas aplicam o processo de logística reversa (devolução ao fornecedor) de resíduos. Considerando que os processos realizados nos curtumes dependem de grande quantidade e variedade de produtos químicos, a logística reversa das suas embalagens é esperada, não só pelos aspectos legais relacionados à PNRS (BRASIL, 2010A), mas também por questões econômicas.

Quanto a terceira alternativa mais usada, que é a “compostagem/aplicação no solo”, aplicada por 52,6% das empresas, o índice é atribuída aos resíduos “cinzas da caldeira” (da queima de lenha) e do “lodo de calceiro”, cuja aplicação na agricultura e pastagens é comumente autorizada pela FEPAM.

Algumas das alternativas sugeridas no instrumento de pesquisa não foram confirmadas pelos respondentes, são elas: fabricação de ligantes e produtos para acabamento de couros, fabricação de artigos médicos, farmacêuticos e cirúrgicos, obtenção de cola, descurtimento para obtenção da proteína colagênica e fabricação de licor de cromo, fabricação de estuco, biodigestão com recuperação de energia, incineração e envio para outro país (na

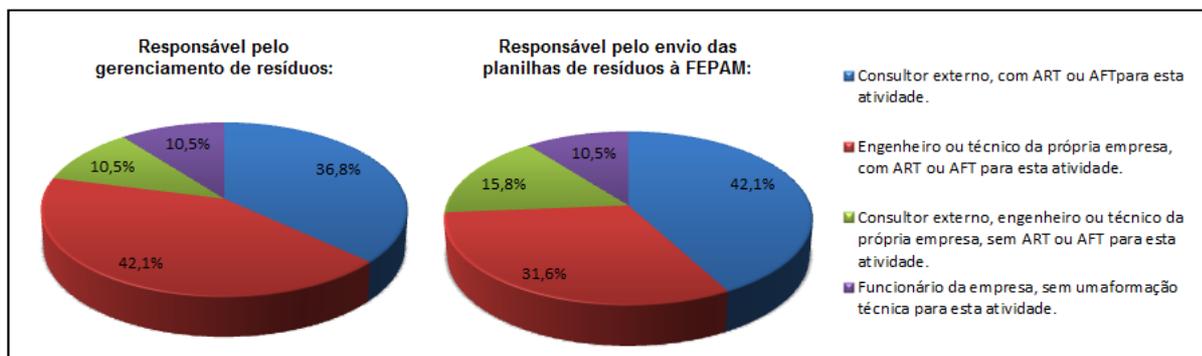
forma de exportação como matéria-prima para novo processo no país de destino). Contudo, os dados do SIGECORS referentes aos anos 2013 e 2014 apontam que ocorreu o aproveitamento de resíduos para a obtenção de cola (50,1% das aparas de couro atinado e 64,7% da serragem de couro atinado gerados) e o envio de 0,7% do resíduo “aparas e retalhos de couro com cromo” para tratamento em outro país (vide Tabela 32). Esta diferença pode ser em virtude do respondente da pesquisa estar se referindo ao momento da coleta do dado (primeiro semestre de 2016) ou pelo mesmo não ter conhecimento referente ao período em questão.

### 4.2.3 Gestão e controle ambiental

A seção 3 do questionário teve por objetivo conhecer as ferramentas ou sistemas de gestão e controle ambiental adotados pelas empresas do RS.

Os resultados obtidos indicam que a maioria das empresas (84,2%) possui um PGRS, enquanto que 10,2% informaram não possuir o plano e 5,3% não tem conhecimento sobre este assunto. No Rio Grande do Sul existe a obrigatoriedade de elaborar e manter atualizado um PGRS desde 1993, conforme definido pela Lei 9.921, desde 1993 (RIO GRANDE DO SUL, 1993) e, em todo o território nacional, desde 2010, conforme a Lei 12.305 (BRASIL, 2010A). Portanto, verifica-se a necessidade de melhoria neste quesito.

Foi verificado que 78,9% das empresas possuem um responsável legalmente habilitado para o gerenciamento de resíduos. No entanto, visto que este número se reduz para 73,7%, verifica-se que não é necessariamente o mesmo profissional que responde pelo preenchimento das planilhas trimestrais de resíduos sólidos encaminhadas para o SIGECORS/FEPAM, e acredita-se que a empresa utiliza profissionais sem que estes emitam a Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) ou Anotação de Função Técnica (AFT) para a função. A Figura 17 apresenta os profissionais com responsabilidade pelos resíduos gerados e destinado pelas empresas de couro do RS.



**Figura 17 – Responsabilidade no gerenciamento de resíduos (% de empresas).**

Fonte: autora

Uma das principais ferramentas utilizadas pela FEPAM para o monitoramento e controle da geração e destinação final de resíduos sólidos é a emissão, pelo gerador, das planilhas trimestrais de resíduos. Tais planilhas são preenchidas em um ambiente *web* denominado SIGECORS - Sistema de Gerenciamento e Controle de Resíduos Sólidos Industriais, disponível no site da FEPAM (FEPAM, 2008). Os resultados da pesquisa demonstram que a planilha trimestral do SIGECORS foi avaliada por 36,8% dos respondentes como sendo uma ferramenta excelente e 52,6% como uma ferramenta boa, enquanto que 10,5% consideram que o SIGECORS apresenta baixa eficácia. Embora mais de um terço dos respondentes tenha demonstrado acreditar que a ferramenta confere a rastreabilidade e o monitoramento dos resíduos gerados, 15,8% informaram que no preenchimento surgem dúvidas quanto aos códigos de destino dos resíduos.

Quanto a utilização de Indicadores de Desempenho (IDs) para avaliar a *performance* no gerenciamento de resíduos, apenas 31,6% das empresas utilizam esta ferramenta, sendo que todas as demais coletam dados, mas não realizam qualquer tipo de análise. A Tabela 25 apresenta as formas de avaliação ou acompanhamento de desempenho adotadas pelos geradores de resíduos.

**Tabela 25 – Práticas de avaliação de desempenho do gerenciamento de resíduos sólidos aplicadas**

FORMAS DE AVALIAÇÃO/ACOMPANHAMENTO DE DESEMPENHO	EMPRESAS
É realizada avaliação do desempenho no gerenciamento de resíduos, por meio de dois ou mais Indicadores de desempenho, sendo tomadas ações corretivas sempre que necessário.	21,1%
É realizada avaliação anual do desempenho no gerenciamento de resíduos, por meio de dois ou mais Indicadores de desempenho.	10,5%
É realizada a coleta de dados/informações e formado um histórico, mas não é feita análise de desempenho.	21,1%
Os dados de resíduos gerados são informados para a FEPAM (ou outro órgão ambiental).	26,3%
Não são utilizados indicadores para avaliação do desempenho no gerenciamento de resíduos.	21,1%

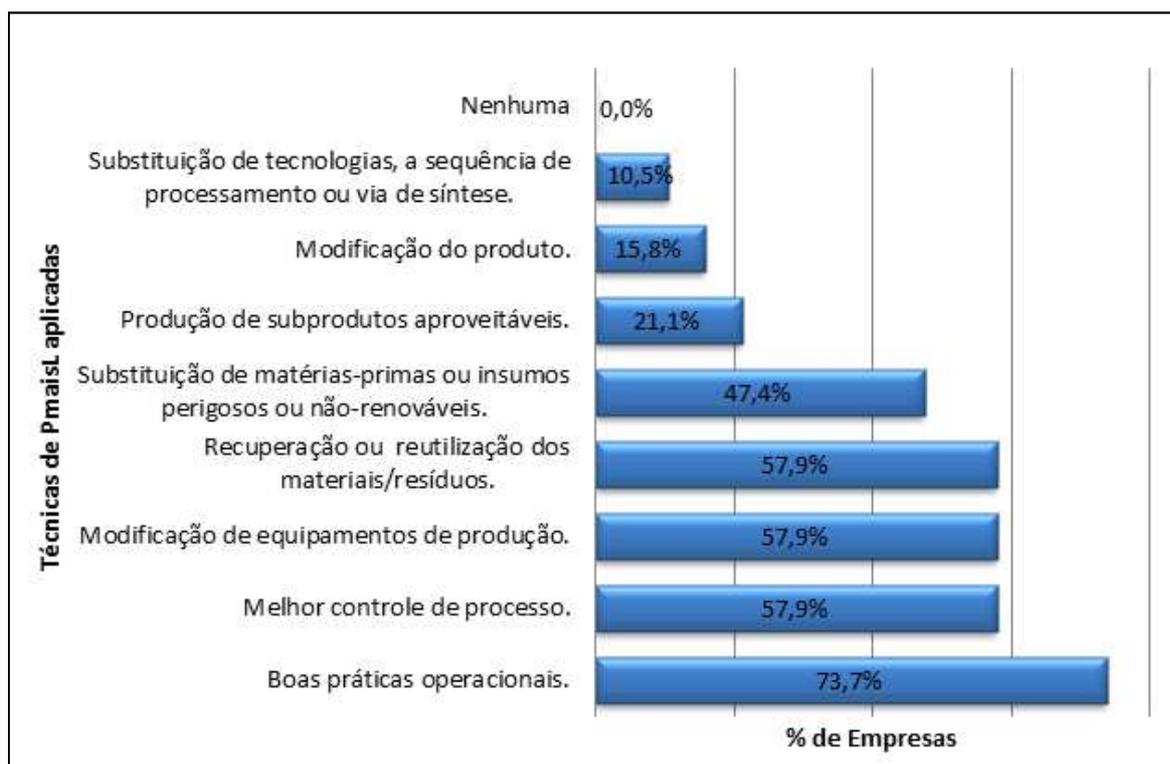
Fonte: autora

Questionados sobre os principais Indicadores de Desempenho relacionados a resíduos adotados pelas empresas foram informados: gramas de resíduos/couro processado, resíduo reutilizado/resíduo enviado para aterro e geração de resíduos/pele. Nenhuma empresa informou o desempenho alcançado. Uma empresa afirma não divulgar o desempenho alcançado pois está à espera de um banco de dados nacional ou internacional para comparar seus indicadores.

A pesquisa apontou os seguintes sistemas de gestão adotados pelas unidades de produção de couros no RS: *Environmental Audit Protocol/Leather Working Group* (LWG,

2015) em 42,1% das empresas (em 5,3% o processo LWG não foi concluído); Programa de Produção Mais Limpa em 36,8% das empresas e Programa 5S, em 31,6% das empresas. Nenhuma das respondentes informou ter aplicado as certificações conforme a norma ABNT NBR 16296 - Certificação do processo de produção sustentável de couros (ABNT, 2014) e conforme e a norma ABNT NBR ISO 14.001 - Sistema de Gestão Ambiental (ABNT, 2015).

Com relação à Produção mais Limpa foi informado pelas empresas a exploração das oito técnicas estabelecidas pela UNIDO (2014), conforme demonstra a Figura 18.



**Figura 18 – Técnicas de P+L aplicadas no setor couro do RS**

Fonte: autora

Através da pesquisa foi possível verificar que os esforços de P+L empreendidos pelas unidades de produção de couro do estado permitiram o alcance de alguns resultados positivos, conforme relacionado a seguir:

- Resíduos eliminados por algumas empresas - papel e plástico contaminado com cromo, bombonas e baldes, solvente e farelo de rebaixadeira;
- Resíduos reduzidos por algumas empresas - filme de polyester, papel pardo de dublagem, papel, plástico, farelo de rebaixadeira, lodo cromado (uma empresa informou redução de 70% deste tipo de resíduo), aparas wet-blue, lodo de ETE, solventes contaminados, aparas de couro, resíduo de varrição,

bombonas e outras embalagens contaminadas e pó de lixa, resíduo de pelo, gordura e sal;

- Resíduos reutilizados ou reciclados – aparas de pele (não curtida), farelo de rebaixadeira, aparas de wet-blue, aparas de couro, retalhos de couro (venda), pó de lixa, tanino, solvente, sal usado, lodo de caleiro, sebo, bombonas, tambores, latas e outras embalagens, pneus e canos plásticos, metais, plástico, papel e papelão não contaminados.

Além disso, as empresas ainda indicaram a reutilização de água e de banhos de caleiro e de curtimento vegetal, o que reduz o consumo de produtos químicos e, indiretamente, a geração de resíduos sólidos.

Questionadas sobre as principais ações realizadas com o objetivo de viabilizar a reutilização e reciclagem de resíduos, as empresas citaram as seguintes ações identificadas na Tabela 26, as quais foram relacionadas com as técnicas de P+L usualmente aplicadas nos países em desenvolvimento (UNIDO, 2014).

**Tabela 26 – Ações para reutilização e reciclagem de resíduos versus técnicas de P+L**

<b>AÇÕES REALIZADAS PELAS EMPRESAS</b>	<b>TÉCNICA DE P+L (UNIDO, 2014)</b>
→ Separação e armazenagem corretas. → Identificação de empresas parceiras e/ou de reciclagem externa. → Adoção de coletores apropriados para cada tipo de resíduo, descartando apenas materiais não possíveis de reciclagem ou retorno na produção.	1. Boas práticas operacionais.
→ Negociação com os fornecedores para logística reversa das embalagens de produtos químicos.	2. Substituição de matérias-primas ou insumos
→ Conscientização dos funcionários quanto a reutilização de materiais, visando a minimização dos prejuízos ambientais e economia de forma geral.	3. Melhor controle de processo.
→ Recuperação do sal da conservação por meio da operação de bater sal. → Separação dos plásticos para reutilização, por exemplo, para embalar sal. → Aquisição de uma máquina de reciclar solventes.* → Substituição de papel pardo por tecido, que é reutilizado.* → Adoção da prática de rebobinar e reutilizar os filmes de poliéster.	6. Recuperação ou reúso no local.
→ Moagem de aparas de wet blue para incorporação ao farelo da rebaixadeira, destinado à fabricação de chapas de reconstituído de couro. → Destinação da serragem de couro para fabricação de chapas de reconstituído de couro. → Busca de um novo destino para as aparas de couro e serragem cromada. → Realização de pré-descarne e obtenção de subprodutos (carnaça e aparas).*	7. Produção de subprodutos aproveitáveis.

\* Implicou em alteração prévia de tecnologia (5).

Fonte: autora

Todas estas ações produzem importantes benefícios ambientais e econômicos, embora não tenham sido mensurados. Não foram identificadas ações relacionadas a “modificação de produto (8)” mas é sabido que a pressão exercida pelo mercado internacional com a implantação de listagens de substâncias químicas restritas e a adoção de protocolos como o LWG (LWG, 2015), várias substâncias que causam impactos significativos sobre o meio ambiente e a saúde foram substituídas por outras menos impactantes.

O quadro da Figura 19 apresenta o resumo dos resultados obtidos nas ações de gestão proativa dos resíduos pelas empresas de couro do RS no período de 2013 a 2015.

Nível de resultados atingidos com a aplicação das ações pelas empresas		Objetivo das ações		
		Redução de resíduos	Reutilização de resíduos	Reciclagem de resíduos
Resultado positivo para dois ou mais resíduos		15,8%	36,8%	42,1%
		5,3%		
Resultado positivo para um resíduo		57,9%	15,8%	5,3%
Resultado positivo para a redução parcial ou aproveitamento parcial de algum resíduo			26,3%	10,5%
Insucesso nas ações		5,3%	21,10%	36,8%
Não foram realizadas ações		15,8%		

**Figura 19 – Resultados obtidos nas ações de gestão proativa dos resíduos.**

Fonte: autora

A Figura 19 demonstra que as empresas do setor estão direcionadas para a aplicação da P+L e tem obtido resultados concretos na eliminação e na redução da geração de resíduos do processo industrial, sendo a maioria destes classificados como perigosos conforme a norma ABNT NBR 10.004 (ABNT, 2004). As ações no aproveitamento dos resíduos gerados em

processos que envolvem a reutilização, reciclagem, *upcycling* e *downcycling*, são evidentes e comprovados em escala industrial conforme o Capítulo 4.3 deste trabalho. Dessa forma pode-se concluir que desde o inventário realizado pela FEPAM no ano de 2002 (FEPAM, 2003), as empresas do setor couro mostraram-se proativas e mudaram o foco do gerenciamento de resíduos sólidos, visando as ações de prevenção preconizadas pela metodologia de P+L em ações nos diferentes níveis (UNIDO, 2014) e reduzindo o foco nas tecnologias de fim de tubo.

Conforme informado pelas empresas, as principais dificuldades encontradas no gerenciamento de resíduos são as apresentadas na Tabela 27.

**Tabela 27 – Dificuldades no gerenciamento de resíduos**

<b>DIFICULDADES RELACIONADAS PELAS EMPRESAS</b>	<b>% DE EMPRESAS</b>
Conscientização das pessoas para a correta separação e reciclagem de resíduos.	31,6%
Conscientização e cooperação das pessoas para o gerenciamento de resíduos.	15,8%
Conscientização das pessoas para a redução da geração de resíduos.	5,3%
Controle e precisão dos dados/informações/quantificação dos resíduos.	15,8%
Falta de alternativas viáveis/empresas qualificadas para o aproveitamento e a destinação dos resíduos.	10,5%
Tentativa de diminuição de lixo sem sucesso.	5,3%
Tratamento e disposição final dos resíduos.	5,3%
Armazenamento dos resíduos	5,3%
Manter os coletores dentro das normas para a coleta de plástico e papéis recicláveis pelo seu baixo valor agregado.	5,3%
Licenciamento ambiental	5,3%

Fonte: autora

Estes resultados demonstram que 52,7% das empresas possuem dificuldades relacionadas à conscientização das pessoas envolvidas nos processos e confirmam a necessidade de educação continuada no processo de gerenciamento de resíduos. No que se refere à competência dos operadores de resíduos sólidos, há a necessidade de cumprir os requisitos para treinamento estabelecidos nas normas NBR 12.235 (ABNT, 1992) e NBR 11.174 (ABNT, 1990) para o armazenamento de resíduos. Não foram levantados dados referentes às atividades de educação ambiental e de treinamento realizadas pelas empresas do setor.

A segunda maior dificuldade, indicada por 26,3% das empresas, é a falta de qualidade dos dados coletados no processo, que também tem relação com a conscientização e competência das pessoas, além dos próprios sistemas de medição adotados e que não são eficazes (vide Figura 13 e Figura 14). Este aspecto é de grande importância, devendo ser tratado.

A necessidade de controle e de melhoria de desempenho é inerente a qualquer processo, dessa forma devem ser estabelecidos e implementados procedimentos e sistemas de medição capazes de suportar os processos de análise crítica de resultados e de tomada de decisão, especialmente quanto a relação de entradas e saídas e a visão de custo-qualidade-prdutividade-meio ambiente integrados. Considerando que a melhoria contínua do desempenho está no âmbito da visão estratégica esta mudança requer a tomada de decisão e o envolvimento da alta administração das unidades de produção.

De um modo geral as empresas demonstram estar satisfeitas com seu desempenho no gerenciamento de resíduos. A maioria (57,9%,) considera que possui um bom desempenho, 31,6% consideram seu desempenho excelente (provavelmente acima da média do setor, no RS) e 5,3% acreditam ter o melhor desempenho da classe, podendo ser *benchmark* para o setor do couro. Apenas 5,3% consideram o desempenho abaixo do esperado, mas informam que há ações de melhoria em andamento.

A partir das informações obtidas na pesquisa *survey* e também no diagnóstico apresentado no Capítulo 4.3 deste trabalho, conclui-se que a auto-avaliação realizada pela maioria dos participantes é condizente com o estágio em que se encontra o setor de couro no RS, principalmente no que se refere à destinação final dos resíduos.

### **4.3 REALIZAÇÃO DO DIAGNÓSTICO DOS RESÍDUOS GERADOS – ETAPA TRÊS**

Foi realizado o diagnóstico qualitativo e quantitativo dos resíduos sólidos gerados nas unidades de produção de couros no Rio Grande do Sul nos anos 2013 e 2014, conforme descrito no item 3.1.3 deste trabalho.

A Tabela 28 apresenta todos os resíduos identificados no diagnóstico qualitativo, classificados conforme a sua origem e periculosidade.

**Tabela 28 – Identificação e classificação dos resíduos por origem e classe de periculosidade**

Grupo de resíduos	Código CODRES	Identificação do resíduo	Classe de periculosidade	Ocorrência em		Etapas de Geração	
				2013	2014		
RP	A0991 **	Aparas salgadas	IIA	G	G	Etapas iniciais da ribeira	
	A0992 **	Aparas de peles caeadas	IIA	G	G	Depilação e caleiro	
	A0994 **	Camaça	IIA	G	G	Descarne e pré-descarne	
	A0995	Resíduo orgânico de processo	IIA	G	G	Qualquer etapa da ribeira	
RC	A0993	Aparas e retalhos de couro atinado	IIA	G	G	Divisão e recorte	
	A0997 *	Serragem, farelo e pó de couro atinado	IIA	G	G	Rebaixe e lixamento	
	D0091	Aparas e retalhos de couro com cromo	I	G	G	Divisão e recorte	
	D0092	Serragem, farelo e pó de couro com cromo	I	G	G	Rebaixe e lixamento	
RPQ	A0041	Embalagens metálicas (latas vazias não contaminadas)	IIA	G	G	Qualquer etapa do processo	
	A0051	Resíduo metálico (tambores)	IIA	G	G	Qualquer etapa do processo	
	A0070	Resíduo plástico (bombonas)	IIA	G	G	Qualquer etapa do processo	
	A0071	Resíduo plástico (filmes e pequenas embalagens)	IIA	G	G	Qualquer etapa do processo	
	A0090	Resíduo de madeira (restos de embalagens, pallets, etc)	IIA	G	G	Qualquer etapa do processo	
	A0996 *	Sal usado	IIA	G	G	Conservação	
	D0010 *	Resíduo inflamável (resinas, etc)	I	G	G	Acabamento do couro	
	F0044	Solventes contaminados	I	G	G	Acabamento do couro	
	K0210 *	Resíduo oriundo de laboratórios industriais	I	G	G	Laboratório de controle	
	K0212	Embalagens vazias contaminadas	I	G	G	Qualquer etapa do processo	
	K0780	Resíduo de tintas e pigmentos	I	G	G	Acabamento do couro	
	X043 *	Bombonas contaminadas	I	G	G	Qualquer etapa do processo	
	ORP	A0040	Sucata de metais ferrosos	IIA	G	G	Manutenção
		A0050	Sucata de metais não ferrosos (latão, etc)	IIA	G	G	Manutenção
		A0080	Resíduo de borracha	IIA	G	G	Manutenção
A0082		Resíduo de PU (poliuretano)	IIA	G	NC	Manutenção	
A0083*		Resíduo de espumas	IIA	G	G	Acabamento do couro	
A0084*		Resíduo de fibra de vidro	IIA	NC	G	Manutenção	
A0100		Resíduo de materiais têxteis ( não contaminado)	IIA	G	G		
A0111		Cinzas de caldeira	IIA	G	G	Geração de vapor	
A0990		Outros resíduos nao perigosos	IIA	G	G		
D0096		Resíduo perigoso de varricao	I	G	G	Manutenção	
F0030		Óleo lubrificante usado (contaminado)	I	G	G	Manutenção	
F0031		Material contaminado com óleo	I	G	G	Manutenção	
F0042		Resíduo têxtil contaminado (panos, estopas, etc)	I	G	G	Acabamento do couro	
F0050		Outros resíduos perigosos de processo	I	G	G	Qualquer etapa do processo	
X005 *		Lixas classe II	IIA	G	G	Pré-acabamento do couro	
X020 *		Resíduo de papel e papelão contaminados	I	G	G	Acabamento do couro	
X025 *		Resíduo de plástico contaminado	I	G	G	Acabamento do couro	
X029 *		Lixas classe I (com resina fenólica na composição)	I	G	G	Pré-acabamento do couro	
X014 *		Equipamentos de proteção individual - EPI	IIA	G	G	Qualquer etapa do processo	
REPI		X026 *	Equipamentos de proteção individual - EPI contaminado	I	G	G	Qualquer etapa do processo
		A0190	Resíduo sólido de ETE com material biológico não tóxico	IIA	G	G	ETE
RCP		A0210 *	Resíduo sólido de ETE com substâncias não tóxicas	IIA	G	G	Depilação e caleiro
		A0998	Lodo de caleiro	IIA	G	G	ETE
	D0050 *	Lodo perigoso de ETE	I	G	G	ETE	
	D0090	Lodo de ETE com cromo	I	G	G	ETE	
	K0061 *	Lodo e material particulado do controle de gases	I	G	G	Acabamento do couro	
	K0081 *	Lodo de ETE de produção de tintas	I	G	NC	Acabamento do couro	
	K0781	Resíduo e lodo de tinta (cabine de pintura)	I	G	G	Acabamento do couro	
RGFPI	O313 *	Resíduo s de peneiramento e gradeamento com cromo	I	G	G	ETE	
	A0010	Resíduo de restaurante (restos de alimentos)	IIA	G	G	Refeitório	
	A0020	Resíduo gerado fora processo industrial (escritório)	IIA	G	G	Administração	
	A0030	Resíduo de variação não perigoso	IIA	G	G	Administração	
	A0060	Resíduo de papel, papelão	IIA	G	G	Administração	
	A0171	Resíduo de vidro	IIA	G	G	Manutenção predial	
	D0040	Resíduo de serviço de saúde (material infectado)	I	G	G	Ambulatório	
	K0072	Acumuladores de energia (baterias, pilhas e outros)	I	G	G	Manutenção	
	K0106	Lâmpadas fluorescentes (vapor de mercúrio ou sódio)	I	G	G	Manutenção predial	
	X015 *	Cartucho de impressora	I	G	G	Administração	
	X028 *	Óleo usado no refeitório	IIA	G	G	Refeitório	
	X032 *	Papel higiênico	I	G	G	Sanitários	
	X037 *	Monitor de vídeo	I	G	G	Administração	
	X038 *	Resíduos eletrônicos	I	G	G	Administração	
	X041 *	Resíduo de solo não contaminado	IIA	NC	G	Situação de emergência	

Legenda:

Classe I – resíduo perigoso

Classe IIA – resíduo não perigoso e não inerte

Classe IIB – resíduo não perigoso e inerte

- RP - resíduos de pele (resíduo sólido oriundo de matéria-prima não curtida)  
 RC - resíduos de couro (resíduo sólido oriundo de matéri- prima curtida)  
 ORP - outros resíduos oriundos do processo produtivo  
 REPI - resíduos de equipamento de proteção individual  
 RPQ - resíduo sólido oriundo de produtos químicos  
 RCP - resíduo sólido oriundo de sistemas de controle de poluição  
 RGFPI - resíduos gerados fora do processo industrial  
 G – ocorreu a geração do resíduo no período  
 NC – não consta a geração do resíduo no período  
 \* Resíduo informado pelos geradores, mas que não consta na Planilha do Setor Couro  
 \*\* Resíduos que não possuem mais código específico na Planilha do Setor Couro, e que foram incluídos no código A0995 - RESÍDUOS ORGÂNICOS DE PROCESSO

Fonte: autora, baseado no SIGECORS (FEPAM, 2016A)

No diagnóstico referente aos anos 2013 e 2014, foi identificada a ocorrência de 63 tipos de resíduos. Verifica-se que 38% (24 tipos) dos resíduos especificados pelos geradores, não constam na “planilha por setor industrial” do Setor Couro, disponível no site da FEPAM (FEPAM, 2016B), o que pode ser a indicação de que este setor da indústria possui a preocupação com a rastreabilidade da destinação final dada aos resíduos gerados. Na mesma planilha (FEPAM, 2016B) foi verificada a presença do "Resíduo de EVA – CODRES A0081" que, no período de 2013 a 2015, não foi gerado por nenhuma empresa.

Quanto à classificação dos resíduos em perigosos e não perigosos observa-se que a mesma é definida pelo sistema SIGECORS e, embora as empresas tenham informado que são realizadas análises laboratoriais (vide Figura 12), acredita-se que não seja usual o processo de classificação estabelecido pela norma NBR 10004 (ABNT, 2004). A Figura 20 apresenta a divisão dos resíduos sólidos nas classes I – perigoso e IIA - não perigoso e não inerte, nos anos de 2013 e 2014.

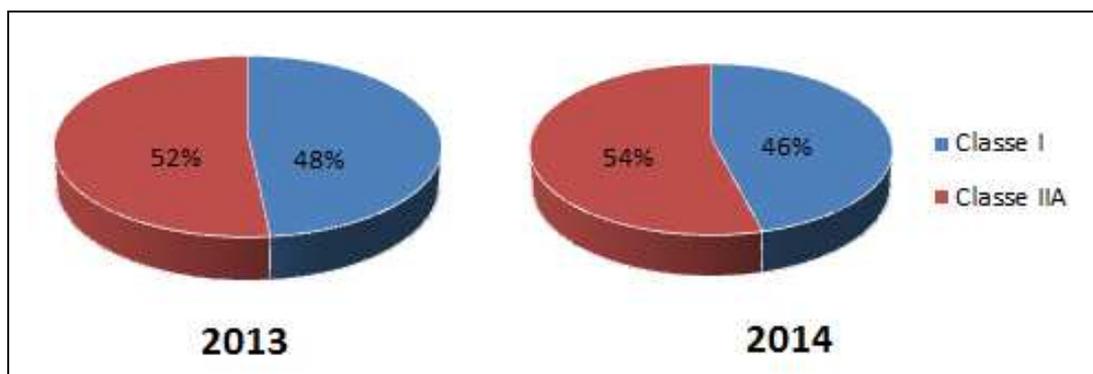


Figura 20 – Classificação dos resíduos gerados na indústria do couro do RS, em 2013 e 2014

Fonte: autora

Com a aplicação do método de classificação dos resíduos do SIGECORS (FEPAM, 2016 e FEPAM, 2016B) verifica-se que 46,0% dos resíduos (29/63) são classificados como

Classe I – Perigosos. Os percentuais apresentados referem-se ao número de resíduos, sem considerar a quantidade gerada de cada um deles. Outro aspecto importante verificado é que, conforme o sistema de classificação SIGECORS (FEPAM, 2016 e FEPAM, 2016B), não existe a possibilidade de geração de resíduos Classe IIB – não perigosos inertes.

No sistema adotado pela FEPAM/SIGECORS (FEPAM, 2016 e FEPAM, 2016B) observa-se, por exemplo, a classificação de resíduo de amianto (X035) como sendo “não perigoso”. No entanto, na norma NBR 10004 (ABNT, 2004), pós e fibras de amianto (F041) constam no Anexo I – Resíduos perigosos de fontes não específicas, sendo, portanto, perigosos. Já a classificação de resíduos de tambores (A0051), bombonas (A 0070) e filmes plásticos e pequenas embalagens (A 0071), que no sistema SIGECORS é definida como “Classe IIA - Não perigoso, Não Inerte”, depende da substância armazenada e do nível de esgotamento ou contaminação dessas embalagens. Acredita-se que a classificação definida pelo SIGECORS como sendo Classe IIA-Não Inerte, pode, algumas vezes, estar incorreta. Da mesma forma é questionável a classificação do resíduo de espuma (A0083) como Classe IIA-Não Inerte, pois, provavelmente esta espuma seja originada no processo de acabamento de couro e esteja contaminada com tintas e pigmentos que seria um resíduo Classe I - Perigoso (K0780). Outro aspecto que chama a atenção é que o resíduo de papel higiênico (X032) consta no SIGECORS como resíduo “Classe I - Perigoso”, no entanto o mesmo não é tratado como tal no estado do Rio Grande do Sul.

#### 4.3.1 Resíduos de pele – RP (matéria-prima não curtida)

Os resíduos sólidos oriundos de matéria-prima gerados nas operações de ribeira e informados nas planilhas trimestrais entregues à FEPAM pelos geradores, estão identificados na Tabela 29. Além do código do resíduo (CODRES) definido pela FEPAM, os mesmos foram enquadrados no código estabelecido pelo IBAMA, conforme a Tabela 7 (IBAMA, 2012).

Tabela 29 – Resíduos de Pele (RP)

CODRES	CÓDIGO IBAMA	IDENTIFICAÇÃO DO RESÍDUO
A0991	04 01 99	Aparas salgadas
A0992	04 01 01	Aparas de peles caleadas
A0994	04 01 01	Carnaça
A0995	04 01 99	Resíduo orgânico de processo

Fonte: autora

A base de dados formada a partir do SIGECORS (FEPAM, 2016A) não apresenta dados para identificar e quantificar a geração dos resíduos “aparas de peles não caleadas” e “pelos” gerados respectivamente, nas etapas iniciais do processamento e no processo de

depilação. Quanto ao resíduo Carnaça (A0994), não foi possível identificar se a mesma foi gerada no pré-descarne ou no descarne, sendo esta última caracterizada pela contaminação com cal e sulfeto.

Embora o órgão ambiental do Rio Grande do Sul tenha estabelecido unidades de medida para a quantificação dos resíduos sólidos, não há um padrão na forma medição dos mesmos. Os RP foram quantificados pelos geradores em massa e em volume no período 2013-2014 o que é prejudicial para a análise dos dados. Uma vez que a maior parte do resíduo foi quantificada em massa, optou-se por fazer a conversão de volume para massa, conforme informado na Tabela 30.

A partir dos dados disponibilizados pela FEPAM (FEPAM, 2016A) foi verificada a destinação dada aos RP. Comparando-se a destinação dada com as alternativas identificadas e apresentadas na matriz de valorização de resíduos (Tabela 11) verificou-se a aplicação em escala industrial, de nove das doze alternativas propostas. Não foi confirmada a aplicação de RP na fabricação de artigos médicos, farmacêuticos e cirúrgicos, na fabricação de vasos biodegradáveis e na biodigestão com recuperação de energia.

Os dados quantitativos relativos à geração dos resíduos de pele (RP) nos anos de 2013 e 2014 são apresentados na Tabela 30.

Tabela 30 – Geração e destinação anual de resíduos oriundos de pele (RP)

Identificação do resíduo	Aparas de peles salgadas (A0991)	Aparas de peles caledadas (A0992)	Carnaça (A0994)	Resíduo orgânico de processo (A0995)		
Unidade de medida	ton	ton	ton	ton	m <sup>3</sup>	
<b>Total gerado em 2013</b>	<b>6.417,1</b>	<b>1.740,6</b>	<b>5.027,3</b>	<b>7.330,4</b>	<b>+ 2.010,5</b>	
<b>Total gerado em 2014</b>	<b>9.104,4</b>	<b>6.860,1</b>	<b>6.415,0</b>	<b>8.152,7</b>	<b>+ 1.899,5</b>	
<b>Média anual de geração</b>	<b>7.760,8</b>	<b>4.300,3</b>	<b>5.721,2</b>	<b>7.741,6</b>	<b>+ 1.955,0</b>	
Tipo de destinação	Gelatinas ou peptídios de colágeno (2)	50,3% ●	73,3% ●	-	22,4%	92,3% ●
	Ração animal (3)	-	-	42,2% ●	52,8%	3,5% ●
	Ossos para cães (24)	-	10,4% ●	-	21,6%	●
	Sebo, sabões e sabonetes	-	-	0,4% ●	0,2%	●
	Oleína biocombustível (5)	-	-	-	0,1%	●
	Fertilizante orgânico (4)	-	1,4% ●	16,3% ●	-	-
	Compostagem, agricultura ou pastagens (10)	49,1% ●	-	22,6% ●	-	0,7% ●
	Aproveitamento no curtume*	0,5%	14,7%	-	-	-
	Aproveitamento em um frigorífico*	-	-	-	2,7%	-
	Fabricação de químicos (7) (8)	-	-	-	0,1%	●
	Fabricação de artefatos de cutelaria/ferramentas	-	0,2% ●	-	-	-
	Fabricação de peças para calçados	-	-	-	0,02%	●
	<b>Aproveitamento / total gerado</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>81,6%</b>	<b>100,0%</b>	<b>96,6%</b>
	Aterro industrial	-	-	0,5%	-	3,4%
	Queima em caldeira	-	-	-	-	< 0,1%
	Sem informação de destino	-	-	17,9%	-	-
<b>Rejeito / total gerado</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>18,4%</b>	<b>0%</b>	<b>3,4%</b>	
<b>Etapa de geração do resíduo</b>	Etapas iniciais da ribeira	Depilação e calcieiro	Pré-descarne e descame	Todas etapas da ribeira		
<b>Nº médio de geradores</b>	5	7	8	13		
<b>Nº médio de destinatários</b>	4	7	8	16		
<b>Massa unitária considerada para conversão de volume em massa</b>	731,605 Kg/m <sup>3</sup>	1132,079 Kg/m <sup>3</sup>	1167,094 Kg/m <sup>3</sup>	-		
<b>Total quantificado em volume</b>	0,1%	4,0%	54,9%	-		

Legenda:

() - correlação com a alternativa de valorização identificada na Figura 11

\* sem identificação da forma de aproveitamento

● alternativa comprovada para o resíduo

● aplicação não prevista e realizada

Fonte: autora, baseado no SIGECORS (FEPAM, 2016A)

Os dados levantados demonstram o aproveitamento substancial dos resíduos gerados como matérias primas de novos processos.

Os resíduos “aparas de pele salgada” e “aparas caledadas” tiveram aproveitamento integral em novos processos. A principal forma de aproveitamento foi na indústria alimentícia e na indústria de alimentos para animais. Conforme os estudos de Silva (2007), os resíduos de

pele são altamente degradáveis e possuem um grande potencial nutricional, sendo que podem ser utilizados como suplemento proteico na alimentação animal, inclusive não ruminante. A aplicação em processos de compostagem e de fabricação de fertilizantes também foi importante. Considerando o baixo valor agregado, a aplicação em compostagem, agricultura e pastagens foi considerada como um processo de *downcycling* (subproduto), já as demais aplicações podem ser consideradas como *upcycling* (coproduto).

Quanto ao resíduo denominado “carneça” não foi comprovado o aproveitamento em um nível tão elevado, sendo que 0,5% foi destinado a aterro e 17,9% não teve a destinação identificada. Embora o material pudesse ser aproveitado para outras finalidades, como por exemplo na obtenção de óleos de engraxe, conforme estudado por Santos e Gutterres (2007), foi verificada a destinação de mais de 22,6% dos resíduos para processos de compostagem, agricultura e pastagens, sem agregação de valor. Já o restante (59%) teve seu aproveitamento em processos de *upcycling*, como coproduto.

O “resíduo orgânico de processo” é constituído de aparas salgadas, aparas caleadas, carneça e outros materiais orgânicos tais como aparas de peles não caleadas e pelos. Assim como os demais RP, observa-se que este material tem um grande aproveitamento em novos processos, entre os quais se destacam a fabricação de componentes para ração animal e ossos para cachorros, além da fabricação de gelatinas, chegando-se próximo a 100% do material aproveitado como um coproduto.

Como não há no SIGECORS (FEPAM, 2016A), um código específico para os resíduos de pelos não foi possível identificar a destinação dada a este resíduo. Considerando o elevado teor de nitrogênio e as características de biodegradabilidade presentes neste resíduo e identificadas por Andrioli e Gutterres (2014), bem como a forma de geração dos mesmos (retenção em filtros ou peneiras do sistema de reciclagem dos banhos de caleiro ou tratamento de efluentes), é possível que o mesmo tenha sido incorporado ao solo agrícola ou aproveitado em processos de compostagem destinado juntamente com o lodo de caleiro (A0998) ou com os lodos não perigosos (A0190 e A0210) ambos abordados no item 4.3.6 deste trabalho.

Foi observado que a quantidade de aparas de peles caleadas (A0992) gerada em 2013 é relativamente inferior ao produzido em 2014 e, além disso, não mantém a proporcionalidade observada nos demais resíduos do grupo (A0991, A0994 e A0995). Acredita-se que parte das aparas de peles caleadas (A0992) tenha sido destinada como resíduo orgânico de processo (A0995) e que podem ter ocorrido erros de quantificação ou de informação de unidade de medida pelos geradores. Somando as quatro tipologias que

constituem os RP verifica-se uma geração anual média de 24.471,16 toneladas mais 1.888,50 m<sup>3</sup>, tendo um aproveitamento de 95,9% (do que foi medido em massa) e 74% (do que foi medido em volume).

#### 4.3.2 Resíduos de couro (RC)

Os Resíduos de Couro – RC são oriundos de matéria-prima curtida e podem ser gerados nas diversas operações desde o curtimento até o acabamento final do couro. Tais resíduos compreendem basicamente aparas e serragem de couro curtido, com e sem acabamento. A Tabela 31 apresenta a identificação dos resíduos informados pelos geradores nas planilhas trimestrais do SIGECORS (FEPAM, 2016A) e a relação com o código estabelecido pelo IBAMA (IBAMA, 2012).

**Tabela 31 – Resíduos de Couro (RC)**

<b>CODRES</b>	<b>CÓDIGO IBAMA</b>	<b>IDENTIFICAÇÃO DO RESÍDUO</b>
A0993	04 01 99	Aparas e retalhos de couro atinado
A0997	04 01 99	Serragem, farelo e pó de couro atinado
D0091	04 01 08	Aparas e retalhos de couro com cromo
D0092	04 01 08	Serragem, farelo e pó de couro com cromo

Fonte: autora

Verifica-se que a FEPAM restringe as tipologias de resíduos de couro apenas quanto a sua forma física (aparas, serragem ou farelo e pó) e a dois tipos de curtimento, cromo e tanino. A partir do SIGECORS (FEPAM, 2016A), não é possível identificar se os resíduos de couro possuem ou não algum tipo de acabamento, o que seria uma informação importante para o seu possível aproveitamento. Da mesma forma, não é possível aos geradores especificar algum outro tipo de curtimento. O mesmo ocorre na classificação estabelecida pelo IBAMA onde é verificado um código específico apenas para “aparas, serragem e pó de couro com cromo”, sendo necessário classificar os demais resíduos de couro como “outros resíduos anteriormente não especificados”. (IBAMA, 2012)

Assim como nos RP, os geradores adotaram diferentes unidades de medida na quantificação dos RC. A massa dos resíduos é afetada pela umidade dos mesmos (o couro é um material higroscópico), pelo grau de compactação e estágio da produção em que foram gerados e estas informações não estão disponíveis no SIGECORS. A composição exata do resíduo também não é conhecida, não sendo possível estimar qual é a proporção de couro *wet blue*, semi-acabado e acabado presentes no resíduo D0091, nem qual é a proporção de serragem/farelo e pó de couro presentes no resíduo D0092. O mesmo ocorre com os resíduos de couro atinado A0093 e A0097. Por isso, a massa unitária foi determinada pela média dos

resultados de diferentes tipos de couro e diferentes graus de compactação (material solto, prensado e briquetado). Quanto à unidade de medida optou-se por fazer a conversão para massa. Os resíduos de couro gerados e a destinação dada no período são apresentados na Tabela 32.

**Tabela 32 – Geração e destinação anual de resíduos oriundos de couro (RC)**

Identificação do resíduo	A0993 Aparas e retalhos de couro atinado	A0997 Serragem, farelo e pó de couro atinado	D0091 Aparas e retalhos de couro com cromo	D0092 Serragem, farelo e pó de couro com cromo	
Unidade de medida	ton	ton	ton	ton	
<b>Total gerado em 2013</b>	<b>266,9</b>	<b>136,0</b>	<b>4.920,4</b>	<b>30.870,2</b>	
<b>Total gerado em 2014</b>	<b>807,1</b>	<b>595,5 **</b>	<b>6.276,8</b>	<b>57.990,7</b>	
<b>Média anual de geração</b>	<b>537,0</b>	<b>365,8</b>	<b>5.598,6</b>	<b>44.430,5</b>	
Tipo de destinação	Fabricação de adubo (13)	9,5% ●	-	58,6% ●	46,8% ●
	Fabricação de couro reconstituído (14)	0,1% ●	3,9% ●	-	24,2% ●
	Co-processamento (22)	-	-	0,002% ●	-
	Fabricação de cola animal	50,1% ●	64,7% ●	-	-
	Fabricação de artefatos de cutelaria e ferramentas	2,3% ●	-	-	-
	Fabricação de artefatos de couro (16)	1,2% ●	0,06% ●	0,6% ●	-
	Fabricação de componentes para calçados	0,1% ●	-	-	-
	Uso na indústria alimentícia (2)	0,4% ●	1,0% ●	-	-
	Fiação e tecelagem	-	-	2,0% ●	-
	Tratamento em outros países*	-	-	0,7%	-
	Compostagem (10)	20,4% ●	27,3% ●	-	-
	Estocagem	-	-	1,4%	0,9%
	<b>Aproveitamento / total gerado</b>	<b>84,1%</b>	<b>97,1%</b>	<b>63,2%</b>	<b>71,9%</b>
	Aterro industrial	7,1%	2,9%	36,8%	27,0%
	Outras formas de disposição*	-	-	-	1,1%
	Sem informação de destino	8,7%	-	-	-
	<b>Rejeito / total gerado</b>	<b>15,8%</b>	<b>2,9%</b>	<b>36,8%</b>	<b>28,1%</b>
<b>Etapa de geração do resíduo</b>	Recorte	Rebaixe e lixamento	Recorte	Rebaixe e lixamento	
<b>Nº médio de geradores</b>	9	4	66	58	
<b>Nº médio de destinatários</b>	13	6	20	19	
<b>Massa unitária considerada para conversão de volume</b>	366,029 Kg/m <sup>3</sup>	592,711 Kg/m <sup>3</sup>	366,029 Kg/m <sup>3</sup>	592,711 Kg/m <sup>3</sup>	
<b>Total quantificado em volume</b>	48,8%	30,2%	56,8%	62,6%	

Legenda:

( ) - correlação com a alternativa de valorização identificada na Figura 11

\* sem identificação da forma de aproveitamento

\*\* Houve uma dúvida em relação aos dados fornecidos no SIGECORS e, após a verificação com o gerador, foi feita a retificação

● alternativa comprovada para o resíduo

● aplicação não prevista e realizada

Fonte: autora, baseado no SIGECORS (FEPAM, 2016A)

A partir dos dados obtidos é possível verificar a predominância dos resíduos de couro curtido ao cromo (98,2%) em relação ao curtido com tanino (1,8%).

A principal destinação dos resíduos de couro atinado (A0993 e A0997) é a fabricação de cola animal, seguida do processo de compostagem e de fabricação de adubo, onde o couro tem participação no fornecimento de nutrientes nitrogenados aos compostos gerados. No total foram identificadas oito aplicações distintas para estes resíduos gerando valor, todas se caracterizando como *upcycling*.

Quanto aos resíduos de couro cromados foram identificadas seis formas de aproveitamento, sendo a fabricação de adubo e de couro reconstituído, ambos *upcycling*, as principais destinações dadas pelos geradores. A aplicação na obtenção de colagenato de cromo, no descurtimento para fabricação da proteína colagênia e do licor de cromo, na fabricação de estuco e na obtenção de raspas para fabricação de luvas e outros EPIs, previstas na Matriz de Valorização de resíduos (Tabela 11) não foram confirmadas.

A grande aplicação de resíduos de couro na fabricação de fertilizantes confirma o potencial agrônomico deste material, que é rico em nitrogênio (N). As avaliações de Nogueira et al (2011), que produziram um fertilizante a partir de resíduos de couro wet blue após a extração de cromo, demonstraram resultados semelhantes ou superiores aos obtidos com fertilizantes comerciais no cultivo de arroz. Conforme os autores, o teor de cromo (Cr) nas folhas e grãos das plantas de arroz ficou dentro dos limites máximos aceitáveis, de acordo com critérios técnicos estabelecidos. O nível de Cr presente no solo foi estatisticamente semelhante ao da ureia e da formulação NPK comercial, indicando que não houve restrição na utilização deste tipo de resíduo no que se refere aos problemas de Cr no solo. (NOGUEIRA et al., 2011). Castro (2011) também estudou o processo de obtenção de fertilizante nitrogenado a partir da extração do cromo de resíduos de couro e verificou condições reais da aplicação do colágeno obtido, como fonte de N na adubação de *Eucalyptus*. A autora verificou que os teores de Cr presentes nas folhas do eucalipto estavam bem abaixo do limite tolerável em culturas agrônomicas ( $2 \text{ mg kg}^{-1}$ ). Quanto aos teores de cromo no solo, Castro (2011) verificou que se encontraram abaixo da amplitude média dos solos em várias regiões do mundo ( $7,0 \text{ mg dm}^{-1}$  a  $221 \text{ mg dm}^{-3}$ ) e os teores biodisponíveis ficaram em faixas consideradas baixas. Castro (2011) conclui que a ocorrência não é preocupante quanto à qualidade do meio ambiente.

A aplicação de couro curtido ao cromo da obtenção de proteína para alimentação animal e de gelatina para aplicação como *filler* proteico e diversas indústrias (como a fotográfica, a farmacêutica e a cosmética), conforme os estudos de Silva (2007) e de Moreira

(2008), respectivamente, não foram identificadas no RS no período de 2013 e 2014. Da mesma forma, não foram confirmadas as aplicações da serragem e pó de couro como adsorventes para remoção de cor (OLIVEIRA, 2007), na fabricação de compósitos com borracha natural que, conforme Reis (2010) poderiam ser usados como pisos, divisórias, pára-choques de veículos e outras aplicações, e nem na fabricação de compósitos com o poli-vinil-butiral estudado por Omkumar, Suresh e Moses (2015).

Em se tratando da aplicação de um resíduo contendo cromo, o risco à saúde e ao meio ambiente devem ser considerados, especialmente nos casos em que o material produzido vá ingressar em uma cadeia alimentar. Embora o cromo presente nos processos de curtimento seja trivalente, cabe ressaltar que, todo o processo envolvido no aproveitamento dos resíduos de couro devem ser devidamente avaliados e controlados com relação à possível oxidação do  $Cr^{3+}$  a  $Cr^{6+}$ , que é conhecido por sua toxicidade.

Quanto às raspas oriundas do processo de divisão do couro, acredita-se que, quando geradas, as mesmas tenham sido caracterizadas pelos geradores como um produto e não como um resíduo.

O nível de aproveitamento de resíduos de couro atado foi maior do que dos couros cromados, conforme demonstrado na Figura 21. Acredita-se que as 14.625 toneladas/ano de resíduos de couro que foram destinadas a ARIPs, poderiam ter sido valorizadas através de alternativas disponíveis de *upcycling* e até *downcycling*.

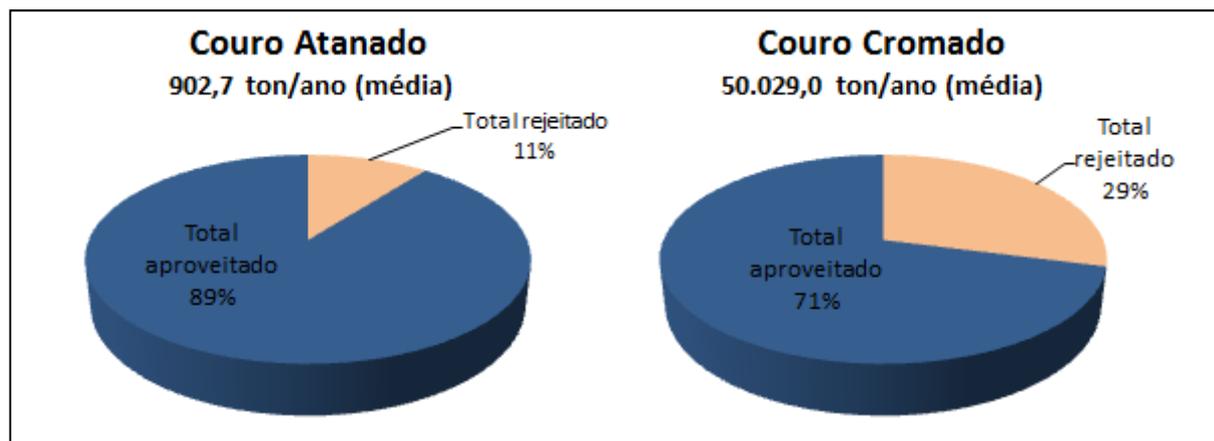


Figura 21 – Nível de aproveitamento de RC no RS no período de 2013-2014.

Fonte: autora, autora, baseado no SIGECORS (FEPAM, 2016A)

#### 4.3.3 Resíduos de produtos químicos (RPQ)

Os resíduos sólidos oriundos do uso de produtos químicos podem ser gerados desde a conservação da matéria-prima, antes do início do processamento em si, até o acabamento final

do couro. O material gerado constitui-se basicamente das embalagens dos produtos químicos, mas contempla também alguns produtos contaminados ou sem condições de uso. Os RPQ informados pelos geradores nas planilhas trimestrais (FEPAM, 2016A), estão identificados na Tabela 33, que contém o código do resíduo (CODRES) definido pela FEPAM e o enquadramento no código estabelecido pelo IBAMA (IBAMA, 2012).

**Tabela 33 - Resíduos de produtos químicos - RPQ**

<b>CODRES</b>	<b>CÓDIGO IBAMA</b>	<b>IDENTIFICAÇÃO DO RESÍDUO</b>
A0996	04 01 99	Sal usado
D0010	04 01 09	Resíduo inflamável (resinas, etc)
F0030	04 01 99	Óleo lubrificante usado (contaminado)
F0044	04 01 99	Solventes contaminados
K0210	04 01 03 (*)	Resíduo oriundo de laboratorios industriais (prod. quimicos)
K0780	04 01 09	Resíduo de tintas e pigmentos
A0041	04 01 99	Embalagens metálicas (latas vazias não contaminadas)
A0051	04 01 99	Resíduo metálico (tambores)
A0070	04 01 99	Resíduo plástico (bombonas)
A0071	04 01 99	Resíduo plástico (filmes e pequenas embalagens)
K0212	04 01 99	Embalagens vazias contaminadas
X043	04 01 99	Bombonas contaminadas

Fonte: autora

Foi verificada a utilização de diferentes unidades de medida para a quantificação dos resíduos oriundos de produtos químicos. Uma carga de 3,0 m<sup>3</sup> de sal (NaCl), foi convertida para toneladas, considerando a densidade de 2,165 g/cm<sup>3</sup>. No entanto, devido a falta de informações de caracterização, não foi possível converter a um padrão os demais resíduos gerados.

Os dados quantitativos relativos à geração de resíduos de produtos químicos propriamente ditos, nos anos de 2013 e 2014, são apresentados na Tabela 34. Já os dados correspondentes aos resíduos oriundos das embalagens dos produtos químicos constam na Tabela 35.

**Tabela 34 – Geração e destinação anual de resíduos de produtos químicos – RPQ**

Identificação do resíduo	A0996	D0010		F0044		K0780		K0210		F0030	
	Sal usado	Resíduo inflamável		Solventes contaminados		Tintas e pigmentos		Resíduo de laboratórios		Óleo lubrificante	
Unidade de medida	ton	ton	m <sup>3</sup>	ton	m <sup>3</sup>	ton	m <sup>3</sup>	ton	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	
<b>Total gerado em 2013</b>	<b>37,9</b>	<b>3,2</b>	<b>+ 15,0</b>	<b>5,9</b>	<b>+ 6.700,7</b>	<b>0,4</b>	<b>+ 65,5</b>	<b>0,5</b>	<b>+ 8,8</b>	<b>14,5</b>	
<b>Total gerado em 2014</b>	<b>125,9</b>	<b>2,0</b>	<b>+ 21,5</b>	<b>6,9</b>	<b>+ 20.681,1</b>	<b>22,2</b>	<b>+ 41,1</b>	<b>1,0</b>	<b>+ 4,5</b>	<b>12,8</b>	
<b>Média anual de geração</b>	<b>81,9</b>	<b>2,6</b>	<b>+ 18,3</b>	<b>6,4</b>	<b>+ 13.690,9</b>	<b>11,3</b>	<b>+ 53,3</b>	<b>0,8</b>	<b>+ 6,6</b>	<b>13,7</b>	
Tipo de destinação	Reciclagem interna (1) (19)	21,2% ●	0% 0%	0% 0,1% ●	0% 7,5% ●	0% 0%	0%	0%	0%	5,2%	
	Reciclagem externa (19)	74,9% ●	31,0% 0% ●	100,0% 99,8% ●	0% 3,7% ●	0% 0%	0%	0%	0%	87,0%	
	Estocagem	0% ●	0% 0% ●	0% 0,1% ●	0% 3,7% ●	0% 0%	0%	0%	0%	7,8%	
	<b>Aproveitamento / total gerado</b>	<b>96,0%</b>	<b>31,0%</b>	<b>0%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>0%</b>	<b>14,9%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>92%</b>
	Aterro industrial de terceiros	4,0%	69,0% 0%	0% 0%	100% 85,1%	100% 100%	0%	0%	0%	0%	0%
	Outras formas de disposição *	0%	0% 100%	0% 0%	0% 0%	100% 85,1%	100% 100%	0%	0%	0%	0%
	<b>Rejeito / total gerado</b>	<b>4,0%</b>	<b>69,0%</b>	<b>100%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>100%</b>	<b>85,1%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>7,8%</b>
<b>Etapa de geração do resíduo</b>	Conservação	Acabamento		Acabamento		Acabamento		Laboratório		Manutenção	
Nº médio de geradores	3	3		16		10		2		15	
Nº médio de destinatários	3	3		9		9		2		11	

Legenda:

● alternativa comprovada para o resíduo

● aplicação não prevista e realizada

( ) - correlação com a alternativa de valorização identificada na Figura 11

\* sem identificação da forma de aproveitamento

Fonte: autora, baseado no SIGECORS (FEPAM, 2016A)

Verificou-se que o sal (A0096) foi reciclado no processo produtivo do próprio gerador ou no processo de outra empresa do setor couro, confirmando a hipótese levantada na matriz de valorização de resíduos (Tabela 11).

Os solventes contaminados (F0044) são o principal resíduo de produtos químicos gerados no acabamento do couro e foram 99,9% reciclados em processos de *upcycling*, realizados externamente por cinco empresas especializadas e internamente por um dos geradores. A recuperação dos solventes é uma ação de prevenção da poluição, com impactos ambientais e econômicos importantes. Ao lado da redução do uso de solventes no processo de acabamento de couros, impulsionada pela tendência para aplicação de acabamentos aquosos e exigências dos clientes internacionais, o processo físico aplicado é uma tecnologia de P+L presente no setor. Acredita-se que, embora não se tenha no Brasil uma legislação ambiental que regule este tipo de emissão, a prática da eliminação de solventes por evaporação seja pouco aplicada atualmente no RS.

Já a maior parte dos demais resíduos inflamáveis (D0010) foi tratada como rejeito, tendo sido encaminhada a centrais de resíduos e não foi possível identificar o destino final propriamente dito. Uma pequena parte dos resíduos de tintas e pigmentos (K780) foi reciclada, no entanto o maior volume foi destinado a ARIPs como rejeito.

Os resíduos sólidos oriundos de laboratórios industriais (K0210) foram destinados a ARIPs, caracterizando-se como rejeitos.

Os resíduos de óleos lubrificantes (F0030) tiveram como principal destino o processo de *upcycling* através do rerrefino em empresas autorizadas pela Agência Nacional do Petróleo (87%) conforme determinado por legislação específica (CONAMA, 2005A; CONAMA, 2012 e BRASIL, 2007). Outro uso identificado foi a reutilização interna como impermeabilizante de fulões (5,2%). Uma parte deste resíduo (7,8%) consta como armazenamento provisório.

Com relação às embalagens de produtos químicos, foi verificada a utilização de diferentes unidades de medida para a quantificação dos resíduos gerados. Mesmo sem utilizar um padrão, foi observada, no caso das embalagens de maior porte, como os tambores (A0051) e bombonas (A0070 e X043), a preferência para a quantificação em “unidades”.

**Tabela 35 – Geração e destinação anual de embalagens de produtos químicos**

Identificação do resíduo	A0041 Latas não contaminadas		A0051 Tambores metálicos		A0070 Bombonas plásticas		X043 Bombonas contaminadas	K0212 Embalagens vazias contaminadas			A0071 Resíduo plástico (filmes e pequenas embalagens)		
	ton	un	ton	un	ton	un	un	ton	m <sup>3</sup>	un	ton	m <sup>3</sup>	un
<b>Total gerado em 2013</b>	<b>0,5</b>	<b>+ 190</b>	<b>2,2</b>	<b>+ 16.584</b>	<b>17,7</b>	<b>+ 39.246</b>	<b>584</b>	<b>568,0</b>	<b>+ 147,4</b>	<b>+ 17.380</b>	<b>1.787,0</b>	<b>+ 456,1</b>	<b>+ 546</b>
<b>Total gerado em 2014</b>	<b>85,1</b>	<b>+ 184</b>	<b>1,2</b>	<b>+ 17532</b>	<b>26,4</b>	<b>+ 39.666*</b>	<b>1.309</b>	<b>9.426,8</b>	<b>+ 530,2</b>	<b>+ 17.505</b>	<b>256,0</b>	<b>+ 328,0</b>	<b>+ 390</b>
<b>Média anual de geração</b>	<b>42,8</b>	<b>+ 187</b>	<b>1,7</b>	<b>+ 17.058</b>	<b>22,1</b>	<b>+ 39.456</b>	<b>947</b>	<b>4.997,4</b>	<b>+ 338,8</b>	<b>+ 17.443</b>	<b>1.021,5</b>	<b>+ 392,0</b>	<b>+ 468</b>
Reciclagem interna	0%	0%	0%	0%	0%	0,3%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Recuperação de embalagens	97,3%	0%	12,0%	81%	26,5%	87,5%	91,5%	44,4%	0,1%	68,5%	0,2%	0%	92,8%
Reciclagem externa	1,6%	100%	0%	4,0%	72,6%	0,8%	0%	0%	0%	0%	97,3%	18,6%	0%
Reciclagem externa *	0,2%	0%	20,3%	0,1%	0%	0,2%	0%	0%	0%	0%	0,7%	5,5%	0%
Devolução ao fornecedor	0,9%	0%	64,7%	9,0%	0,0%	6,3%	8,5%	55,2%	47,8%	20,6%	0%	0%	7,2%
Estocagem	0%	0%	0%	5,1%	0,8%	4,3%	0%	0,3%	0%	0,6%	0,4%	0,9%	0%
<b>Aproveitamento /total gerado</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>97,0%</b>	<b>99,0%</b>	<b>99,2%</b>	<b>99,3%</b>	<b>100%</b>	<b>99,9%</b>	<b>48,0%</b>	<b>89,7%</b>	<b>98,6%</b>	<b>24,9%</b>	<b>100,0%</b>
Aterro industrial	0%	0%	3%	0,1%	0%	0,7%	0%	0,1%	51,9%	10,3%	1,2%	74,9%	0%
Aterro municipal	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0,2%	0,1%	0%
Tratamento fora do estado	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0,1%	0%	0%	0%	0%
Outras formas de disposição *	0%	0%	0%	0,9%	0%	0%	0%	0%	0%	< 0,1%	0%	0%	0%
<b>Rejeito / total gerado</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>3%</b>	<b>6,1%</b>	<b>0,8%</b>	<b>0,7%</b>	<b>0%</b>	<b>0,1%</b>	<b>52,0%</b>	<b>10,3%</b>	<b>1,4%</b>	<b>75,1%</b>	<b>0%</b>
<b>Etapa de geração do resíduo</b>	Geral		Geral		Geral		Geral	Geral			Geral		
<b>Nº médio de geradores</b>	<b>5</b>		<b>39</b>		<b>47</b>		<b>3</b>	<b>40</b>			<b>45</b>		
<b>Nº médio de destinatários</b>	<b>5</b>		<b>29</b>		<b>34</b>		<b>4</b>	<b>46</b>			<b>40</b>		

Tipo de destinação

Legenda:

● alternativa comprovada para o resíduo

● aplicação não prevista e realizada

( ) - correlação com a alternativa de valorização identificada na Figura 11 \* sem identificação da forma de aproveitamento

Fonte: autora, baseado no SIGECORS (FEPAM, 2016A)

O nível de aproveitamento das embalagens metálicas (A0041 e A0051) chegou próximo a 100% e o mesmo ocorreu com as bombonas plásticas (A0070 e X043). As embalagens metálicas não contaminadas, portanto, consideradas não perigosas, e as bombonas plásticas caracterizadas como perigosas chegaram a 100% de aproveitamento. As principais formas de aproveitamento foram recuperação para reutilização (*upcycling*), reciclagem como sucata (*downcycling*) e a logística reversa (*recycling*).

As embalagens vazias contaminadas (K0212) e o resíduo plástico (A0071), classe I e classe II, respectivamente, constituem-se basicamente de embalagens de menor volume e sacarias. Este material teve um nível de aproveitamento menor, sendo parcialmente destinado a ARIP. Uma pequena parte (0,34m<sup>3</sup>) de embalagens contaminadas foi encaminhada para tratamento (provavelmente incineração) no Rio de Janeiro.

A recuperação para a reutilização através da comercialização é realizada por empresas especializadas e, devido ao valor econômico que as embalagens possuem, ocorre de forma voluntária. No entanto, esta solução só atinge uma fração das embalagens colocadas no mercado, não havendo interesse comercial em embalagens de pequeno volume e de sacarias (de plástico e de papel). Observa-se que os fabricantes dos produtos químicos utilizados pela indústria do couro ainda não atendem plenamente aos artigos 32 e 33 da PNRS (BRASIL 2010A). O artigo 32 do referido documento, estabelece que as embalagens devem ser fabricadas com materiais que propiciem a reutilização ou a reciclagem, adequadas ao volume e peso do seu conteúdo e projetadas de forma a serem reutilizadas de maneira tecnicamente viável e compatível com as exigências aplicáveis ao produto que contêm. Já o artigo 33 estabelece que os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes produtos cuja embalagem, após o uso, constitua resíduo perigoso, são obrigados a estruturar e implementar sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos (BRASIL, 2010A).

Visto que as empresas utilizam diferentes unidades de medida para informar a quantidade de resíduos gerados, que há uma grande variedade de produtos e tipos de embalagens e que a densidade dos mesmos é desconhecida, não foi possível fazer a conversão para uma unidade de medida padrão. Dessa forma, somados todos os resíduos de PQ gerados, incluindo as embalagens, tem-se a média anual de 6.188,4 toneladas, mais 14.513,6 metros cúbicos e mais 75.955,4 unidades, tendo sido obtido taxas de aproveitamento de 99,4%, 96,3% e 95,9%, respectivamente. Os dados demonstram que os esforços empreendidos pelas unidades

de produção de couros, conforme informado pelas empresas na pesquisa *survey* (vide 4,2,2 e 4.2.3) tem produzido resultados positivos.

#### 4.3.4 Outros resíduos do processo (ORP)

O material gerado constitui-se de diversos componentes e insumos que não se caracterizam como matéria-prima e nem como resíduos de produtos químicos. Podem contemplar insumos como lixas, espumas, panos, feltro da enxugadeira, papeis e plásticos contaminados e resíduos gerados na produção de utilidades como o vapor. Os ORP identificados nas planilhas trimestrais entregues à FEPAM pelas empresas (FEPAM, 2016A), estão identificados na Tabela 36 que contém o código do resíduo (CODRES) definido pela FEPAM e o enquadramento no código estabelecido pelo IBAMA (IBAMA, 2012).

**Tabela 36- Outros resíduos de processo - ORP**

<b>CODRES</b>	<b>CÓDIGO IBAMA</b>	<b>IDENTIFICAÇÃO DO RESÍDUO</b>
A0082	04 01 99	Resíduo de PU
A0083	04 01 09	Resíduo de espumas
A0084	04 01 99	Resíduo de fibra de vidro
A0090	04 01 99	Resíduo de madeira (restos de embalagens, pallets, etc)
A0100	04 01 99	Resíduo de materiais têxteis (tecidos, panos não contaminado)
A0111	04 01 99	Cinzas de caldeira
X005	04 01 09	Lixas classe II
X036	04 01 99	Aparas de couro sintético
A0990	04 01 99	Outros resíduos não perigosos
D0096	04 01 99	Resíduo perigoso de varrição
F0031	04 01 99	Material contaminado com óleo
F0042	04 01 09	Resíduo textil contaminado (panos, estopas, etc)
F0050	04 01 99	Outros resíduos perigosos de processo
X020	04 01 99	Resíduo de papel e papelão contaminados
X025	04 01 99	Resíduo de plástico contaminado
X029	04 01 09	Lixas classe I (com resina fenólica na composição)

Fonte: autora

Devido à diversidade de materiais e a falta da disponibilidade de informação sobre os mesmos não foi possível padronizar as unidades de medida na quantificação deste grupo de resíduos. A quantificação dos ORPs caracterizados pela FEPAM como perigosos estão apresentada na Tabela 37 e os não perigosos constam na Tabela 38.

Tabela 37 – Geração e destinação anual de outros resíduos de processo (ORP), perigosos

Identificação do resíduo	D0096 Resíduo perigoso de varrição		X025 Plástico contaminado		X020 Papel e papelão contaminados		F0042 Resíduo têxtil contaminado		X029 Lixas classe I		F0050 Outros resíduos perigosos de processo		
	m³	ton	m³	ton	m³	ton	m³	ton	m³	ton	m³	ton	
<b>Total gerado em 2013</b>	1.468,9	+ 12,6	236,9	+ 21,6	126,6	+ 11,6	12,9	+ 19,6	1,6	+ 0,6	369,7	+ 45,5	
<b>Total gerado em 2014</b>	1.516,5	+ 49,9	149,7	+ 20,9	81,9	+ 16,121	20,0	+ 2,8	5,1	+ 0,5	976,6	+ 88,2	
<b>Média anual de geração</b>	1.492,7	26,8	193,3	21,2	104,3	13,9	16,5	11,2	3,4	0,5	673,1	66,9	
Tipo de destinação	Reciclagem externa (21)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	3,3%	12,2%	0%	0%	0%	0%
	Recuperação (26)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	52,0%	0%
	Co-processamento (22)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0,0%	65,9%
	Estocagem	1,1%	22,4%	0,3%	0,3%	0,5%	0,6%	7,6%	30,5%	0%	0%	0,7%	0%
	<b>Aproveitamento / total gerado</b>	<b>1,1%</b>	<b>22,4%</b>	<b>0,3%</b>	<b>0,3%</b>	<b>0,5%</b>	<b>0,6%</b>	<b>10,9%</b>	<b>42,7%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>52,7%</b>	<b>65,9%</b>
	Aterro industrial	98,9%	77,6%	99,7%	99,7%	99,5%	99,4%	89,1%	57,3%	100%	100%	47,3%	34,1%
	<b>Rejeito / total gerado</b>	<b>98,9%</b>	<b>78%</b>	<b>99,7%</b>	<b>99,7%</b>	<b>99,5%</b>	<b>99,4%</b>	<b>89,1%</b>	<b>57,3%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>47,3%</b>	<b>34,1%</b>
<b>Etapa de geração do resíduo</b>	Geral		Geral		Geral		Geral		Acabamento		Geral		
<b>Nº médio de geradores</b>	28		15		13		18		3		9		
<b>Nº médio de destinatários</b>	12		8		6		17		3		8		

Legenda:

● alternativa comprovada para o resíduo

( ) - correlação com a alternativa de valorização identificada na Figura 11

Obs.: o material contaminado com óleo (F0031), não foi computado devido a geração inferior a 1m³ (0,007 m³ em 2013 e 0,002m³ em 2014).

Fonte: autora, baseado no SIGECORS (FEPAM, 2016A)

Tabela 38 – Geração e destinação anual de outros resíduos de processo (ORP), não perigosos

Identificação do resíduo	A0090 Resíduo de madeira			A0111 Cinzas de caldeira		X005 Lixas classe II		A0084 Fibra de vidro	A0100 Resíduo têxtil não contaminado		A0990 Outros resíduos não perigosos	
	ton	m³	uni	ton	m³	ton	m³	m³	ton	m³	ton	m³
Total gerado em 2013	146,5	+ 1137,4	+ 491,0	1.451,7	+ 570,0	0,2	+ 18,0	0,0	0,03	+ 1,3	5.631,5	+ 12982,8
Total gerado em 2014	68,0	+ 13,8	+ 2.103,0	1.555,5	+ 922,8	0,0	+ 18,2	34,5	0,05	+ 0,0	37.611,3	+ 16.235,5
Média anual de geração	107,2	+ 575,6	+ 1.297,0	1.503,6	+ 746,4	0,1	+ 18,1	17,3	0,04	+ 0,6	21.621,4	+ 14.609,2
Venda * (26)	21,8%	0%	50,1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Reciclagem interna * (26)	0,1%	12,1%	4,6%	0,1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Reciclagem externa (26) e (21)	0%	85,6%	3,9%	< 0,1%	0%	0%	0%	0%	0%	29,2%	0,1%	0%
Reciclagem fora do RS	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	< 0,1%	0%
Devolução ao fornecedor (20)	0%	0%	1,1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Fabricação de farinha de osso (3) e extração de sebo (6)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	21,4%	9,7%
Fiação e tecelagem	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	< 0,1%	0%
Fabricação de escovas/pinceis (11)	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	< 0,1%	0%
Fabricação de cola animal	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	< 0,1%	0%
Compostagem (10)	0%	0%	0%	1,7%	10,2%	0%	0%	0%	0%	0%	64,2%	4,7%
Incorporação ao solo (10)	0%	0%	0%	93,5%	27,8%	0%	0%	0%	0%	0%	13,9%	80,4%
Fabricação de biofertilizante e composto orgânico	0%	0%	0%	< 0,1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Queima na caldeira (22)	71,6%	2,3%	8,8%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Armazenamento provisório	1,8%	0%	31,5%	0,4%	15,0%	0%	0%	0%	98,7%	31,3%	< 0,1%	0%
<b>Aproveitamento / total gerado</b>	<b>95,3%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>95,6%</b>	<b>53,0%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>98,7%</b>	<b>60,5%</b>	<b>99,6%</b>	<b>94,8%</b>
Aterro industrial	1,9%	0%	0%	4,4%	35,1%	100%	100%	100%	1,3%	39,5%	0,4%	5,2%
Aterro da Prefeitura Municipal	0%	0%	0%	< 0,1%	10,5%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Outras formas de disposição*	2,8%	0%	0%	0%	1,4%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
<b>Rejeito / total gerado</b>	<b>4,7%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>4,4%</b>	<b>47,0%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>1,3%</b>	<b>39,5%</b>	<b>0,4%</b>	<b>5,2%</b>
<b>Etapas de geração do resíduo</b>	ENE			Geração de vapor		Acabamento		ENE	RNC		Etapas da ribeira	
Nº médio de geradores	19			11		2		2	3		11	
Nº médio de destinatários	20			14		2		2	3		14	

Legenda:

\* sem identificação da forma de aproveitamento



alternativa comprovada para o resíduo



aplicação não prevista e realizada

() - correlação com a alternativa de valorização identificada na Figura 11

ENE - Etapa não específica, podendo ser da manutenção, por exemplo.

Fonte: autora, baseado no SIGECORS (FEPAM, 2016A)

Foi confirmada a reciclagem parcial de resíduo têxtil contaminado (F0042) através da prática de descontaminação em lavanderias industriais especializadas. Outras formas de aproveitamento confirmadas foram a recuperação de 350m<sup>3</sup> e o coprocessamento de 44,2 toneladas do resíduo F0050, cuja composição não é especificada pelos geradores. No entanto a maior parte dos ORP teve como destino os ARIPs, caracterizando-se como rejeitos.

Os resíduos A0082 (PU, com geração de 10m<sup>3</sup> em 2013) e X036 (aparas de material sintético, com geração média anual de 3m<sup>3</sup>), ambos destinados a ARIPs e informados por um gerador somente, não foram incluídos na Tabela 38, visto não serem convencionais nas unidades de produção de couros no RS. Da mesma forma o resíduo A0083, formado por espumas não contaminadas, também não é comum no processo de produção de couros. Este resíduo, informado por apenas um gerador, com a média anual de 83,8 toneladas, foi 100% destinado para a fabricação de colchões caracterizando-se como um processo de *upcycling*.

A principal destinação dada aos paletes (A0090) foi a reintegração ao ciclo produtivo através da reciclagem interna e externa (reutilização por outras empresas do setor), do aproveitamento por empresa especializada e da logística reversa. Parte do material foi aproveitada como combustível na geração de vapor. Conforme a Resolução do CONAMA N° 382, de 26 de dezembro de 2006 (CONAMA, 2006A), derivados de madeira podem ser usados em processos de geração de calor a partir de combustão, desde que não tenham sido tratados com produtos halogenados, revestidos com produtos polimerizados, tintas ou outros revestimentos.

As cinzas de caldeira (A0111) geradas na queima de lenha (é comum o uso de caldeiras a lenha no setor couro) tiveram aproveitamento substancial em processos de incorporação ao solo e compostagem. Conforme Arruda et al. (2016), as principais alterações químicas resultantes da aplicação de cinza de biomassa são elevação no pH e nos teores de Ca, Mg, K e P, além da redução dos teores de Al<sup>3+</sup>. Os autores ainda explicam que a elevação do pH causada pela cinza estimula a atividade biológica, favorecendo a decomposição de matéria orgânica e a atividade de algumas enzimas. Portanto, considerando que as cinzas de madeira são benéficas ao solo, fornecendo nutrientes e atuando na correção do pH, conclui-se que a sua incorporação no solo e compostagem é um processo de *upcycling*.

Os resíduos têxteis não contaminados (A0100) não foram gerados em quantidade expressiva e tiveram o reaproveitamento parcial através de reciclagem mediante lavagem em lavanderia especializada. Já os resíduos de fibra de vidro (A0084) e as lixas (X005) configuraram como rejeito e foram 100% destinadas para ARIP.

Somados todos os ORPs gerados, incluindo perigosos e não perigosos, tem-se a média anual de 23.371,2 toneladas mais 18.432,4 metros cúbicos mais 1.297 unidades, tendo sido obtido taxas de aproveitamento de 98,9%, 82,5% e 100%, respectivamente. Assim como ocorreu nos RPQs, os dados demonstram que os esforços empreendidos pelas unidades de produção de couros, conforme informado pelas empresas na pesquisa *survey* (vide 4.2.2 e 4.2.3) tem sido eficazes.

#### 4.3.5 Resíduos de equipamento de proteção individual (REPI)

Foi verificada a geração de dois tipos de REPI no período, o CODRES X014, considerado pela FEPAM como não perigoso e o CODRES X026, caracterizado como EPI contaminado, portanto, resíduo perigoso. Ambos os resíduos se enquadram como código IBAMA 04 01 99 (IBAMA, 2012). Os resíduos gerados e as destinações dadas em 2013 e 2014 estão identificados na Tabela 39.

**Tabela 39 - Geração e destinação anual de resíduos equipamentos de proteção individual (REPI)**

Identificação do resíduo		X014 EPI		X026 EPI contaminado	
		m <sup>3</sup>	ton	m <sup>3</sup>	ton
Total gerado em 2013		7,6	+ 4,67	2,4	+ 0,01
Total gerado em 2014		1,4	+ 1,371	13,3	+ 0,02
Média anual de geração		4,5	+ 3,0	7,9	+ 0,01
Tipo de destinação	Reciclagem externa (21)	0%	0%	6,4%	0%
	<b>Aproveitamento / total gerado</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>6,4%</b>	<b>0%</b>
	Aterro industrial	99,9%	100%	93,6%	100%
	Aterro sanitário	0,1%	0%	0%	0%
	<b>Rejeito / total gerado</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>93,6%</b>	<b>100%</b>
Etapa de geração do resíduo		Geral		Geral	
Nº médio de geradores		6		3	
Nº médio de destinatários		5		3	

Legenda:

● alternativa comprovada para o resíduo

( ) - correlação com a alternativa de valorização identificada na Figura 11

Fonte: autora, baseado no SIGECORS (FEPAM, 2016A)

Não foi viável a conversão das unidades de medida a um padrão pois o EPI pode ser formado por luvas, sapatos, aventais, óculos, máscaras e outros e esta informação não está disponível.

Dos resíduos informados, menos de um décimo do EPI contaminado (X026) foi reciclado mediante lavagem em lavanderia especializada. O restante, bem como o EPI não

contaminado (X014) foi destinado a aterro, como rejeito. Não foi confirmado o envio de EPI para coprocessamento ou incineração.

Considerando a natureza das atividades realizadas e a necessidade de uso do equipamento de proteção individual, considera-se que o número de geradores e quantidade de resíduos de EPI informados não seja compatível com o número de unidades de produção de couros do RS. Acredita-se que estes resíduos tenham sido destinados misturados a outros resíduos do processo (vide item 4.3.4).

#### 4.3.6 Resíduo sólido oriundo de sistemas de controle de poluição (RCP)

Os resíduos sólidos oriundos de sistemas de controle de poluição – RCP, são originados principalmente nas operações de tratamento de efluentes industriais e em sistemas de abatimento de emissões atmosféricas. Os RCP informados pelos geradores nas planilhas trimestrais do SIGECORS (FEPAM, 2016A) estão identificados na Tabela 40 que contém o código do resíduo (CODRES) definido pela FEPAM e o enquadramento no código estabelecido pelo IBAMA (IBAMA, 2012).

**Tabela 40- Resíduo sólido oriundo de sistemas de controle de poluição - RCP**

<b>CODRES</b>	<b>CÓDIGO IBAMA</b>	<b>IDENTIFICAÇÃO DO RESÍDUO</b>
A0190	04 01 99	Resíduo sólido de ETE com material biológico nao tóxico
A0210	04 01 99	Resíduo sólido de ETE com substâncias nao tóxicas
A0998	04 01 10	Lodo de caleiro
D0050	04 01 99	Lodo perigoso de ETE
D0090	04 01 06 ou 04 01 11 (*)	Lodo de ETE com cromo
O313	04 01 99	Resíduos de peneiramento e gradeamento com cromo
K0781	04 01 09	Resíduo e lodo de tinta (cabine de pintura)
K0081	04 01 09	Lodo de ETE de producao de tintas
K0061	04 01 09	Lodo e material particulado do controle de gases

Fonte: autora

Os resíduos oriundos dos sistemas de controle de poluição foram quantificados em massa e em volume pelos geradores. Sem a informação das características desses resíduos, especialmente da densidade e da umidade dos resíduos, não foi possível padronizar a unidade de medida.

Os RCP gerados e as destinações dadas em 2013 e 2014 estão identificados na Tabela 41.

Tabela 41- Geração e destinação anual de resíduo sólido de sistemas de controle de poluição (RCP)

Identificação do resíduo	D0050 Lodo perigoso de ETE		D0090 Lodo de ETE com cromo		O313 Resíduos de peneira, com cromo	A0998 Lodo de caleiro		K0781 Resíduo e lodo de tinta (cabine de pintura)		K0081 Lodo de ETE de produção de tintas	K0061 Lodo e material particulado do controle de gases	A0190 Lodo de ETE com material biológico não tóxico	A0210 Resíduos de ETE com substâncias não tóxicas	
	ton	m³	ton	m³	m³	ton	m³	ton	m³	m³	m³	m³	m³	
<b>Total gerado em 2013</b>	<b>87,2</b>	<b>+ 0</b>	<b>1,03</b>	<b>+ 40.077,6</b>	<b>26,00</b>	<b>3,60</b>	<b>+ 32.612,3</b>	<b>0,40</b>	<b>+ 159,1</b>	<b>13,20</b>	<b>0,48</b>	<b>5.110,4</b>	<b>9.818,4</b>	
<b>Total gerado em 2014</b>	<b>90,0</b>	<b>+ 234</b>	<b>186,8</b>	<b>+ 37.589,2</b>	<b>136,2</b>	<b>0,0</b>	<b>+ 43.846,0</b>	<b>4,7</b>	<b>+ 284,4</b>	<b>0,0</b>	<b>42,0</b>	<b>2.889,9</b>	<b>13.841,0</b>	
<b>Média anual de geração</b>	<b>88,6</b>	<b>+ 117</b>	<b>93,9</b>	<b>+ 38.833,4</b>	<b>81,1</b>	<b>1,8</b>	<b>+ 38.229,2</b>	<b>2,5</b>	<b>+ 221,8</b>	<b>6,6</b>	<b>21,2</b>	<b>4.000,2</b>	<b>11.829,7</b>	
Tipo de destinação	Cedido para ETE de outro curtume	-	-	-	0,01%	-	-	-	-	-	-	0,3%	-	
	Fabricação de fertilizante/ILSA (4)	-	-	-	1,05%	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Incorporação ao solo agrícola (10)	-	-	-	-	-	100,0%	96,3%	-	-	-	-	79%	95,3%
	Compostagem (10)	-	-	-	-	-	-	3,7%	-	-	-	-	1,5%	3,7%
	<b>Aproveitamento / total gerado</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>1,1%</b>	<b>0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>81,2%</b>	<b>99,1%</b>
	Aterro industrial	15,3%	100,0%	99,5%	98,6%	97,2%	-	-	100%	100%	100%	100%	18,8%	0,9%
	Aterro da Prefeitura Municipal	-	-	-	0,001%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Estocagem	-	-	0,5%	0,4%	2,8%	-	-	-	-	-	-	-	-
	Tratamento fora do estado	85%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>Rejeito / total gerado</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>98,9%</b>	<b>100%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>18,8%</b>	<b>0,9%</b>
<b>Etapa de geração do resíduo</b>	ETE		ETE		ETE	ETE		ETE		ETE	ETE	ETE	ETE	
<b>Nº médio de geradores</b>	<b>3</b>		<b>68</b>		<b>4</b>	<b>14</b>		<b>11</b>		<b>1</b>	<b>1</b>	<b>7</b>	<b>4</b>	
<b>Nº médio de destinatários</b>	<b>2</b>		<b>22</b>		<b>4</b>	<b>14</b>		<b>6</b>		<b>1</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	

Legenda:

alternativa comprovada para o resíduo

aplicação não prevista e realizada

( ) - correlação com a alternativa de valorização identificada na Figura 11

Fonte: autora, baseado no SIGECORS (FEPAM, 2016A)

Os RCP tem participação importante no total dos resíduos gerados nas unidades de produção de couros do RS. Somando 93.340,3 m<sup>3</sup>/ano e 186,9 ton/ano, respondem por 72,3% do total quantificado em volume e 0,2% do total quantificado em massa.

Em termos quantitativos o lodo perigoso de ETE (D0050 e D0090) é um dos principais resíduos das unidades de produção de couro do RS, com a geração anual média de 38.950,4 m<sup>3</sup> e 182,5 ton, responde por 30,2% do total quantificado em volume, e 0,2% do total quantificado em massa (considerando a soma de todos os tipos de resíduos gerados). Deste montante uma quantidade inferior a 1% foi destinada para a fabricação de fertilizante (empresa ILSA Brasil) e o restante para ARIPs. Verifica-se neste caso, uma oportunidade de melhoria para o setor, primeiramente pela redução do volume deste resíduo mediante processos de secagem (processo térmico, adicional ao desaguamento realizado normalmente), o que acarretaria na redução de volume transportado e disposto. Outra questão importante é a identificação de alternativas de aplicação do resíduo em outros processos, como por exemplo, a recuperação do cromo presente no mesmo.

Assim como o lodo perigoso de ETE, os resíduos de peneiramento e gradeamento com cromo foram destinados a ARIPs. Este resíduo foi informado por 4 empresas apenas, o que sugere que os demais geradores tenham descartado este material juntamente com o lodo (D0090).

Os resíduos perigosos de lodo de tinta (K0781 e K0081) foram 100% destinados a ARIPs e, considerando a proibição da disposição de resíduos com características de inflamabilidade no solo, em aterros de resíduos perigosos e centrais de recebimento e destinação de resíduos perigosos no RS (FEPAM, 2010), acredita-se que o material seja oriundo de tintas base água.

Os lodos A0190 e A0210, caracterizados pela FEPAM como não perigosos, classe IIA, podem ser oriundos de ETEs de curtumes que não utilizam nos seus processos cromo ou outras substâncias que conferem a periculosidade ao resíduo ou do tratamento biológico. Estes resíduos responderam por 12,3% do total gerado e quantificado em volume. A maior parte deste resíduo foi incorporada ao solo agrícola ou aproveitada em processos de compostagem, chegando 80,9% e 99,1% de aproveitamento, respectivamente. Também foi verificada a cedência de 0,3% do resíduo A0190 para ETEs de outras empresas. Já o lodo de caleiro (A0998) representa 29,6% do total de resíduos gerados sendo um dos principais resíduos gerados em termos quantitativos. Este material foi 100% aproveitado, sendo que 96,3% foi incorporado ao solo agrícola e 3,7% em compostagem.

A aplicação desses resíduos (A0190, A0210 e A0998) em áreas de cultivo pelo processo de fertirrigação é uma solução admitida no RS, desde que seja realizada com o manejo correto e monitoramento adequado, conforme estabelecido nos documentos licenciatórios da atividade. A aplicação dessa prática em larga escala confirma o potencial agrônomo apontado por Cavallet e Selbach (2008), Teixeira et al. (2011) e outros pesquisadores e atuando como um fertilizante e um corretor de acidez do solo, pode-se caracterizar esta aplicação como *upcycling*. No entanto há que se considerar que todo o resíduo gerado (54.059,1 m<sup>3</sup>/ano) é transportado por caminhões tanque, consumindo combustíveis e gerando emissões atmosféricas. Não foi verificada a aplicação deste resíduo em processos de produção de biogás e considerando o potencial estudado por Kipper (2013) e esta poderia ser uma alternativa interessante para os resíduos em questão.

#### 4.3.7 Resíduo sólido gerado fora do processo industrial (RGFPI)

Os RGFPI abrangem àqueles gerados nas atividades administrativas e de apoio, tais como refeitórios, ambulatórios, manutenção e outros. Os RGFPI identificados nas planilhas trimestrais entregues à FEPAM pelas empresas, estão identificados na Tabela 42, que contém o código do resíduo (CODRES) definido pela FEPAM, e o enquadramento no código estabelecido pelo IBAMA (IBAMA, 2012).

**Tabela 42 - Resíduo sólido gerado fora do processo industrial – RGFPI**

CODRES	CÓDIGO IBAMA	IDENTIFICAÇÃO DO RESÍDUO
A0010	04 01 99	Resíduo de restaurante (restos de alimentos)
A0020	04 01 99	Resíduo gerado fora processo industrial (embalagens, escritório)
A0030	04 01 99	Resíduo de varrição não perigoso
A0040	04 01 99	Sucata de metais ferrosos
A0050	04 01 99	Sucata de metais não ferrosos (latao, etc)
A0060	04 01 99	Resíduo de papel, papelão
A0080	04 01 99	Resíduo de borracha
A0171	04 01 99	Resíduo de vidro
D0040	04 01 99	Resíduo de serviço de saúde (material infectado, agulha, etc)
K0072	04 01 99	Acumuladores de energia (baterias, pilhas e semelhantes)
K0106	04 01 99	Lâmpadas fluorescentes (vapor de mercúrio ou sódio)
X015	04 01 99	Cartucho de impressora
X028	04 01 99	Óleo usado no refeitório
X032	04 01 99	Papel higiênico
X037	04 01 99	Monitor de vídeo
X038	04 01 99	Resíduos eletrônicos
X041	04 01 99	Resíduo de solo não contaminado

Fonte: autora

Os RGFPI gerados no período dividem-se em perigosos e não perigosos, podendo ser recicláveis ou rejeitos. Os RGFPI somaram anualmente 6.419,4 ton, 955,4 m<sup>3</sup> e 11.625

unidades, representando respectivamente 5,7%, 07% e 13,1% do total gerado nas unidades de produção de couros do RS.

Os resíduos perigosos gerados e as destinações dadas no período estão identificados na Tabela 43.

**Tabela 43 – Geração e destinação anual de RGFPI - perigosos**

Identificação do resíduo	K0072		K0106			X038 / X037		X015	D0040		
	Acumuladores de energia		Lâmpadas fluorescentes			Resíduos eletrônicos e monitor de vídeo		Cartuchos de impressora	Resíduo de serviço de saúde		
Unidade de medida	ton	un	ton	m <sup>3</sup>	un	ton	un	un	ton	m <sup>3</sup>	
<b>Total gerado em 2013</b>	<b>0,00</b>	<b>+ 1.550</b>	<b>&lt; 0,1</b>	<b>+ 16,0</b>	<b>+ 11.542</b>	<b>0,19</b>	<b>+ 0</b>	<b>24,0</b>	<b>0,2</b>	<b>+ 0,01</b>	
<b>Total gerado em 2014</b>	<b>307,00</b>	<b>+ 1.593</b>	<b>&lt; 0,1</b>	<b>+ 0</b>	<b>+ 11.529</b>	<b>0,76</b>	<b>+ 61</b>	<b>5,0</b>	<b>0,4</b>	<b>+ 0,0</b>	
<b>Média anual de geração</b>	<b>153,50</b>	<b>+ 1.572</b>	<b>&lt; 0,1</b>	<b>+ 8,0</b>	<b>+ 11.535</b>	<b>0,47</b>	<b>+ 31</b>	<b>14,5</b>	<b>0,30</b>	<b>+ 0,01</b>	
Tipo de destinação	Reciclagem externa	100%	-	-	-	33,7%	100,0%	100,0%	100,0%	-	-
	Reciclagem fora do RS	-	-	100%	-	13,6%	-	-	-	-	-
	Devolução ao fornecedor	-	-	-	-	3,4%	-	-	-	-	-
	Estocagem	-	98,4%	-	-	43,5%	-	-	-	-	-
	<b>Aproveitamento / total gerado</b>	<b>100%</b>	<b>0%</b>	<b>100%</b>	<b>0%</b>	<b>94,1%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>
	Central de resíduos perigosos	-	-	-	100%	5,8%	-	-	-	100%	100%
	Aterro municipal	-	1,6%	-	-	-	-	-	-	-	-
	Outras formas de disposição*	-	-	-	-	0,02%	-	-	-	-	-
<b>Rejeito / total gerado</b>	<b>0%</b>	<b>100%</b>	<b>0%</b>	<b>100%</b>	<b>5,9%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	
<b>Nº médio de geradores</b>	<b>8</b>		<b>54</b>			<b>4</b>		<b>1</b>	<b>2</b>		
<b>Nº médio de destinatários</b>	<b>8</b>		<b>51</b>			<b>2</b>		<b>1</b>	<b>2</b>		

Legenda:

\* sem identificação da forma de aproveitamento

Fonte: autora, baseado no SIGECORS (FEPAM, 2016A)

As lâmpadas fluorescentes (K0106) foram geradas pela maioria das empresas e estas foram armazenadas ou destinadas à descontaminação e reciclagem, dentro e fora do estado do RS. Os acumuladores de energia (K0072) também foram gerados em quantidade expressiva e destinados à reciclagem externa por empresa especializada, e, uma pequena quantidade foi destinado à aterro sanitário. Já os resíduos eletrônicos (X038 e X037) e os cartuchos de impressora (X015) foram gerados em menor quantidade e 100% destinados à reciclagem. Finalmente, os resíduos de serviços de saúde foram gerados por duas unidades somente e destinados a empresa especializada.

Entre os resíduos não perigosos destacaram-se os recicláveis conforme destacado na Tabela 44, sendo que a maior parte deste foi efetivamente destinada a reciclagem.

Tabela 44 – Geração e destinação anual de RGFPI - não perigosos recicláveis

Identificação do resíduo	A0060 Resíduo de papel e papelão		A0040 Sucata de metais ferrosos		A0050 Sucata de metais não	A0171 Resíduo de vidro		
	ton	m³	ton	m³	ton	ton	m³	
<b>Total gerado em 2013</b>	<b>413,0</b>	<b>+ 600,1</b>	<b>8.589,9</b>	<b>+ 16,51</b>	<b>0,9</b>	<b>0,9</b>	<b>+ 0,7</b>	
<b>Total gerado em 2014</b>	<b>1.352,9</b>	<b>+ 127,1</b>	<b>338,6</b>	<b>+ 9,0</b>	<b>1,6</b>	<b>1,6</b>	<b>+ 0</b>	
<b>Média anual de geração</b>	<b>882,9</b>	<b>+ 363,6</b>	<b>4.464,2</b>	<b>+ 12,8</b>	<b>8,3</b>	<b>1,2</b>	<b>+ 0,4</b>	
Tipo de destinação	Reciclagem interna	0,1%	-	-	-	2,2%	-	-
	Reciclagem externa	34,4%	55,4%	99,8%	66,7%	35,3%	3,0%	-
	Devolução ao fornecedor	-	-	< 0,1%	-	-	-	-
	Estocagem	64,6%	0,3%	0,2%	33,3%	62,5%	52,8%	5,7%
	Queima na caldeira	0,5%	-	-	-	-	-	-
	<b>Aproveitamento / total gerado</b>	<b>99,7%</b>	<b>55,7%</b>	<b>100%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>55,8%</b>	<b>5,7%</b>
	Aterro industrial	0,2%	44,2%	-	-	-	26,8%	94,3%
	Aterro municipal	0,1%	0,2%	-	-	-	17,4%	0%
	<b>Rejeito / total gerado</b>	<b>0,3%</b>	<b>44,4%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>0%</b>	<b>44,2%</b>	<b>94,3%</b>
	Nº médio de geradores	<b>51</b>		<b>24</b>		<b>9</b>	<b>5</b>	
Nº médio de destinatários	<b>43</b>		<b>22</b>		<b>9</b>	<b>5</b>		

Fonte: autora, baseado no SIGECORS (FEPAM, 2016A)

Foram gerados também outros resíduos não perigosos e normalmente não recicláveis, conforme apresentado na Tabela 45.

Tabela 45 – Geração e destinação anual de utros RGFPI - não perigosos

Identificação do resíduo	A0030 Resíduo de varrição não perigoso		A0020 Resíduo de escritório		X041 Resíduo de solo não contaminado	A0080 Resíduo de borracha			
	ton	m³	ton	m³	m³	ton	m³	uni	
<b>Total gerado em 2013</b>	<b>5,8</b>	<b>+ 292,7</b>	<b>17,6</b>	<b>+ 191,6</b>	<b>0</b>	<b>8,3</b>	<b>+ 1,1</b>	<b>+ 88,0</b>	
<b>Total gerado em 2014</b>	<b>7,7</b>	<b>+ 431,8</b>	<b>12,3</b>	<b>+ 223,6</b>	<b>36,0</b>	<b>0</b>	<b>+ 0,2</b>	<b>+ 0</b>	
<b>Média anual de geração</b>	<b>6,8</b>	<b>+ 362,2</b>	<b>14,9</b>	<b>+ 207,6</b>	<b>18,0</b>	<b>4,1</b>	<b>+ 0,7</b>	<b>+ 44,0</b>	
Tipo de destinação	Reciclagem externa	-	-	0,01%	3,9%	-	75,8%	-	100%
	Incorporação ao solo	-	< 0,1%	-	-	-	-	-	-
	Queima na caldeira	-	-	84,0%	8,2%	-	-	-	-
	Estocagem	-	0,2%	-	1,9%	-	-	7,4%	-
	<b>Aproveitamento / total gerado</b>	<b>0%</b>	<b>0,2%</b>	<b>84,0%</b>	<b>13,9%</b>	<b>0%</b>	<b>75,8%</b>	<b>7,4%</b>	<b>100%</b>
	Aterro industrial	100%	93,7%	3,2%	49,6%	100%	24,2%	92,6%	-
	Aterro municipal	-	6,0%	12,8%	36,5%	-	-	-	-
	<b>Rejeito / total gerado</b>	<b>100%</b>	<b>99,8%</b>	<b>16,0%</b>	<b>86,1%</b>	<b>100%</b>	<b>24,2%</b>	<b>92,6%</b>	<b>0%</b>
Nº médio de geradores	<b>11</b>		<b>43</b>		<b>1</b>	<b>4</b>			
Nº médio de destinatários	<b>14</b>		<b>30</b>		<b>1</b>	<b>5</b>			

Fonte: autora, baseado no SIGECORS (FEPAM, 2016A)

Finalmente, ainda constam nas planilhas trimestrais respectivamente de dois e de um gerador, os resíduos de papel higiênico (X032), 100% destinados a aterros municipais e o óleo usado no refeitório (X0028), destinado 100% a reciclagem externa. Informado por 11 geradores, há o resíduo de restaurante (A0010) que foi parcialmente destinado a alimentação de animais, compostagem e aterro sanitário. Estes resultados sugerem que as empresas destinaram estes resíduos sem quantificação (menos de 50% das empresas medem todos os resíduos regularmente - vide Figura 13) e sem registro.

#### 4.4 COMPORTAMENTO DAS UNIDADES DE PRODUÇÃO DE COUROS DO RS

Em termos gerais os resultados da Pesquisa *Survey* e do Diagnóstico, etapas um e dois deste trabalho, indicam que as empresas estão empenhadas em fazer o correto gerenciamento dos resíduos.

A partir do SIGECORS de 2013 e 2014 (FEPAM, 2016A) foi verificado a geração anual de 112.642,5 toneladas de resíduos, mais 129.107,3 metros cúbicos de resíduos e mais 88.877 unidades (basicamente embalagens e lâmpadas). No inventário realizado em 2002 consta a geração anual de 243.881,86 toneladas (FEPAM, 2003). Os principais resíduos gerados neste processo são os RCPs, principalmente os lodos das estações de tratamento de efluentes, seguidos dos RCs, basicamente couros curtidos ao cromo e resíduos oriundos da pele (RP). A Tabela 46 apresenta um resumo dos resíduos gerados pelas unidades de produção de couros em 2013 e 2014.

**Tabela 46 – Geração anual total de resíduos nas unidades de produção de couros do RS**

TIPO DE RESÍDUO	TOTAL GERADO							
	em massa (ton)		em volume (m³)			em unidades		
RP	25.523,9	22,7%	+	1.853,2	1,4%	+	-	-
RC	50.931,8	45,2%	+	0,0	-	+	-	-
RPQ	102,8	0,1%	+	13.782,8	10,7%	+	-	-
RPQ (embalagens)	6.085,4	5,4%	+	730,8	0,6%	+	75.955,0	85,5%
ORP	23.371,3	20,8%	+	18.432,4	14,3%	+	1.297,0	1,5%
REPI	3,0	-	+	12,4	-	+	-	-
RCP	186,9	0,2%	+	93.340,3	72,3%	+	-	-
RGFPI	6.419,4	5,7%	+	955,4	0,7%	+	11.625,0	13,1%
<b>TOTAL</b>	<b>112.624,5</b>	<b>100,0%</b>	<b>+</b>	<b>129.107,3</b>	<b>100,0%</b>	<b>+</b>	<b>88.877,0</b>	<b>100,0%</b>

Fonte: autora, baseado no SIGECORS (FEPAM, 2016A)

Foi verificado que a geração de resíduos perigosos foi ligeiramente inferior a de não perigosos:

<u>Resíduos Classe I - perigoso</u>	<u>Resíduos Classe II – não perigoso</u>
→ 55.530,5 ton. (49,3%)	→ 57.094,0 ton (50,7%)
→ 55,898,6 m <sup>3</sup> (43,3%)	→ 73.208,7 m <sup>3</sup> (56,7%)
→ 29.024 unidades (32,7%)	→ 59.853 unidades (67,3%)

No ano de 2002 esta composição era de 49,2% de resíduos Classe I e 50,8% de resíduos Classe II, medidos em toneladas. Embora a diferença não seja expressiva, verifica-se uma redução na geração de resíduos perigosos.

Os resultados obtidos no diagnóstico são coerentes com os registrados em 2002 (FEPAM, 2003) e com as estimativas de que são produzidas anualmente no Brasil de 91 - 273 mil toneladas de resíduos de couro curtido ao cromo. (OLIVEIRA, 2007).

Verificou-se o aproveitamento substancial dos resíduos gerados, conforme demonstrado na Tabela 47.

**Tabela 47 – Geração anual total de resíduos nas unidades de produção de couros do RS**

	CLASSE I			CLASSE II		
<b>Total gerado</b>	55.530,5 ton	55.898,6 m <sup>3</sup>	29.024 un	57.094,01 ton	73.208,7 m <sup>3</sup>	59.853 un
<b>Resíduo aproveitado</b>	73,3%	26,2%	91,5%	96,1%	95,0%	97,8%
<b>Rejeito</b>	26,7%	73,8%	8,5%	3,9%	5,0%	2,2%

Fonte: autora

No que se refere a resíduos não perigosos, a prática dos processos de reciclagem, *upcycling* e *downcycling*, resultando em coprodutos e subprodutos, atingiu um desempenho superior a 95%, atendendo a PNRS (BRASIL, 2010A).

Mesmo que o nível de aproveitamento de resíduos Classe I - perigosos tenha sido menor que o obtido com os resíduos Classe II - não perigosos, este foi bem superior ao padrão de 2002. Conforme o Inventário Nacional de Resíduos (FEPAM, 2003), em 2002 84,2% dos resíduos Classe I – perigosos gerados eram destinados para ARIP. Atualmente o lodo gerado nas estações de tratamento de efluentes é o resíduo Classe I - perigoso mais problemático do setor, não havendo ainda uma alternativa de aproveitamento disponível.

A Tabela 48 apresenta um resumo do nível de desempenho obtido no aproveitamento dos diferentes resíduos gerados. O percentual de rejeitos informados na tabela refere-se a todo material destinado à disposição final.

Tabela 48 – Geração anual total de resíduos nas unidades de produção de couros do RS

TIPO DE RESÍDUO	Porção quantificada em massa		Porção quantificada em volume		Porção quantificada em unidades	
	Resíduo*	Rejeito	Resíduo*	Rejeito	Resíduo*	Rejeito
RP	21,7%	0,9%	0,9%	0,5%	-	-
RC	32,2%	13,0%	-	-	-	-
RPQ	0,1%	-	10,6%	0,1%	-	-
RPQ (embalagens)	5,4%	-	0,2%	0,4%	82,0%	3,5%
ORP	20,5%	0,2%	11,8%	2,5%	1,5%	-
REPI	-	0,0%	-	-	-	-
RCP	-	0,2%	41,5%	30,8%	-	-
RGFPI	4,9%	0,8%	0,2%	0,6%	12,3%	0,8%
<b>TOTAL</b>	<b>84,9%</b>	<b>15,1%</b>	<b>65,2%</b>	<b>34,8%</b>	<b>95,7%</b>	<b>4,3%</b>

\* percentual de material com aproveitamento em processos de reutilização/reciclagem/*upcycling*/*downcycling*

Fonte: autora

Avaliando-se as formas de aproveitamento de resíduos aplicadas pelas unidades produtivas de couros do RS no período 2013-2014, frente aos conceitos dos processos de valorização de resíduos apresentados na Tabela 10, foi constatado que os processos de reutilização, reciclagem, *upcycling* e *downcycling*, estão presentes no setor, conforme demonstrado na Tabela 49.

Tabela 49 – Caracterização dos processos de valorização de resíduos

Resíduo	Forma de aproveitamento	Processo de valorização aplicado
Sal usado	Conservação das peles.	Reutilização - Uso para o mesmo fim.
	Uso no processo produtivo (píquel).	Reutilização - Uso para um novo processo, sem necessidade de transformação.
Aparas de peles caleadas e aparas de peles salgadas	Fabricação de: - gelatinas e peptídeos de colágeno; - ossos para cães.	<i>Upcycling</i> - Aproveitamento da proteína como nutriente, fornece matéria-prima de produtos com alto valor agregado.
Aparas de peles caleadas e aparas de peles salgadas	Compostagem e fabricação de fertilizantes orgânicos.	<i>Downcycling</i> - Embora forneça o N, que é um nutriente desejável, o NaCl presente no resíduo não é, podendo afetar negativamente o processo de compostagem e o produto gerado, que possui menor valor agregado.
Aparas de peles caleadas	Fabricação de artigos para cutelaria.	<i>Upcycling</i> - Aproveitamento como matéria-prima de produtos com alto valor agregado.
Carnaça	Fabricação de ração animal.	<i>Upcycling</i> - Reconhecimento do valor nutricional (Silva, 2007), fornecendo matéria-prima de produtos com alto valor agregado.
	Fabricação de: - fertilizantes orgânicos; - sebo e sabão.	<i>Upcycling</i> - Aproveitamento como matéria-prima de produtos com alto valor agregado.
	Compostagem	<i>Downcycling</i> - Fornece C e N, que é um macronutriente desejado para o solo. Mas, a gordura presente no resíduo não é desejada para este processo e o produto gerado possui baixo valor agregado.
Resíduos orgânicos de processo	Fabricação de: - gelatinas e peptídeos de colágeno; - ração animal;	<i>Upcycling</i> - Aproveitamento da proteína como nutriente, fornece matéria-prima de produtos com alto valor agregado.

Resíduo	Forma de aproveitamento	Processo de valorização aplicado	
	- ossos para cães.		
Resíduos orgânicos de processo	Fabricação de: - sebo e sabão; - oleína biocombustível; - químicos; - componentes para calçados.	<i>Upcycling</i> -	Aproveitamento como matéria-prima transformando-se em produtos de alto valor agregado.
Resíduos orgânicos de processo	Compostagem	<i>Downcycling</i> -	Fornecer nutrientes desejados para o solo, mas a gordura e o NaCl presentes no resíduo prejudicam o processo de compostagem. O produto final possui baixo valor agregado.
Lodo do calceiro	Compostagem	<i>Upcycling</i> -	Aproveitamento agrônomico da cal, do C e do N presentes no resíduo, além da propriedade de elevação do pH do solo.
Couro atinado (aparas, retalhos, serragem e pó)	Fabricação de: - fertilizante orgânico; - cola animal; - reconstituído de couro; - artefatos.	<i>Upcycling</i> -	Aproveitamento como matéria-prima transformando-se em produtos de alto valor agregado.
Couro com cromo (aparas, retalhos, serragem e pó)	Fabricação de: - adubo; - reconstituído de couro.	<i>Upcycling</i> -	Aproveitamento como matéria-prima transformando-se em produtos de alto valor agregado.
	Coprocessamento pela indústria de cimento.	<i>Downcycling</i> -	Recuperação de energia, porém sem agregação de valor ao produto final.
Solventes usados	Recuperação por destilação	Reciclagem -	Recuperação do insumo para utilização no mesmo processo.
	Fabricação de thinners e tintas	<i>Upcycling</i> -	Aproveitamento como matéria-prima transformando-se em produtos de alto valor agregado.
Embalagens de produtos químicos	Logística reversa	Reutilização -	Uso para o mesmo fim.
	Recuperação para comercialização	Reciclagem -	Limpeza e recuperação do produto para aplicação sem transformação.
	Venda como sucata	<i>Downcycling</i> -	Transformação em matéria-prima de produtos com menor valor agregado.

Fonte: autora

O processo de aproveitamento e valorização de todos os resíduos gerados é condição *sine qua non* para a sobrevivência dos sistemas de produção industrial. Indivíduos e empresas precisam valorizar os recursos presentes nos resíduos e ter a consciência que um ciclo necessariamente deve alimentar outro ciclo.

## 5 CONCLUSÕES

Do total de resíduos gerados no processamento das peles e couros, caracterizam-se como rejeitos, 15,1% em massa, mais 34,8% em volume e 4,3% em unidades. Os rejeitos gerados em maior volume e que constituem melhores oportunidades de melhoria são os lodos perigosos de ETE (RCP), resíduos de couro com cromo (cerca de 1/3 do resíduo gerado vai para ARIP) e a carnaça (quase um quinto da carnaça gerada não foi aproveitada). Além disso há que se viabilizar formas de reduzir a geração de resinas inflamáveis e tintas e pigmentos, embalagens contaminadas, têxteis, plásticos, papel e papelão contaminados, além de lixas e EPI. Com excessão aos lodos de ETE, que requerem o desenvolvimento de uma aplicação viável em escala industrial, todos os demais rejeitos dependem meramente da aplicação dos preceitos da P+L.

Quanto aos aspectos técnicos, operacionais, ambientais e legais relacionados ao gerenciamento e destinação final dos resíduos sólidos gerados verificou-se que de um modo geral as empresas do setor realizam ações visando o bom desempenho, possuem licença ambiental e definem as responsabilidades frente ao gerenciamento de resíduos. No entanto foi identificada uma falha sistêmica na quantificação e monitoramento dos resíduos gerados. A correção deste problema dependerá do estabelecimento, padronização, implementação e manutenção de sistemas de medição dos resíduos, por parte dos geradores. Da parte do órgão ambiental conclui-se que é necessário realizar uma melhoria no SIGECORS de modo a padronizar as unidades de medida para cada tipo de resíduo e, a partir do padrão fixado, colocar bloqueios na ferramenta que produz as planilhas trimestrais de resíduos. Sabe-se que a quantificação correta dos resíduos é fundamental para o gerenciamento dos mesmos, tanto para o simples controle, quanto para o acompanhamento do desempenho em relação às metas de redução da geração de resíduos, conforme estabelecido na PNRS (BRASIL, 2010), no PERS (RIO GRANDE DO SUL, 2015) e nas próprias empresas geradoras.

As empresas apresentaram diversos exemplos de ações que comprovam que as mesmas exploraram algumas das oportunidades de produção e tecnologias mais limpas viáveis à redução da geração de resíduos sólidos no processo produtivo. Devido a geração de rejeitos em quantidade expressiva, acredita-se que a aplicação sistêmica da P+L nos processos de produção de ouros poderia melhorar o desempenho neste campo.

Foi verificado a geração anual de 112.642,5 toneladas de resíduos, mais 129.107,3 metros cúbicos de resíduos e mais 88.877 unidades (basicamente embalagens e lâmpadas). Com exceção ao RCP, que obteve um nível de aproveitamento menor, os demais resíduos foram substancialmente aproveitados, atingindo índices médios de aproveitamento de 73,3% a 97,8%. Os resultados quanto à destinação final dos resíduos comprovam que este segmento industrial do RS valoriza os resíduos gerados, sendo que a destinação final para ARIPs diminuiu bruscamente desde 2002.

Por meio da avaliação ambiental dos resíduos sólidos oriundos da produção de couros no Rio Grande do Sul realizada conclui-se que o diferencial ambiental deste setor no RS está na aplicação sistêmica de processos de valorização de resíduos, incluindo a reutilização de resíduos, a prática de *upcycling*, transformando resíduos em coprodutos, e a prática de *downcycling*, transformando resíduos em subprodutos nos casos que não é possível tecnicamente ou economicamente uma melhor valorização dos mesmos. De qualquer maneira pode-se inferir a partir desta pesquisa que em comparação a situação do setor no inventário de resíduos realizados em 2002 com a situação atual, este vem gerando diversas ações distanciando o gerenciamento de resíduos das tecnologias de fim de tubo.

## 6 SUGESTÕES DE TRABALHOS FUTUROS

Considerando que os balanços de massa existentes são hipotéticos ou realizados em escala laboratorial e piloto; considerando o impacto da falta de padronização de unidades de medida e a inviabilidade de converter todos os valores informados no SIGECORS pelos geradores; considerando o impacto das diferenças do teor de umidade dos resíduos gerados, sugere-se que seja realizado um balanço de massa real, acompanhando uma produção real, por um período de tempo, a fim de determinar indicadores de desempenho que possam ser usados como referenciais comparativos pela indústria do setor.

Sugere-se também realizar estudos para viabilizar a utilização de lodo de ETE com cromo em novos processos.

Outros estudos que podem ser realizados são:

- avaliação do ciclo de vida das soluções de *upcycling* e *downcycling* apresentadas pelo setor no sentido da construção de indicadores de *performance* ambiental e econômica do setor; e

- avaliação energética do setor de couro.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADZET, José Maria. et al. *Acabado de la piel*. AQEIC. Barcelona, 1988.

AGÊNCIA BRASILEIRA DE DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL (ABDI). **Relatório de Acompanhamento Setorial: Indústria de Couro**. Brasília, 2011.

AGÊNCIA NACIONAL DE TRANSPORTES TERRESTRES (ANTT). **Resolução ANTT Nº 420, de 12 de fevereiro de 2004**.

ANDRIOLI, E.; GUTTERRES, Mariliz. Processos alternativos ao tratamento dos resíduos sólidos gerados pela indústria coureiro-calçadista. In: **XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química**, Florianópolis, SC. 2014

AQUIM, Patrice et al. Balanço de massa nos processos de ribeira e curtimento. In: GUTTERRES, Mariliz. **A ciência rumo à tecnologia do couro**. Porto Alegre: Tríplice Assessoria e Soluções Ambientais, 2008.

ARRUDA, Jandeilson Alves de, et al. Uso da cinza de biomassa na agricultura: efeitos sobre atributos do solo e resposta das culturas. **Revista Principia – Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB**, João Pessoa, n. 30, p 1-13, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE CALÇADOS (ABICALÇADOS). **Relatório Setorial - Indústria de Calçados do Brasil / 2016**. Disponível em <http://www.abicalcados.com.br/relatoriosetorial/> Acesso em: 02 nov. 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNE (ABIEC). **Perfil da Pecuária no Brasil – Relatório Anual 2016**. Disponível em <<http://www.beefpoint.com.br/cadeia-produtiva/giro-do-boi/perfil-da-pecuaria-no-brasil-relatorio-anual-2016/>> Acesso em: 22 set. 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE QUÍMICOS E TÉCNICOS DA INDÚSTRIA DO COURO (ABQTIQ). **Guia Brasileiro do Couro 2016**. 23ª Edição. ABQTIC. Estância Velha, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 7.500 – Identificação para o transporte terrestre, manuseio, movimentação e armazenamento de produto**. Rio de Janeiro, 2013.

\_\_\_\_\_. **NBR 7.503 – Transporte terrestre de produtos perigosos - Ficha de emergência e envelope para o transporte - Características, dimensões e preenchimento**. Rio de Janeiro, 2016.

\_\_\_\_\_. **NBR 9.735 – Conjunto de equipamentos para emergência no transporte terrestre de produtos perigosos**. Rio de Janeiro, 2016A.

\_\_\_\_\_. **NBR 10.004 - Resíduos sólidos – Classificação**. Rio de Janeiro, 2004.

\_\_\_\_\_. **NBR 10.005 - Resíduos sólidos: obtenção de lixiviado**. Rio de Janeiro, 2004A.

\_\_\_\_\_. **NBR 10.006** - Resíduos sólidos: obtenção de solubilizado. Rio de Janeiro, 2004B.

\_\_\_\_\_. **NBR 10.007** - Resíduos sólidos: Amostragem. Rio de Janeiro, 2004C.

\_\_\_\_\_. **NBR 1.0157** - Aterros de resíduos perigosos - Critérios para projeto, construção e operação – Procedimento. Rio de Janeiro, 1987.

\_\_\_\_\_. **NBR 11.174** - Armazenamento de resíduos classes II - não inertes e III - inertes - Procedimento. 1990

\_\_\_\_\_. **NBR 11.175** - Incineração de resíduos sólidos perigosos - Padrões de desempenho – Procedimento. Rio de Janeiro, 1990A.

\_\_\_\_\_. **NBR 12.235** - Armazenamento de resíduos sólidos perigosos - Procedimento. Rio de Janeiro, 1992.

\_\_\_\_\_. **NBR 13.221** - Transporte terrestre de resíduos. Rio de Janeiro, 2010.

\_\_\_\_\_. **NBR 16.296** Couro – Princípios, critérios e indicadores para produção sustentável. Rio de Janeiro, 2014.

\_\_\_\_\_. **NBR NM 45** - Agregados - Determinação da massa unitária e do volume de vazios. Rio de Janeiro, 2006.

ASSOCIAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DE CURTUME DO RIO GRANDE DO SUL (AICSUL). **Solicitação de indicadores de curtumes do RS** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <lisiane,metz@senairs.org.br> em 24 set. 2016.

BELAY, Alebel Abebe. Impacts of chromium from tannery effluent and evaluation of alternative treatment options. **Journal of Environmental Protection**, v.1, p. 53-58, 2010. Disponível em: <http://www.SciRP.org/journal/jep>. Acesso em: 28 abr. 2015.

BERTAZZO, Marcelo et al. System for biodegradability evaluation on leather used in footwear industry. **Journal of Asociación Química Española de la Industria del Cuero (AQEIC)**, Barcelona, v. 63, p. 61-69, 2012.

BESERRA, Felipe Ribeiro; ELIAS, Sérgio José Barbosa. Implantação da produção mais limpa em uma indústria de beneficiamento de couro de grande porte: estudo de caso. In: **XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção**. São Carlos, SP. 2010

BRASCOURO INDÚSTRIA E COMERCIO LTDA. Presidente Lucena. 2016. Disponível em: <<http://www.brascouro.com/php/empresa.php>>. Acesso em: 18 nov.2015.

BRASIL. **Decreto N° 6.514, de 22 de julho de 2008**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 23 jul. 2008.

\_\_\_\_\_. **Decreto N° 7.404, de 23 de dezembro de 2010**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 23 dez. 2010.

\_\_\_\_\_. **Decreto Nº 96.044, de 18 de maio de 1988.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 19 mai. 1988.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 4.888, de 09 de dezembro de 1965.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 13 dez. 1965. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/1950-1969/L4888.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/1950-1969/L4888.htm)>. Acesso em: 30 mai. 2014.

\_\_\_\_\_. **Lei Nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 13 fev. 1998 e retificado em 17 fev. 1998.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 03 ago. 2010A.

\_\_\_\_\_. **Lei nº 12.633, de 14 de Maio de 2012.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 15 mai. 2012.

\_\_\_\_\_. **Norma Regulamentadora - NR 25, 2011.** Disponível em: <<http://trabalho.gov.br/images/Documentos/SST/NR/NR25.pdf>>. Acesso em: 30 maio 2014.

\_\_\_\_\_. **Portaria Interministerial Nº 464, de 29 de agosto de 2007.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 30 ago. 2007.

BRIDGWATER, Anthony V. Review of fast pyrolysis of biomass and product upgrading. **Biomass and Bioenergy**, v. 38, p. 68-94, 2012.

BRITISH LEATHER MANUFACTURERS' RESEARCH ASSOCIATION - BLRMA. **Hides, skins, and leather under the microscope.** Milton Park, Egham, Surrey : British Leather Manufacturers' Research Association, London, 1957.

BRUNI, Adriano Leal; FAMÁ, Rubens. **Gestão de custos e formação de preços com aplicações na calculadora HP 12C e Excel.** 3. ed. São Paulo: Atlas, 2004

BULJAN, Jakov; REICH, Gunther; LUDVIK, J. **Mass balance in leather processing.** 2000. 27p. United Nations Industrial Development Organization – UNIDO.

CASTRO, Isabela Alves de. **Resíduo de couro 'wet blue' após a extração do cromo: uso como fertilizante nitrogenado em plantação de eucalipto.** 2011. 93P. Dissertação (Mestrado em Agroquímica). Universidade Federal de Lavras, Lavras, Minas Gerais.

CAVALLET, Luiz Ermindo; SELBACH, Pedro Alberto. Populações microbianas em solo agrícola sob aplicação de lodos de curtume. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. spe, p. 2863-2869, 2008. Disponível em <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-06832008000700033](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832008000700033)> Acesso em: 02 ago. 2015.

CENTRO DAS INDÚSTRIAS DE CURTUME DO BRASIL (CICB). **Indicadores de curtumes do Brasil** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por <[lisiane.metz@senairs.org.br](mailto:lisiane.metz@senairs.org.br)> em 24 set. 2016.

CENTRO DAS INDÚSTRIAS DE CURTUME DO BRASIL (CICB). **Listagem de associados**. Brasília, 2016. Disponível em: <[http://www.cicb.org.br/?page\\_id=8971](http://www.cicb.org.br/?page_id=8971)>. Acesso em: 13 jan.2016A.

CLASS, Isabel Cristina; MAIA, Roberto Augusto Moraes. **Manual básico de resíduos industriais de curtume**. Porto Alegre, Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial – SENAI/RS, 1994.

CONSELHO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE (CONSEMA). **Resolução CONSEMA Nº 73, de 20 de agosto de 2004**. Diário Oficial do Estado, Porto Alegre, RS, 26 ago. 2004.

\_\_\_\_\_. **Resolução CONSEMA N.º 288, de 02 de outubro de 2014**. Diário Oficial do Estado, Porto Alegre, RS, 03 out. 2014.

\_\_\_\_\_. **Resolução CONSEMA Nº 297, de 22 de julho de 2015**. Diário Oficial do Estado, Porto Alegre, RS, 23 jul. 2015.

CONSELHO NACIONAL DE TRÂNSITO (CONTRAN). **Resolução CONTRAN Nº 441, de 18 de maio de 2013**. Brasília, DF, 2013.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução CONAMA Nº 001, de 23 de janeiro de 1986**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 17 fev.1986.

\_\_\_\_\_. **Resolução CONAMA Nº 257, de 30 de junho de 1999**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 22 jul. 1999.

\_\_\_\_\_. **Resolução CONAMA Nº 263, 12 de novembro de 1999A**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 22 jul. 1999.

\_\_\_\_\_. **Resolução CONAMA Nº 264, de 26 de agosto de 1999B**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 20 mar. 2000.

\_\_\_\_\_. **Resolução CONAMA Nº 275, de 25 de abril de 2001**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 19 jun. 2001.

\_\_\_\_\_. **Resolução CONAMA Nº 313, de 29 de outubro de 2002**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 22 de nov. 2002.

\_\_\_\_\_. **Resolução CONAMA Nº 358, de 29 de abril de 2005**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 04 mai. 2005.

\_\_\_\_\_. **Resolução CONAMA Nº 362, de 23 de junho de 2005A**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 27 jun.2005.

\_\_\_\_\_. **Resolução CONAMA Nº 375, de 29 de agosto de 2006**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 30 ago. 2006.

\_\_\_\_\_. **Resolução CONAMA Nº 382, de 26 de dezembro de 2006A**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 02 jan. 2007.

\_\_\_\_\_. **Resolução CONAMA n° 401, de 4 de novembro de 2008.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 05 nov. 2008.

\_\_\_\_\_. **Resolução CONAMA n° 416, de 30 de setembro de 2009.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 01 out. 2009.

\_\_\_\_\_. **Resolução CONAMA n° 450, de 06 de março de 2012.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 07 mar. 2012.

DANIELS, Richard. *Back to basics: the environment*. Liverpool: World Leather, 2004.

EL-HAGGAR, Salah M. et al. **Sustainability and Innovation: The Next Global Industrial Revolution**. Cairo: The American University in Cairo, 2015

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS PORTUGUESAS AGRO-ALIMENTARES – FIPA. **Boletim Informativo N° 95, de 01 de março de 2007.** Disponível em <<http://www.fipa.pt/pdf/fipaflash95.pdf>>. Acesso em 30 mai. 2014.

FUNDAÇÃO ESTADUAL DE PROTEÇÃO AMBIENTAL (FEPAM). **Relatório sobre a geração de resíduos sólidos industriais no estado do Rio Grande do Sul.** Maio 2003. Disponível em: <<http://www.fepam.rs.gov.br/biblioteca/rsi.asp>>. Acesso em: 28 abr. 2015.

\_\_\_\_\_. **Sistema de Gerenciamento e Controle de Resíduos Sólidos Industriais (SIGECORS)** - Manual do usuário FEPAM.net. Out. de 2008. Disponível em <[http://www.fepam.rs.gov.br/analises\\_tecnicas/residuos\\_geracao/Manual%20planilhas%20destino%20de%20Residuos.pdf](http://www.fepam.rs.gov.br/analises_tecnicas/residuos_geracao/Manual%20planilhas%20destino%20de%20Residuos.pdf)> Acesso em 05 ago 2016.

\_\_\_\_\_. **Portaria FEPAM N° 16, de 20 de abril de 2010.** Diário Oficial do Estado, Porto Alegre, RS, 24 abr. 2010.

\_\_\_\_\_. **Portaria FEPAM N° 34, de 03 de agosto de 2009.** Diário Oficial do Estado, Porto Alegre, RS, 06 ago. 2009.

\_\_\_\_\_. **Portaria FEPAM N° 127, de 23 de dezembro de 2014.** Diário Oficial do Estado, Porto Alegre, 31 dez. 2014.

\_\_\_\_\_. **Planilha SIGECORS de Geração de Resíduos Sólidos *On Line*.** Disponível em: <[http://www.fepam.rs.gov.br/analises\\_tecnicas/residuos\\_geracao/geracao\\_residuos\\_index.asp](http://www.fepam.rs.gov.br/analises_tecnicas/residuos_geracao/geracao_residuos_index.asp)> Acesso em: 10 abr. 2016.

\_\_\_\_\_. **Planilha trimestrais do SIGECORS, dos ramos de atividades 1910.00, 1921.11, 1921.12, 1921.20, 1922.10 e 1922.20 no período de 2013 a 2015.** Acesso em 14 jan.2016A.

\_\_\_\_\_. **Planilha SIGECORS por setor industrial.** Disponível em: <[http://www.fepam.rs.gov.br/central/formularios/planilhas\\_sigecors.asp](http://www.fepam.rs.gov.br/central/formularios/planilhas_sigecors.asp)> Acesso em: 31 mar. 2016B.

\_\_\_\_\_. **Tabela C19 – códigos de atividades para licenciamento ambiental da indústria de couros e peles.** Disponível em: <<http://www.fepam.rs.gov.br/Licenciamento/area1/popup3.asp?titulo1=IND%DASTRIA&tit>>

ulo2=INDUSTRIA%20DE%20COUROS%20E%20PELES&tipo=3&grupo=C19&origem=2&tabela=1> Acesso em: 02 jan.2016C.

FIGUEIREDO-SGANDERLA, João Alcione; PRODANOV, Cleber Criatiano; DAROIT, Doriana. *Impacts of the globalized economy on the environment: the tanning industry in the Vale do Rio dos Sinos*. **Brazilian Journal of Biology**, v. 70, n. 4 (suppl.), p. 1231-1243. 2010

GELITA. Maringá, 2016. Disponível em: <<http://www.gelita.com/pt/solu-es-e-produtos/fabrica-o-da-gelatina-em-seis-etapas>>. Acesso em:18 nov.2015.

GÊNESIS. In: **Bíblia Sagrada**: Nova Tradução na Linguagem de Hoje. Barueri (SP). Sociedade Bíblica do Brasil, 2012.

GIANELLO, Clesio et al . Viabilidade do uso de resíduos da agroindústria coureiro-calçadista no solo. **Ciência Rural**, Santa Maria , v. 41, n. 2, p. 242-245, Feb. 2011. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-84782011000200010&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782011000200010&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 05 ago. 2015.

GOMES, Fábio Candal. **Avaliação da qualidade do couro de bovinos de diferentes sistemas de produção na perspectiva do desenvolvimento local**. 2007. 93 p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Local). Universidade Católica Dom Bosco, Campo Grande, Mato Grosso do Sul.

GONG , Ying et al. Stabilization of chromium: An alternative to make safe leathers. **Journal of Hazardous Materials**, v. 179, p.540–544, July 2010

GUARNIERI, Patricia. **Logística Reversa**: em busca do equilíbrio econômico e ambiental. 1. ed. Recife: Ed. Clube dos Autores, 2011.

GUTTERRES, Mariliz. Estrutura de colagênio da pele. **Revista do Couro**, ed. 170, p. 76-80, 2004.

GUTTERRES, Mariliz; OSÓRIO, Tiago da Silva. Métodos analíticos especiais aplicados ao couro. **XVI Congresso Latinoamericano de Químicos y Técnicos de la Industria del Cuero**. Buenos Aires, 2004.

GUTTERRES, Mariliz. Tendencias emergentes en la industria del cuero. **Boletín Técnico de la AQEIC**, Barcelona, v. 57, n. 1, p. 22-27, 2006.

HOINACKI, Eugênio. **Peles e couros**. 2 ed. rev. amp. Porto Alegre: SENAI/RS, 1989.

HOINACKI, Eugênio; MOREIRA, Marina Vergílio; KIEFER, Carlos Guilherme. **Manual básico de processamento do couro**. Porto Alegre: SENAI-RS, 1994.

ILSA BRASIL LTDA. Presidente Lucena. 2016. Disponível em: <<http://www.ilsabrasil.com.br/>>. Acesso em:18 nov.2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA**. Disponível em <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pecua/default.asp?t=2>>. Acesso em: 22 set. 2016.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). **Instrução Normativa IBAMA Nº 1, de 25 de janeiro de 2013.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 30 jan. 2013.

\_\_\_\_\_. **Instrução Normativa IBAMA Nº 13, de 18 de dezembro de 2012.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 19 dez. 2012.

INSTITUTO DE ESTUDOS E MARKETING INDUSTRIAL (IEMI). **Estudo de Competitividade do Setor de Curtumes no Brasil.** São Paulo, 2013, 68 p.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARIZATION (ISO). **ISO 14.001 - Environmental management systems - Requirements with guidance for use.** 2015.

JUNQUEIRA, Luciano Antonio Prates; MAIOR, João Souto; PINHEIRO, Fabiana Pereira. Sustentabilidade: a produção científica brasileira entre os anos de 2000 e 2009. **Revista de Gestão Social e Ambiental.** v.5, n.3, 1-18, Dez. 2011.

KIPPER, Eduardo. **Tratamento Enzimático e Produção de Biogás por Resíduos Sólidos de Curtume.** 2013. 109 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul.

KOLAFIT. Roca Sales, 2016. Disponível em: <<http://www.kolafit.com.br/empresa.php>>. Acesso em: 18 nov. 2015

KRUMMENAUER, Karine; THUM, Adriane Brill. Sistema de informação geográfica das indústrias coureiras do Rio Grande do Sul licenciadas na Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luís Roessler – FEPAM. **Revista do Couro,** Estância Velha: ABQTIC, v.35, n.217, (jul./ago. 2011), p. 42-49.

LEATHER WORKING GROUP (LWG). **Environmental audit protocol responses report Issue 6.3.0.** 15 June 2015. Disponível em <[http://www.leatherworkinggroup.com/images/documents/LWG%20Protocol%206.3.0%20\(15%20June%202015%20\).pdf](http://www.leatherworkinggroup.com/images/documents/LWG%20Protocol%206.3.0%20(15%20June%202015%20).pdf)> Acesso em: 07 ago. 2015.

MAHER, Michael. **Contabilidade de custos:** criando valor para a administração. São Paulo: Atlas, 2001.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica.** 7 ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MARTINS, Eliseu. **Contabilidade de custos.** 9. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MATOS. Antônio Teixeira de; MARTINS, Pedro de Oliveira; MONACO, Paola Alfonsa Vieira Lo. Alterações químicas no solo após fertirrigação do capim mombaça com água residuária de curtume. **REVENG Engenharia na Agricultura,** Viçosa - MG, v.22 n.2, Março/Abril 2014

MCDONOUGH, William; BRAUNGART, Michael. **Cradle to Cradle.** Remaking the way we Make Things. Vintage Books. London, 2009.

MCFEDRIES, Paul. **E-cycling E-waste - Recycling old words to reprocess old electronics**. 01 out. 2008. Disponível em: <<http://spectrum.ieee.org/green-tech/conservation/ecycling-ewaste>> Acesso em: 29 jul. 2016.

METZ, Lisiane Emilia Grams. Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos Industriais. **Revista do Couro**, Estância Velha, Ano XXXIX, Edição 228, p.58-63, mai./jun.2013.

METZ, Lisiane Emilia Grams Metz et al. Gerenciamento de resíduos sólidos na indústria coureira. Anais do **5º Fórum Internacional de Resíduos Sólidos**. São Leopoldo. (2014)

MINISTÉRIO DO INTERIOR.(MINTER). **Portaria MINTER Nº 53, de 01 de março de 1979**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 08 mar. 1979.

MOREIRA, Marina Vergílio. **Premissas para a produção sustentável na indústria do couro**. Dossiê Técnico. Serviço Brasileiro de Resposta Técnica – SBRT. Abril de 2012. Disponível em: <<http://respostatecnica.org.br/dossie-tecnico/downloadsDT/NjEwNA>> Acesso em: 07 jul. 2014

MOREIRA, Silvana Cláudia Pereira Araújo. **Estudo da obtenção de Gelatina a partir de Raspa Wet-Blue da Indústria de Curtumes**. 2008. 77f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química). Instituto Superior de Engenharia do Porto.

NOGUEIRA, Francisco Guilherme Esteves et al. Recycling of solid waste rich in organic nitrogen from leather industry: Mineral nutrition of rice plants. **Journal of Hazardous Materials** n.186, p.1064–1069, 2011.

OLIVEIRA, Diana Quintão Lima de. **Tratamento de rejeitos sólidos contendo cromo da indústria do couro**: uso em processos de adsorção e como fonte de nitrogênio na agricultura. 2007. 73 f. Dissertação (Mestrado em Agroquímica). Lavras: UFLA - Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais.

OLIVEIRA, Ronaldo Lopes et al. Alimentos Alternativos na Dieta de Ruminantes. **Revista Científica de Produção Animal**, v.15, n.2, p.141-160, 2013 Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/274888123\\_Alimentos\\_Alternativos\\_na\\_Dieta\\_de\\_Ruminantes](https://www.researchgate.net/publication/274888123_Alimentos_Alternativos_na_Dieta_de_Ruminantes)> Acesso em: 12 jan. 2016

OMKUMAR; SURESH, Babu; MOSES, Jacob Anbiah. Preparation and characterization of leather polymer composites. **20th International Conference on Composite Materials**. Copenhagen, 19-24th July 2015.

OSSOLIDER MOINHO E COMÉRCIO DE FARINHA DE CARNE. Nova Esperança. 2016. Disponível em: <<http://ossolider.com.br/>>. Acesso em:18 nov.2015.

PACHECO, José Wagner Faria; FERRARI, Walter Alves. **Guia técnico ambiental de curtumes** 2. ed. rev. atual. a partir da 1ª ed. publ. em 2005. – São Paulo: CETESB, 2015.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE (PMI). **Guia PMBOK**: Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos. 5ª ED. – EUA: Project Management Institute, 2013.

QUINTELLA, Cristina Maria Assis Lopes Tavares da Matta Hermida et al. Cadeia do biodiesel da bancada à indústria: uma visão geral com prospecção das tarefas e oportunidades para P&D&I. **Química Nova**, v.32, n.3, p.793-808, 2009.

RefOrSSO. Portão, 2016. Disponível em: <<http://www.reforsso.com.br/>>. Acesso em: 18 nov. 2015.

REICH, Gunther. **From Collagen to Leather** – the Theoretical Background. BASF Service Center, 2007.

REIS, Elton Aparecido Prado dos. **Preparação e caracterização de compostos obtidos a partir de borracha natural com raspa de couro visando aplicações industriais**. 2010. 112 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Materiais) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, 2010.

RIO GRANDE DO SUL. **Decreto Nº 38.356, de 01 de abril de 1998**. Diário Oficial do Estado, Porto Alegre, RS, 01 abr. 1998.

\_\_\_\_\_. **Decreto Nº 45.554 de 19 de março de 2008**. Diário Oficial do Estado, Porto Alegre, RS, 20 mar. 2008.

\_\_\_\_\_. **Lei Nº 7.877, de 28 de Dezembro de 1983**. Diário Oficial do Estado, Porto Alegre, RS, 28 dez. 1983.

\_\_\_\_\_. **Lei Nº 9.921, de 27 de julho de 1993**. Diário Oficial do Estado, Porto Alegre, RS, 27 jul. 1993.

\_\_\_\_\_. **Lei Nº 9.493, de 07 de janeiro de 1992**. Diário Oficial do Estado, Porto Alegre, RS, 07 jan. 1992.

\_\_\_\_\_. **Lei Nº 11.019, de 23 de setembro de 1997**. Diário Oficial do Estado, Porto Alegre, RS, 23 set. 1997.

\_\_\_\_\_. **Lei Nº 11.187, de 07 de julho de 1998A**. Diário Oficial do Estado, Porto Alegre, RS, 08 jun. 1998.

\_\_\_\_\_. **Lei Nº 11.520, de 03 de agosto de 2000**. Diário Oficial do Estado, Porto Alegre, RS, 04 ago. 2000.

\_\_\_\_\_. **Lei Nº 12.431, de 27 de março de 2006**. Diário Oficial do Estado, Porto Alegre, RS, 27 mar. 2006.

\_\_\_\_\_. **Lei Nº 13.597, de 30 de dezembro de 2010**. Diário Oficial do Estado, Porto Alegre, RS, 31 dez. 2010.

\_\_\_\_\_. **Plano Estadual de Resíduos Sólidos do Rio Grande do Sul – PERS/RS 2015 – 2034**. Porto Alegre, 2015.

\_\_\_\_\_. **Portaria SSMA Nº 02, de 01 de janeiro de 1984**. Diário Oficial do Estado, Porto Alegre, RS, 03 jul. 1984.

SALVATI, Paulo Ricardo. **Os ciclos econômicos do Brasil Colônia**. Set. 2010. Disponível em <<http://www.administradores.com.br/artigos/economia-e-financas/os-ciclos-economicos-do-brasil-colonia/47725/>> Acesso em: 02 jun. 2015.

SANTOS, Glauber Eduardo de Oliveira. **Cálculo amostral: calculadora on-line**. Disponível em: <<http://www.calculoamostral.vai.la>>. Acesso em 01/07/2016.

SANTOS, Letícia Melo; GUTTERRES, Mariliz. Reusing of a hide waste for leather fatliquoring. **Journal of Cleaner Production** v.15, n.1, p. 12-16, 2007.

SCARPIN, Jorge Eduardo; EIDT, Jorge; BOFF, Marines Lucia. Métodos para apropriação de custos conjuntos: Uma aplicação na indústria madeireira. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, Lavras, v. 10, n. 1, p. 111-122, 2008

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL (SENAI-RS). **Implementação de Programas de Produção mais Limpa**. Porto Alegre, Centro Nacional de Tecnologias Limpas SENAI-RS/ UNIDO/INEP, 2003. 42 p. il.

SILVA, Rodrigo Carvalho. **Utilização de rejeitos de couro wet-blue na alimentação de ruminantes**: potencialidades nutricionais e patológicas. 2007. 69p. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias). Universidade Federal de Lavras, Lavras, Minas Gerais.

SILVA, Tatiane Ferreira da; PENNA, Ana Lúcia Barreto. Colágeno: Características químicas e propriedades funcionais. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**. São Paulo, v.71, n.3, p.530-539, 2012.

SOUZA, Célia de; SOUZA, José Carlos; FARIAS, Ana Cristina de. Métodos de atribuição de custos conjuntos aplicados à atividade de cunicultura: um estudo de caso. **Organizações Rurais & Agroindustriais**, Lavras, v. 9, n. 1, p. 98-110, 2007

STOOP, M.L.M. Water management of production systems optimised by environmentally oriented integral chain management: Case study of leather manufacturing in developing countries. **Technovation**, v. 23, p. 265–278, 2003.

TEIXEIRA, Sandra Tereza et al. Resíduos de curtume e o aproveitamento agrícola. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 11, n.1, 1º semestre, 2011.

TOGNETTI Mariliza Aparecida Rodrigues. **Metodologia da Pesquisa Científica**. Serviço de Biblioteca e Informação do Instituto de Física de São Carlos; 2006. Disponível em: <[http://sbi-web.if.sc.usp.br/metodologia\\_pesquisa\\_cientifica](http://sbi-web.if.sc.usp.br/metodologia_pesquisa_cientifica)> Acesso em: 08 ago 2015.

THOMAS, Jerry R.; NELSON, Jack K.; SILVERMAN, Stephen J. **Métodos de pesquisa em atividade física**. 7 ed. São Paulo: Artmed Editora, 2012.

TÔRRES FILHO, Artur. **Aplicação do processo de pirólise para valoração, cogeração de energia e tratamento de resíduos**. 2014. 173 p. Tese (Doutorado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos). Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia, Belo Horizonte, Minas Gerais.

UNITED NATIONS INDUSTRIAL DEVELOPMENT ORGANIZATION (UNIDO).  
Disponível em: <http://www.unido.org/en/what-we-do/environment/resource-efficient-and-low-carbon-industrial-production/cp/cleaner-production.html> Acesso em 01/12/2014

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). **Memorandum** - May 28, 1992, Subject: EPA Definition of "Pollution Prevention." Disponível em: <http://www2.epa.gov/p2/pollution-prevention-law-and-policies#define> Acesso em: 04 jul. 2015.

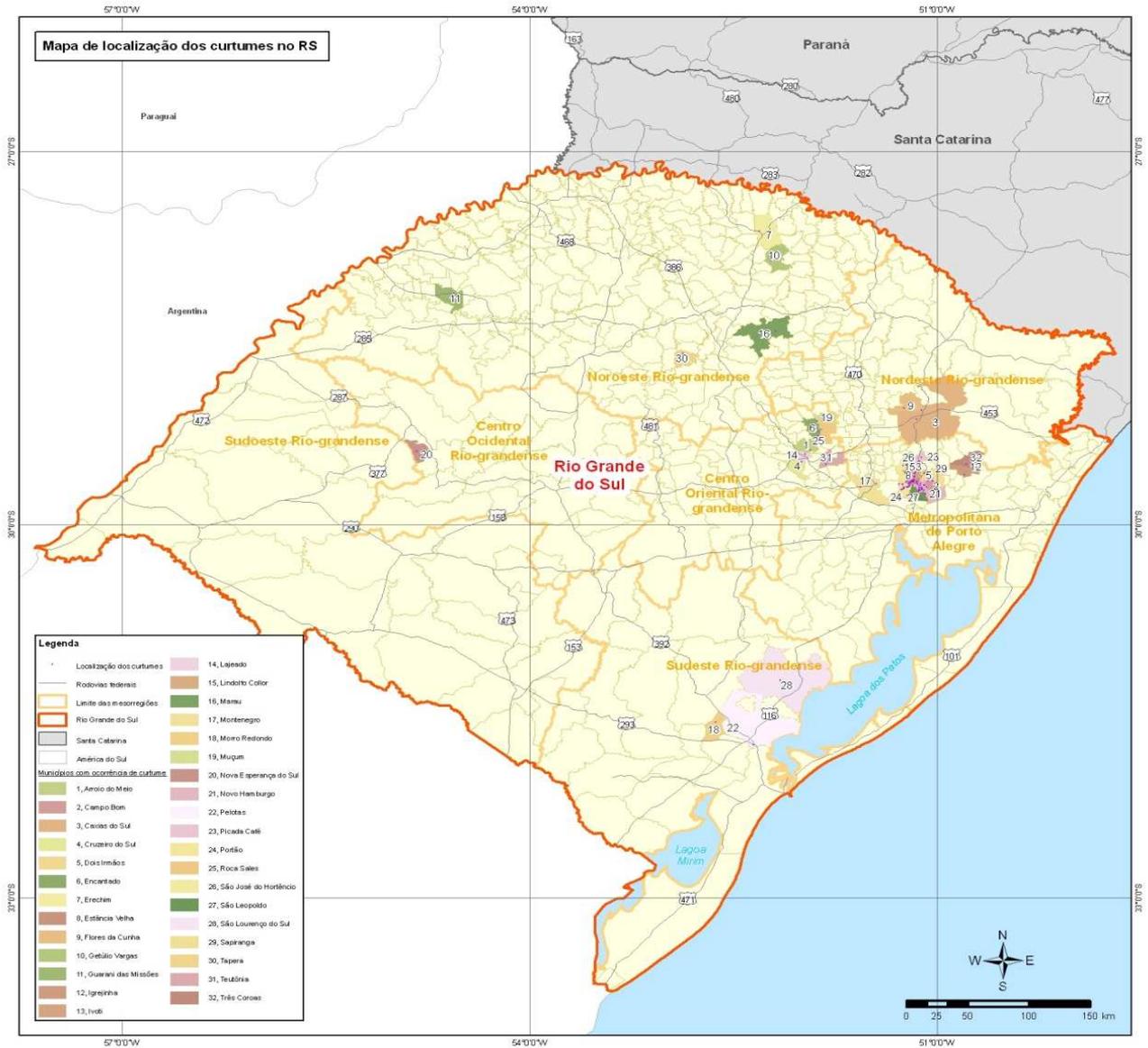
YILMAZ, Onur et al. Conversion of leather wastes to useful products. **Resources Conservation & Recycling**, Izmir, v. 49, p.436- 448, Julho, 2007.

ZUPANCIC, Gregor Dragon; JEMEC, A. Anaerobic digestion of tannery waste: Semi-continuous and anaerobic sequencing batch reactor processes. **Bioresource Technology**, n. 101, p.26–33, 2010.

# ANEXO I

## Distribuição dos curtumes nos municípios do Rio Grande do Sul

Fonte: KRUMMENAUER E THUM, 2011



## APÊNDICE I

### ESTUDO "AVALIAÇÃO DO GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS ORIUNDOS DA PRODUÇÃO DE COUROS NO RIO GRANDE DO SUL"

Este questionário faz parte do estudo "AVALIAÇÃO DO GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS ORIUNDOS DA PRODUÇÃO DE COUROS NO RIO GRANDE DO SUL" realizado no âmbito do Programa de Mestrado em Engenharia Civil, da UNISINOS. É conduzido pela mestrandia Lisiane Emilia Grams Metz, do Instituto SENAI de Tecnologia em Couro e Meio Ambiente, sob orientação dos Professores Dr. Carlos Alberto Mendes Moraes e Dra. Feliciane Andrade Brehm e conta com o apoio da Associação das Indústrias de Curtumes do Rio Grande do Sul AICSUL, além do SENAIRS e da UNISINOS.

O questionário tem por objetivo proporcionar maior conhecimento sobre o gerenciamento de resíduos sólidos de curtumes e identificar as práticas de excelência adotadas no RS bem como os pontos onde há maior necessidade de melhoria ou dificuldades.

\*Obrigatório

#### SEÇÃO 1 - CARACTERIZAÇÃO DA EMPRESA

Os dados solicitados nas 8 questões a seguir tem por objetivo traçar o perfil das unidades de produção de couros do Rio Grande do Sul. Trata-se de perguntas diretas com respostas simples.

##### 1. Informe o município em que está localizada a empresa. \*

---

##### 2. Informe o porte da Unidade Produtiva por faturamento médio anual (classificação BNDES).

Marcar apenas uma.

- Microempresa - Menor ou igual a R\$ 2,4 milhões
- Pequena empresa - Maior que R\$ 2,4 milhões e menor ou igual a R\$ 16 milhões
- Média empresa- Maior que R\$ 16 milhões e menor ou igual a R\$ 90 milhões
- Média grande empresa - Maior que R\$ 90 milhões e menor ou igual a R\$ 300 milhões
- Grande empresa - Maior que R\$ 300 milhões

##### 3. Informe o nº médio de colaboradores da Unidade Produtiva (somados os funcionários e terceiros, se houver) \*

Marcar apenas uma.

- Até 19
- De 20 a 99
- De 100 a 499
- 500 ou mais

##### 4. Informe o tipo de Unidade Produtiva. \*

Selecione a opção que melhor representa a sua empresa.

- Atua no processamento de PELE CRUA ATÉ COURO CURTIDO
- Atua no processamento de PELE CRUA ATÉ COURO EM CRUST (semiacabado)
- Atua no processamento de PELE CRUA ATÉ COURO ACABADO (curtume completo)
- Atua no processamento de COURO CURTIDO ATÉ COURO ACABADO
- Atua no processamento de COURO CRUST (semiacabado) ATÉ ACABADO
- Atua no processamento de COURO CURTIDO ATÉ COURO CRUST (semiacabado)
- Outro: \_\_\_\_\_

**5. Informe os tipos de curtentes e/ou recurtentes usados nos processos.**

Marque todas as opções aplicáveis.

- Cromo
- Tanino
- Alumínio
- Zircônio
- Glutaraldeído
- Nenhum. Não é realizado processo de curtimento e nem de recurtimento na empresa.
- Outro: \_\_\_\_\_

**6. Informe o tipo de pele processada \***

Marque todas as opções aplicáveis.

- Pele bovina
- Pele suína
- Pele ovina
- Pele caprina
- Pele de répteis
- Outro: \_\_\_\_\_

**7. Informe a "idade" aproximada da instalação da unidade produtiva de couro. \***

Marcar apenas uma.

- Menos de 10 anos
- De 11 a 29 anos
- De 30 a 59 anos
- De 60 anos ou mais

**8. A unidade produtiva de couro possui licença ambiental (LO Licença de Operação)?**

Marcar apenas uma.

- Sim, emitida pela FEPAM e dentro do prazo de validade.
- Sim, emitida pela FEPAM e em processo de renovação.
- Sim, emitida pela FEPAM, mas está vencida.
- Sim, emitida pela Secretaria de Meio Ambiente do Município e dentro do prazo de validade.
- Sim, emitida pela Secretaria de Meio Ambiente do Município e em processo de renovação.
- Sim, emitida pela Secretaria de Meio Ambiente do Município, mas está vencida.
- Não possui Licença de Operação.

Desconheço a situação de licenciamento ambiental da empresa.

## **SEÇÃO 2 – GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS**

As 21 questões da seção 2 tem por objetivo conhecer a forma de gerenciamento dos resíduos sólidos gerados nos processos do couro.

### **1. Quais dos resíduos sólidos abaixo são gerados na sua empresa? \***

Marque tantas opções quantas forem aplicáveis aos processos da sua empresa.

- Aparas de peles salgadas
- Sal usado na conservação
- Aparas de peles não caleadas (caleiradas)
- Carnaça do prédescarne
- Pelos
- Carnaça do descarne
- Aparas de peles caleadas (caleiradas)
- Aparas de couro curtido COM CROMO
- Serragem (farelo) de couro COM CROMO
- Aparas de couro curtido SEM CROMO
- Serragem (farelo) de couro SEM CROMO
- Pó de lixamento
- Lixas gastas
- Filtros de mangas
- Resíduos de pintura base solvente (borras e resíduos de tintas)
- Resíduos de pintura base água (borras e resíduos de tintas)
- Resíduos de solventes
- Embalagens vazias contaminadas
- Papel contaminado
- Têxteis contaminados (panos, estopas, toalhas, trapos)
- Plástico contaminado
- Espuma contaminada
- Equipamento de Proteção Individual EPI contaminado
- Lâminas gastas (do descarne, rebaixe e divisão)
- Feltro da enxugadeira
- Lodo do Caleiro
- Resíduos de gradeamento e peneiramento (da Estação de Tratamento de Efluentes ETE)
- Resíduos de caixas de gordura ou outros separadores de gordura
- Lodo de ETE com cromo
- Lodo de ETE sem cromo
- Lodo de Estação de Tratamento de Água ETA
- Brita ou areia contaminada
- Recheio de filtro de carvão ativado contaminado
- Cinza da caldeira
- Outro: \_\_\_\_\_

### **2. Foram realizadas análises laboratoriais para classificar os resíduos gerados em perigosos ou não perigosos, conforme a norma ABNT NBR 10.004:2004? \***

Assinale a alternativa que melhor representar a situação da sua empresa.

- Sim, todos os resíduos gerados no processo produtivo possuem um laudo/relatório de classificação.
- Sim, a maioria dos resíduos gerados no processo produtivo possuem um laudo/relatório de classificação.
- Sim, alguns dos resíduos gerados no processo produtivo possuem um laudo/relatório de classificação.
- Sim, pelo menos um dos resíduos gerados no processo produtivo possui laudo de classificação.
- Não. Nenhum resíduo possui laudo de classificação.
- Desconheço.

**3. Os resíduos sólidos gerados na sua empresa são quantificados regularmente?** \* Assinale a alternativa que melhor representar a situação da sua empresa.

- Sim, todos os resíduos gerados são medidos regularmente, conforme um método definido.
- Somente os resíduos gerados no processo produtivo são medidos regularmente, conforme um método definido.
- Somente os principais resíduos, gerados no processo produtivo, são medidos regularmente, conforme um método definido.
- Os resíduos são quantificados eventualmente, sem um método definido.
- Os resíduos gerados não são quantificados.

**4. Indique os métodos de medição de resíduos sólidos usados na sua empresa:** \* Marque todas as opções aplicáveis.

- Pesagem na própria empresa.
- Pesagem fora da empresa, realizada por terceiros (por exemplo, transportador ou destinatário do resíduo).
- Medição por cubagem (estimação com recipientes de volume conhecido), realizada pela própria empresa.
- Medição por cubagem, realizada por terceiros (por exemplo, transportador ou destinatário do resíduo).
- Somente estimativa visual.
- Os resíduos gerados não são quantificados.

**5. É realizado algum tipo de tratamento ou condicionamento dos resíduos sólidos antes do envio para o destino final?** \* Marque todas as opções aplicáveis.

- Prensagem de aparas de couro.
- Prensagem ou outro tipo de compactação em serragem (farelo) de couro.
- Prensagem ou outro tipo de compactação de pó de lixamento.
- Desaguamento de lodo de ETE por meio de centrifugação, prensagem ou secagem.
- Nenhum.
- Outro: \_\_\_\_\_

**6. É realizado o controle de umidade de algum resíduo sólido?** \*

- NÃO.
- SIM.

Caso a resposta seja "SIM" informar qual é o resíduo e qual é a umidade média do mesmo.

---

---

**7. Sua empresa realiza a segregação (separação) e coleta seletiva dos resíduos? \* Assinale a alternativa que melhor representar a situação da sua empresa.**

- Sim, há coletores específicos (ou sistema de coleta) para cada tipo de resíduo, abrangendo toda a empresa.
- Sim, há coletores específicos (ou sistema de coleta) para cada tipo de resíduo, na maioria das áreas.
- Sim, há coletores específicos (ou sistema de coleta) abrangendo alguns resíduos, de algumas áreas..
- Foi implantada a coleta seletiva, porém é comum observar a falta de separação ou a mistura de resíduos.
- Não.

**8. Sua empresa possui uma área específica para o armazenamento de resíduos sólidos PERIGOSOS? \***

Assinale a alternativa que melhor representar a situação da sua empresa.

Resíduos sólidos perigosos são, por exemplo: aparas, farelo ou pó de couro com cromo, lodo com cromo, resíduos ou borras de tinta, EPI contaminado, embalagens contaminadas, têxteis, plástico, papel ou outros materiais contaminados.

- Sim, há uma área coberta e com piso impermeabilizado onde ficam armazenados todos os resíduos perigosos, devidamente acondicionados (em contêineres, bombonas, sacos, fardos, etc.).
- Sim, há uma área sem cobertura e com piso impermeabilizado, provida de sistema drenagem dos líquidos para a coleta e tratamento. Nesta área ocorre o armazenamento dos resíduos perigosos devidamente acondicionados em recipientes com tampa (contêineres, bombonas ou tonéis) ou outro tipo de cobertura.
- Sim, há uma área sem cobertura e sem piso impermeabilizado, onde ocorre o armazenamento dos resíduos perigosos devidamente acondicionados em recipientes com tampa (contêineres, bombonas ou tonéis) ou outro tipo de cobertura.
- Há uma área sem cobertura e sem piso impermeabilizado, onde ocorre o armazenamento dos resíduos perigosos acondicionados em recipientes sem tampa ou outro tipo de cobertura.
- Não há uma área específica. O armazenamento dos resíduos perigosos ocorre em diversos locais, podendo ser com e sem cobertura e piso impermeabilizado.

**9. Sua empresa possui uma área específica para o armazenamento de resíduos sólidos PERIGOSOS? \***

Assinale a alternativa que melhor representar a situação da sua empresa.

Resíduos sólidos não perigosos são, por exemplo: aparas, farelo ou pó de couro SEM cromo, lodo SEM cromo, aparas de couro não curtido, carnaça, aparas caledas, pelos, cinzas da caldeira entre outros.

- Sim, há uma área coberta e com piso impermeabilizado onde ficam armazenados todos os resíduos não perigosos devidamente acondicionados (em contêineres, bombonas, sacos, fardos, etc.)
- Sim, há uma área sem cobertura e com piso impermeabilizado, provida de sistema drenagem dos líquidos para a coleta e tratamento. Nesta área ocorre o armazenamento dos resíduos não perigosos devidamente acondicionados em recipientes com tampa (contêineres, bombonas ou tonéis) ou outro tipo de cobertura.
- Sim, há uma área sem cobertura e sem piso impermeabilizado, onde ocorre o armazenamento dos resíduos não perigosos devidamente acondicionados em recipientes com tampa (contêineres, bombonas ou tonéis) ou outro tipo de cobertura.
- Há uma área sem cobertura e sem piso impermeabilizado, onde ocorre o armazenamento dos resíduos não perigosos acondicionados em recipientes sem tampa ou outro tipo de cobertura.
- Não há uma área específica. O armazenamento dos resíduos não perigosos ocorre em diversos locais, podendo ser com e sem cobertura e piso impermeabilizado.

**10. Sua empresa realiza controle sobre os transportadores de resíduos para fora das suas instalações? \***

Assinale a alternativa que melhor representar a situação da sua empresa.

- Sim, é exigido a Licença de Operação para TODOS os transportadores de TODOS RESÍDUOS e são realizadas inspeções veiculares.
- Sim, é exigido a Licença de Operação SOMENTE para os transportadores de RESÍDUOS PERIGOSOS e são realizadas inspeções veiculares.
- Sim, é exigido a Licença de Operação para TODOS os transportadores de TODOS RESÍDUOS, mas não são realizadas inspeções veiculares.
- Sim, é exigido a Licença de Operação SOMENTE para os transportadores de RESÍDUOS PERIGOSOS.
- Não é realizado controle sobre os transportadores de resíduos.

**11. Sua empresa realiza utiliza regularmente o Manifesto de Transporte de Resíduos (MTR)? \***

Assinale a alternativa que melhor representar a situação da sua empresa.

- Sim, para TODOS OS RESÍDUOS e é realizado o controle do retorno da via do gerador assinada.
- Sim, para os RESÍDUOS PERIGOSOS e é realizado o controle do retorno da via do gerador assinada.
- Sim, regularmente, mas não é realizado o controle do retorno da via do gerador.
- Não há regularidade no uso do MTR.

**12. Sua empresa realiza controle sobre os destinatários dos resíduos gerados? \***

Assinale a alternativa que melhor representar a situação da sua empresa.

LO = Licença de Operação

- Sim, por meio da verificação da LO e visitação a TODOS OS DESTINATÁRIOS de

resíduos.

- Sim, por meio da verificação da LO e visitação aos PRINCIPAIS DESTINATÁRIOS (maior volume ou maior periculosidade) de resíduos.
- Sim, por meio da verificação da LO de TODOS OS DESTINATÁRIOS de resíduos.
- Sim, por meio da verificação da LO dos PRINCIPAIS DESTINATÁRIOS (maior volume ou maior periculosidade) de resíduos.
- É realizado outro tipo de controle sobre os destinatários dos resíduos.
- Não é realizado controle sobre os destinatários dos resíduos.

**13. Entre as alternativas de destinação ou aproveitamento de resíduos listadas a seguir, indique todas as que foram aplicadas pela sua empresa nos últimos três anos. \***

Marque todas as opções aplicáveis.

- Aterro de Resíduos Industriais Perigosos ARIPE
- Aterro Sanitário
- Coprocessamento em fornos de cimento
- Incineração
- Queima na caldeira
- Aproveitamento na indústria alimentícia (gelatina, invólucro para embutidos);
- Aproveitamento na indústria de cosméticos
- Fabricação de ração
- Fabricação de fertilizantes
- Obtenção de biocombustíveis
- Obtenção de sebo / fabricação de sabão
- Fabricação de produtos para engraxe de couros
- Fabricação de ligantes e produtos para acabamentos de couro
- Fabricação de artigos médicos, farmacêuticos e cirúrgicos
- Compostagem / aplicação no solo (lavouras ou pastagens)
- Obtenção de raspas, fabricação de luvas e outros EPI's
- Hidrólise para fabricação de adubo (Ilsa)
- Fabricação de couro reconstituído
- Obtenção de colagenato de cromo
- Aproveitamento para fabricação de artesanato
- Descurtimento para obtenção da proteína colagênia e do licor de cromo
- Fabricação de estuco
- Recuperação por destilação e reciclagem para fabricação de thiners e tintas
- Devolução ao fornecedor
- Recondicionamento e reutilização
- Biodigestão com recuperação de energia
- Envio para fora do estado
- Envio para outro país
- Vendido como subproduto
- Outro: \_\_\_\_\_

**14. Sua empresa possui Aterro de Resíduos Industriais Perigosos próprio? \***

- Sim
- Não

**15. Sua empresa realizou ações visando a ELIMINAÇÃO (não geração) ou a REDUÇÃO (gerar menos) de algum tipo de resíduo nos últimos três anos? \***

Assinale a alternativa que melhor representar a situação da sua empresa.

- Sim. Foram realizadas ações que ELIMINARAM a geração de DOIS OU MAIS resíduos no período.
- Sim. Foram realizadas ações que ELIMINARAM a geração de UM resíduo no período.
- Sim. Foram realizadas ações que REDUZIRAM a geração de resíduos, mas não eliminaram a sua geração.
- Sim. Foram realizadas ações com este objetivo, porém sem sucesso.
- Não foram realizadas ações com este objetivo no período.
- Outro: \_\_\_\_\_

**16. Indique os resíduos que foram ELIMINADOS (deixaram de ser gerados) nos últimos três anos:**

Questão opcional.

---

---

**17. Indique os resíduos que tiveram a geração reduzida (REDUÇÃO) nos últimos três anos:**

Questão opcional.

---

---

**18. Sua empresa realizou ações visando a REUTILIZAÇÃO de algum tipo de resíduo nos últimos três anos? \***

Assinale a alternativa que melhor representar a situação da sua empresa.

REUTILIZAÇÃO é o processo de aproveitamento dos resíduos sólidos sem sua transformação biológica, física ou físicoquímica. (Lei 12.305/2010).

- Sim. Estas ações possibilitaram a REUTILIZAÇÃO de DOIS OU MAIS resíduos no período.
- Sim. Estas ações possibilitaram a REUTILIZAÇÃO de UM resíduo no período.
- Sim. Estas ações possibilitaram a REUTILIZAÇÃO PARCIAL de algum tipo de resíduo no período.
- Sim. Foram realizadas ações com este objetivo, porém sem sucesso.
- Não foram realizadas ações com este objetivo no período.

**19. Sua empresa realizou ações visando a RECICLAGEM de algum tipo de resíduo nos últimos três anos? \***

Assinale a alternativa que melhor representar a situação da sua empresa.

RECICLAGEM é o processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos. (Lei 12.305/2010)

- Sim. Estas ações possibilitaram a RECICLAGEM de DOIS OU MAIS resíduos no período.
- Sim. Estas ações possibilitaram a RECICLAGEM de UM resíduo no período.
- Sim. Estas ações possibilitaram a RECICLAGEM PARCIAL de algum tipo de resíduo no período.
- Sim. Foram realizadas ações com este objetivo, porém sem sucesso.
- Não foram realizadas ações com este objetivo no período.

**20. Indique os resíduos que foram REUTILIZADOS e/ou RECICLADOS nos últimos três anos:**

Questão opcional.

---

---

**21. Indique as principais ações realizadas nos últimos três anos com o objetivo de REUTILIZAÇÃO e/ou RECICLAGEM de resíduos:**

Questão opcional.

---

---

### **SEÇÃO 3 – FERRAMENTAS OU SISTEMAS DE GESTÃO E CONTROLE AMBIENTAL**

Esta seção é formada por 10 questões e tem por objetivo identificar as ferramentas e sistemas de gestão e controle ambiental aplicados nas unidades de produção de couros do RS, bem como as dificuldades encontradas. Ao final da seção há um espaço para livre manifestação.

**1. Sua empresa possui um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos PGRS? \***

Assinale a alternativa que melhor representar a situação da sua empresa.

PGRS é um documento que estabelece os procedimentos de coleta, tratamento, acondicionamento, armazenamento e destinação de resíduos sólidos.

- Sim.
- Não.
- Desconheço.

**2. Qual é profissional responsável pelo gerenciamento dos resíduos sólidos da sua empresa? \***

Assinale a alternativa que melhor representar a situação da sua empresa.

ART é a Anotação de Responsabilidade Técnica e AFT é a Anotação de Função Técnica, ambos emitidos pelo Conselho Profissional Competente (CREA, CRQ, CRBio, etc). Os documentos se equivalem.

- Consultor externo, com ART ou AFT para esta atividade.
- Engenheiro ou técnico da própria empresa, com ART ou AFT para esta atividade.
- Consultor externo, engenheiro ou técnico da própria empresa, sem ART ou AFT para esta atividade.
- Funcionário da empresa, sem uma formação técnica para esta atividade.
- Desconheço.
- Outro: \_\_\_\_\_

**3. Qual é profissional responsável pelo preenchimento das planilhas trimestrais de resíduos sólidos encaminhadas para o SIGECORS/FEPAM? \***

Assinale a alternativa que melhor representar a situação da sua empresa.

SIGECORS é o Sistema de Gerenciamento e Controle de Resíduos Sólidos Industriais da FEPAM, que é o órgão ambiental do RS.

- Consultor externo, com ART ou AFT para esta atividade.
- Engenheiro ou técnico da própria empresa, com ART ou AFT para esta atividade.
- Consultor externo, engenheiro ou técnico da própria empresa, sem ART ou AFT para esta atividade.
- Funcionário da empresa, sem uma formação técnica para esta atividade.
- Desconheço.
- Outro: \_\_\_\_\_

**4. Como você avalia a planilha trimestral de resíduos do SIGECORS? \***

Marque todas as opções aplicáveis.

- O SIGECORS é uma ferramenta excelente, confere a rastreabilidade e o monitoramento dos resíduos gerados.
- O SIGECORS é uma ferramenta boa.
- O SIGECORS apresenta baixa eficácia.
- No preenchimento surgem dúvidas quanto aos códigos de destino dos resíduos.
- Há dúvidas quanto a rastreabilidade da informação.
- A planilha preenchida é de difícil visualização e impressão.
- Desconheço o processo de preenchimento da planilha do SIGECORS.
- Outro: \_\_\_\_\_

**5. Na sua empresa são utilizados Indicadores de Desempenho (IDs) para avaliar a performance no gerenciamento de resíduos? \***

Assinale a alternativa que melhor representar a situação da sua empresa.

Os Indicadores de Desempenho podem ser relativos a quantidade de resíduos gerados, quantidade de resíduos reutilizados ou reciclados, quantidade de resíduos destinado para aterros, despesas com o gerenciamento de resíduos, recursos obtidos com a venda de resíduos entre outros.

- Sim, por meio de DOIS OU MAIS IDs, sendo tomadas ações corretivas sempre que

necessário.

- Sim, anualmente é verificado o desempenho por meio de DOIS OU MAIS IDs.
- É realizada a coleta de dados/informações e formado um histórico, mas não é feita análise de desempenho.
- Os dados de resíduos gerados são informados para a FEPAM (ou outro órgão ambiental).
- Não.

## **6. Informe os principais Indicadores de Desempenho (IDs) relacionados a resíduos adotados na sua empresa e o padrão alcançado:**

Questão opcional.

Exemplos:

ID: gramas de resíduo/couro no processo de refila Padrão alcançado: 9,60 g/couro

ID: kg de carnaça/tonelada de pele salgada Padrão alcançado: 300 kg/ton pele salgada

## **7. Quais dos sistemas abaixo já foram aplicados na sua empresa? \***

Marque todas as opções aplicáveis.

- Programa de Produção Mais Limpa.
- Environmental Audit Protocol Leather Working Group (LWG).
- Certificação do processo de produção sustentável de couros conforme a norma ABNT NBR 16296.
- Certificação do Sistema de Gestão Ambiental conforme a norma ISO 14.001.
- Programa 5S.
- Nenhum destes.
- Outro: \_\_\_\_\_

## **8. Indique as técnicas de Produção Mais Limpa que foram aplicadas na sua empresa nos últimos três anos \***

Marque todas as opções aplicáveis.

a) Boas práticas operacionais adoção de medidas adequadas (procedimentos, técnicas, práticas) para evitar vazamentos e derramamentos e para alcançar o padrão de operação adequado e minimizar os resíduos. b) Substituição de matérias-primas ou insumos perigosos ou não renováveis por materiais menos perigosos ou renováveis ou por materiais com um longo tempo de vida útil. c) Melhor controle de processo modificação dos procedimentos de trabalho, instruções de máquina e retenção de registros para operar os processos com maior eficiência e menores taxas de resíduos. d) Modificação de equipamentos de produção, de modo a executar os processos com maior eficiência e menores taxas de resíduos. e) Substituição de tecnologias, a sequência de processamento ou via de síntese, a fim de minimizar as taxas de geração de resíduos durante a produção. f) Recuperação ou reutilização dos materiais desperdiçados no mesmo processo ou para outra aplicação dentro da própria empresa. g) Produção de subprodutos aproveitáveis transformação de resíduos anteriormente rejeitados em materiais que podem ser reciclados ou aproveitados para outra aplicação, fora da empresa. h) Modificação do produto modificação das características do produto, a fim de minimizar os impactos ambientais do produto durante ou após a sua utilização ou para minimizar os impactos ambientais de sua produção.

- a) Boas práticas operacionais.
- b) Substituição de matérias-primas ou insumos perigosos ou não renováveis.

- c) Melhor controle de processo.
- d) Modificação de equipamentos de produção.
- e) Substituição de tecnologias, a sequência de processamento ou via de síntese.
- f) Recuperação ou reutilização dos materiais/resíduos.
- g) Produção de subprodutos aproveitáveis.
- h) Modificação do produto.
- Nenhuma.

**9. Indique as principais dificuldades encontradas no gerenciamento de resíduos sólidos. \***

---

---

**10. Como você avalia o desempenho da sua empresa no gerenciamento de resíduos? \***

Considere a quantidade de resíduo gerado, forma de armazenamento e controle, tipo de destinação dada, quantidade de resíduo reaproveitado, etc.

Assinale a alternativa que melhor representar a situação da sua empresa.

- Melhor desempenho da classe, podendo ser benchmark para o setor couro.
- Desempenho excelente , provavelmente acima da média do setor no RS.
- Bom desempenho.
- Desempenho abaixo do desejado, mas com ações de melhoria em andamento.
- Baixo desempenho.

**ESPAÇO PARA MANIFESTAÇÃO LIVRE:**

---

---

**RESPONDENTE DA PESQUISA \***

- Marcar apenas uma.
- Empresário/sócio da empresa
- Gerente, supervisor ou coordenador
- Responsável técnico do processo produtivo
- Responsável técnico pelos resíduos e/ou efluentes
- Encarregado da área de resíduos
- Consultor externo
- Colaborador do setor administrativo
- Outro: \_\_\_\_\_