

ADRIANO DA SILVA

**GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS EM EMPRESAS DE
FABRICAÇÃO DE PAPEL DE USO SANITÁRIO EM PAÍSES DA AMÉRICA DO
SUL**

Dissertação apresentada para obtenção do título
de Mestre no Programa de Pós-Graduação em
Ambiente e Saúde da Universidade do Planalto
Catarinense - UNIPLAC.

Orientadora: Profa. Dra. Ana Emilia Sieglach

Coorientadora: Profa. Dra. Lenita Agostinetti

LAGES

2020

Ficha Catalográfica

S586g Silva, Adriano da.
Gerenciamento de resíduos industriais em empresas de fabricação de papel de uso sanitário em países da América do Sul/Adriano da Silva – Lages, SC, 2020.
79 p.

Dissertação (Mestrado) - Universidade do Planalto Catarinense. Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Saúde da Universidade do Planalto Catarinense.
Orientadora: Ana Emília Sieglach.
Coorientadora: Lenita Agostinetti

1. Impactos Ambientais. 2. Produção de Papel Sanitário. 3. Resíduos Sólidos Industriais. I. Sieglach, Ana Emília. II. Agostinetti, Lenita. III. Título.

CDD 628.44

Catlogação na Fonte: Biblioteca Central

ADRIANO DA SILVA

**GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS EM EMPRESAS DE
FABRICAÇÃO DE PAPEL DE USO SANITÁRIO EM PAÍSES DA AMÉRICA DO
SUL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ambiente e Saúde da Universidade do Planalto Catarinense, para obtenção do título de Mestre em Ambiente e Saúde.

Aprovada em 29 de junho de 2020.

Banca Examinadora:

Participação remota – Instrução normativa 04/PPGAS/2020

Profa. Dra. Ana Emilia Siegloch

(Orientadora e Presidente da Banca Examinadora –
PPGAS/UNIPALAC)

Profa. Dra. Lenita Agostinetti

(Coorientadora- PPGAS/UNIPALAC)

Prof. Dr. Valdeci José Costa – CAV/UDESC

(Examinador Titular Externo – UDESC/CAV)

Profa. Dra. Cristina Keiko Yamaguchi

(Examinadora Titular Interna - PPGAS/UNIPALAC)

Dedico esse trabalho a todas as pessoas que
amo, em especial minha família.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao programa de Mestrado em Ambiente e Saúde, aos docentes do curso que contribuíram para a minha formação e em especial à minha orientadora, Dra. Ana Emília Siegloch e minha coorientadora, Dra. Lenita Agostinetti, parceiras nesta pesquisa.

Aos colegas do curso pelos aprendizados construídos de forma interdisciplinar. Aos colegas de profissão e de empresa, engenheiro de produção Natanael Carlos Barbosa, engenheira ambiental Gabriela Zanotto e Meyre Huguen Floriani pelos momentos ricos de discussão e aprendizado.

RESUMO

A destinação adequada dos resíduos industriais é uma das demandas ambientais do setor corporativo, constituindo este, um dos maiores desafios entre as questões ambientais a serem resolvidas. A indústria de papel e celulose é uma das atividades fabris que mais causam impactos adversos ao meio ambiente, tendo em vista a elevada quantidade e descarte dos resíduos gerados. O objetivo deste trabalho foi descrever o gerenciamento (geração e destinação) dos resíduos industriais em empresas de fabricação de papel de uso sanitário em seis unidades de negócios da América do Sul, identificando os principais resíduos sólidos gerados e as principais práticas para a destinação final destes resíduos, juntamente com os parâmetros de controle ambiental adotados. Foi realizada uma pesquisa documental e retrospectiva, com coleta de dados quantitativos em relatórios internos divulgados pela área ambiental das seis unidades de negócio de fabricação de papel sanitário localizadas na Argentina, Bolívia, Brasil (duas fábricas), Colômbia e Peru. Também foram extraídas informações mensais de relatórios divulgados em murais das empresas sobre a destinação dos resíduos sanitários entre os anos de 2017 a 2019 das duas unidades brasileiras. A análise descritiva dos dados mostrou que para cada tonelada de papel de uso sanitário produzido foram gerados 116,18 quilos de resíduos sólidos industriais, sendo a maior quantidade gerada na unidade de Cauca na Colômbia – Cauca (116,19 kg/ por tonelada de papel produzida-TPP), seguido por Bernal na Argentina (91,32 kg/TPP). As diferentes quantidades de resíduos gerados entre as seis unidades, parecem relacionadas com o mix de produtos fabricados, tendo como principais variáveis a composição da receita do papel (percentual de papel reciclado – aparas, mais percentual de celulose) e as diferentes gramaturas que são especificação dos tipos de produtos. Os principais resíduos gerados foram: lodo, papel, outros (orgânicos, varrição, pó de celulose, sanitário - banheiros, caixa de gordura, fossa séptica), metal, plástico, cinzas e madeira, com destaque para o lodo com 227,62 kg/TPP, seguido pelo papel 58,11 kg/TPP, considerados os resíduos mais representativos. Quanto à destinação final dos resíduos gerados no processo de fabricação de papel de uso sanitário, teve-se acesso aos dados das unidades de negócio situadas apenas no Brasil. Observou-se que o lodo teve como destino final a compostagem, aterro sanitário ou uso benéfico e as cinzas foram destinadas a compostagem ou aterro sanitário. Os demais resíduos tais como madeira, plástico, papel e metal foram totalmente reutilizados. No geral, este estudo compilou importantes dados sobre a geração de resíduos industriais, os quais são escassos na literatura para a América do Sul e podem contribuir cientificamente para melhorar o gerenciamento e as legislações sobre tais resíduos. Apesar da

limitação na obtenção de dados sobre o descarte final dos resíduos em todas as unidades, nas duas unidades do Brasil foram encontradas práticas promissoras de reciclagem e reaproveitamento dos resíduos industriais, chegando próximo a zero os resíduos enviados a aterros sanitários.

Palavras-chave: resíduos sólidos industriais; produção de papel sanitário, impactos ambientais.

ABSTRACT

The proper disposal of waste is one of the environmental demands of the corporate sector, constituting one of the biggest challenges among the environmental issues to be resolved. The pulp and paper industry is one of the manufacturing activities that most cause adverse impacts to the environment, considering that the inadequate treatment of the waste generated can cause serious environmental damage. The objective of this work was to characterize the management (generation and destination) of industrial waste in sanitary paper manufacturing companies in some countries in South America, identifying the main solid waste generated and the main practices for the final destination of this waste together with the environmental control parameters adopted. The research was documentary and retrospective, with collection of quantitative data in internal reports released by the environmental area of the six sanitary paper manufacturing business units located in Argentina, Bolivia, Brazil (two factories), Venezuela and Peru. Monthly information was extracted from reports posted on company murals by the environmental area on the disposal of sanitary waste between the years 2017 to 2019 of the two Brazilian units. The descriptive analysis of the data showed that for each ton of sanitary paper produced, 116,18 kilos of solid industrial waste were generated, the largest amount being generated at the Cauca plant in Colombia - Cauca (116,19 kg/ per ton paper produced-TPP), followed by Bernal in Argentina (91,32 kg/ TPP). The different amounts of waste generated between the six units seem to be related to the mix of manufactured products, with the main variables being the composition of the paper recipe (percentage of recycled paper - shavings, plus percentage of cellulose) and the different grammage that are specified of products types. The main residues generated were: sludge, paper, others (organic, sweeping, cellulose powder, sanitary - toilets, grease box, septic tank), metal, plastic, ash and wood, with emphasis on the sludge weighing 227,62 kg/ TPP, followed by the 58,11 kg/ TPP paper, considered the most representative waste. As for the final destination of the residues generated in the sanitary papermaking process, data from the business units located only in Brazil was accessed. It was observed that the sludge was destined for composting, landfill or beneficial use and the ashes were destined for composting or landfill. The remaining residues such as wood, plastic, paper and metal have been totally reused. Overall, this study has compiled important data on the generation of industrial waste, which is scarce in the literature for South America and can contribute scientifically to improve management and legislation on such waste. Despite the limitation in obtaining data on waste disposal in all units, promising practices for recycling and

reusing industrial waste were found in the two units in Brazil, with the waste sent to the landfill close to zero.

Key words: industrial solid waste; sanitary paper, environmental impacts; waste management

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas.
ABRELPE	Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais.
CaCO ₃	Carbonato de cálcio
CaO	Óxido de cálcio
CODEMA	Conselhos Departamentais de Meio Ambiente.
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente.
DP	Desvio padrão
ECO-92	Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento.
ETA	Estação de Tratamento de Águas.
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis.
ID EPA	Identity Environmental Protection Agency.
ISO	International Organization Standardization.
NaOH	Hidróxido de sódio
NBR	Norma Técnica Brasileira.
PCDD	Dibenzeno-p-dioxina policlorada
PCDF	Dibenzeno-furano policlorado
POP's	Substâncias orgânicas persistentes
RSI	Resíduos sólidos industriais.
SGA	Sistema de Gestão Ambiental.
TCDD	Tetraclorodibenzeno-p-dioxina
TPP	Tonelada de papel produzido
UNIPLAC	Universidade do Planalto Catarinense

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1 – Leis vigentes sobre gestão de resíduos sólidos nos países da América do Sul selecionados para este estudo.....	23
Quadro 2 - Resíduos sólidos presentes na fabricação de papel de uso sanitário.....	29
ARTIGO	
Quadro 1 - Resíduos gerados vs. produção de papel de uso sanitário nas seis unidades estudadas entre janeiro de 2017 a dezembro de 2019.	39
Quadro 2 - Comparativo das leis vigentes em cada país onde localizam-se as unidades de negócio em estudo quanto à geração e descarte de resíduos sólidos.	42
Quadro 3 - Distribuição de resíduos gerados nas seis unidades de produção de papel de uso sanitário no período de janeiro de 2017 a dezembro de 2019.....	44
Quadro 4 - Síntese dos parâmetros ambientais vinculados ao descarte aplicados pelas empresas produtoras às empresas processadoras de resíduos aplicados em todas as unidades objetos deste estudo	62
Quadro 5 – Destinação final, receitas e despesas oriundas do redirecionamento de resíduos nas unidades do Brasil - Correia Pinto e Mogi das Cruzes no período de janeiro de 2017 a dezembro de 2019.....	67
Quadro 6 - Percentual do montante total de resíduos produzidos nas unidades do Brasil – Mogi das cruzeiras e Correia Pinto entre os anos de 2017 e 2019 destinados à aterro sanitário.....	68
Figura 1 - Quantidade de resíduos gerados (kg) em seis unidade de negócio para produção de uma tonelada de papel de uso sanitário entre 2017 e 2019.....	40
Figura 2 - Quantidade gerada de resíduo Lodo (kg) em seis unidade de negócio para produção de uma tonelada de papel de uso sanitário entre 2017 e 2019.	45
Figura 3 - Quantidade gerada de resíduo Papel (kg) em seis unidade de negócio para produção de uma tonelada de papel de uso sanitário entre 2017 e 2019.	46
Figura 4 - Quantidade gerada de resíduo Outros (kg) em seis unidade de negócio para produção de uma tonelada de papel de uso sanitário entre 2017 e 2019.	47
Figura 5 - Quantidade gerada de resíduo Metal (kg) em seis unidade de negócio para produção de uma tonelada de papel de uso sanitário entre 2017 e 2019.	48

Figura 6 - Quantidade gerada de resíduo Plástico (kg) em seis unidade de negócio para produção de uma tonelada de papel de uso sanitário entre 2017 e 2019.....	49
Figura 7 - Quantidade gerada de resíduo Cinzas (kg) em seis unidade de negócio para produção de uma tonelada de papel de uso sanitário entre 2017 e 2019.....	50
Figura 8 - Quantidade gerada de resíduo Madeira (kg) em seis unidade de negócio para produção de uma tonelada de papel de uso sanitário entre 2017 e 2019.....	51
Figura 9 - Variação temporal da produção de lodo benéfico entre 2017 e 2019 nas unidades de negócio que produziram esse tipo de resíduo.	53
Figura 10 - Variação temporal da produção do resíduo papel entre 2017 e 2019 nas unidades de negócio que produziram esse tipo de resíduo.	54
Figura 11 - Variação temporal da produção do resíduo plástico entre 2017 e 2019 nas unidades de negócio que produziram esse tipo de resíduo.	55
Figura 12 – Variação temporal da produção do resíduo outros entre 2017 e 2019 nas unidades de negócio que produziram esse tipo de resíduo.	56
Figura 13 – Variação temporal da produção do resíduo metal entre 2017 e 2019 nas unidades de negócio que produziram esse tipo de resíduo.	57
Figura 14 – Variação temporal da produção do resíduo madeira entre 2017 e 2019 nas unidades de negócio que produziram esse tipo de resíduo.	58
Figura 15 – Variação temporal da produção do resíduo cinza entre 2017 e 2019 nas unidades de negócio que produziram esse tipo de resíduo.	59

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
1.1 PERGUNTA DA PESQUISA	17
1.2 OBJETIVO GERAL	17
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
2 REVISÃO DA LITERATURA	18
2.1 PANORAMA SOBRE RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS.....	18
2.2 MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA AMÉRICA DO SUL.....	21
2.3 RESÍDUOS DE FABRICAÇÃO DE PAPEL DE USO SANITÁRIO E SUA RELAÇÃO COM SAÚDE E AMBIENTE.....	28
3 ARTIGO – GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS EM EMPRESAS DE FABRICAÇÃO DE PAPEL DE USO SANITÁRIO EM PAÍSES DA AMÉRICA DO SUL	32
3.1 RESUMO	32
3.2 INTRODUÇÃO.....	33
3.3 MATERIAL E MÉTODOS.....	36
3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
3.4.1 Resíduos sólidos gerados na fabricação de papel sanitário	38
3.4.2 Distribuição temporal dos resíduos no período estudado.....	52
3.4.3 Parâmetros de controle ambiental vinculados ao descarte dos resíduos.....	59
3.4.4 Destinação final e Receita do Resíduo Gerado	63
3.5 CONCLUSÃO.....	69
3.6 REFERÊNCIAS	69
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	72
REFERÊNCIAS	74

1 INTRODUÇÃO

A geração de resíduos é um dos grandes desafios a ser equacionado pela sociedade atual, devido à enorme quantidade e variedade gerada, que pode interferir na saúde ambiental, humana e animal (saúde única). Os resíduos sólidos ou semissólidos são resultantes das diversas atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e varrição pública, bem como de lodos provenientes de sistemas de tratamentos de água e esgoto (CONAMA, 1993; BRASIL, 2010; ABNT 2015).

Em 2017 os números referentes à geração de resíduos sólidos denotam um total anual de 78,4 milhões de toneladas no país, com aumento de 1% em relação a 2016 (ABRELPE, 2017). Desse montante de resíduos gerados, 6,9 milhões de toneladas não foram coletadas e, consequentemente, tiveram destino impróprio, apenas 59,1% do coletado cerca de 42,3 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos foram dispostos em aterros sanitários (ABRELPE, 2017). O restante, cerca de 40,9% dos resíduos coletados, foi despejado em locais inadequados, totalizando mais 29 milhões de toneladas de resíduos em lixões ou aterros controlados, que não possuem o conjunto de sistemas e medidas necessários para proteger as matrizes ambientais (solo, água superficial e subterrânea) dos poluentes oriundos dos resíduos (ABRELPE, 2017).

O resíduo sólido industrial consiste em todo resíduo resultante de atividades industriais no estado sólido, semissólido, gasoso - quando contido, e líquido, cujas características particulares tornam inviáveis o seu lançamento na rede pública de esgoto ou em corpos d'água, ou seja, são necessárias soluções técnicas e economicamente viáveis em face da melhor tecnologia disponível para o seu descarte final ambientalmente adequado (CONAMA, 2002).

O setor industrial, considerado um grande gerador de resíduos industriais provenientes dos seus processos produtivos e instalações, necessita se adequar as legislações nacionais de gestão de resíduos e as normativas internacionais da ISO (*International Organization for Standardization*) para realizar o manejo dos resíduos industriais de forma ambientalmente adequada. A ISO preocupada com o meio ambiente, em função da quantidade de resíduos gerada em processos industriais, elaborou a norma ISO 14000 que elenca as melhores práticas de gestão ambiental tais como: ISO 14001 que trata do Sistema de Gestão Ambiental (SGA), sendo a definição de desempenho ambiental descrita como os resultados mensuráveis de gestão dos aspectos ambientais de uma organização como políticas, objetivos, metas e demais requisitos ambientais (ANTONOV; SELBITTO, 2011); ISO 14004 que também trata do Sistema de Gestão Ambiental, mas destinada ao uso interno da empresa; ISO 14010 traz normas sobre as auditorias ambientais, que asseguram credibilidade a todo processo de certificação

ambiental; ISO 14031 referente as normas sobre desempenho ambiental; ISO 14020 sobre rotulagem ambiental; e a ISO 14040 sobre a análise do ciclo de vida do produto, que traz uma abordagem sistêmica no que diz respeito ao gerenciamento ambiental, trazendo informações mensuráveis que auxiliam e norteiam as iniciativas que devem ser geradas, implementadas e controladas de forma eficaz (MARTINS; LAUGENI, 2005; ISO, 1997, 2002, 2005, 2006, 2012, 2015, 2015, 2018).

É um grande desafio para as empresas e indústrias se adequarem às normas ISO, pois há necessidade de uma mudança de cultura que envolve todas as pessoas da organização (ABNT, 2015). Uma das dificuldades circunda a questão dos custos da gestão ambiental com base na norma NBR ISO 14001, inclusive são maiores que os custos da gestão da qualidade (NBR ISO 9001), em função, principalmente, dos investimentos em novos equipamentos, adequação física de instalações, monitoramento sistemático de controle da poluição do ar, água e solo, contratação de auditoria externa para atender exigências ambientais dos órgãos públicos, treinamento e contratação de pessoal (ABNT, 2015). Deste modo, pode-se usar a norma NBR ISO 14001 na íntegra ou em parte para melhorar sistematicamente a gestão ambiental das empresas. E as conformidades para serem aceitas devem conter todos os requisitos no sistema de gestão ambiental da organização e atendidos sem exclusão (ABNT, 2015).

Diante do desafio da adequação referente ao gerenciamento dos resíduos gerados no processo produtivo, defende-se a premissa de que através do sistema de gestão ambiental (SGA), seja realizada uma análise estruturada da área ambiental da empresa, estabelecendo objetivos, metas de melhoria e ações para verificar a eficácia do sistema SGA em sua totalidade (MARTINS; LAUGENI, 2005). Além disso, as organizações que buscam alcançar resultados almejados, incluindo o aumento de seu desempenho ambiental, devem implementar, manter e melhorar o sistema de gestão ambiental, incluindo os procedimentos necessários e suas interações (ABNT, 2015).

Além das normativas internacionais para o manejo e descarte dos resíduos industriais, no Brasil desde agosto de 2010 está em vigor a Lei 12.305/2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, que traz como uma de suas definições a destinação final ambientalmente adequada que inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações aos resíduos admitidas pelos órgãos competentes (BRASIL, 2010). Sugere a disposição final ambientalmente adequada com ações de distribuição ordenada de rejeitos em aterros sanitários e especiais, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança, minimizando os impactos ambientais adversos (BRASIL, 2010).

Nas indústrias que atuam no segmento de papel são gerados cerca de 31,6 quilos de resíduos sólidos para cada mil quilos de papel produzido, sendo os mais representativos os resíduos de lodo da estação de tratamento de água (ETA), resíduos de cinzas de caldeira, resíduos mistos de papelão e papel e resíduo de arame (amarração dos fardos de celulose), além de outros com menor volume como resíduos de construção civil, pallets de madeira, pó de celulose, metal misto, varrição geral, orgânicos do refeitório, plástico misto, sanitário, contaminados perigosos (estopa), entre outros (SANTOS; ROCHA, 2012). Entre estes resíduos, a casca, a lama de cal, o lodo biológico, o resíduo celulósico e a cinza de caldeira resultante da queima de biomassa são produzidos ao longo de todo o processo de produção de papel (SANTOS; ROCHA, 2012).

Quando os resíduos sólidos industriais são descartados de forma inadequada podem contaminar diversos ecossistemas (SANTOS; ROCHA, 2012). As agressões ambientais ocorrem devido à falta de medidas para o controle do lançamento dos resíduos sólidos, líquidos e gasosos, na qual a indústria de papel é geradora de grandes quantidades, que se não forem tratados adequadamente podem contaminar a água superficial, subterrânea e o solo e, degradar a diversidade da fauna e flora na área de abrangência do descarte (SANTOS; ROCHA, 2012). Segundo os autores, na fabricação de papel e celulose a emissão de efluentes na água é considerada um dos impactos mais significativos de alteração dos parâmetros de qualidade da água. No entanto, a disposição final destes resíduos em aterro sanitário é inviável, em função dos altos custos para sua implantação e manutenção, além da exigência de cuidados especiais no manuseio e transporte de material perigoso, tendo em vista os riscos de contaminação ambiental, que podem ocorrer mesmo quando enviados para aterros sanitários (SANTOS; ROCHA, 2012).

Atualmente, o mercado tem demandado às empresas uma maior articulação e consonância com os objetivos e metas do desenvolvimento sustentável. A agenda 2030, para o desenvolvimento sustentável das Nações Unidas, preconiza no seu objetivo 12 a necessidade de se assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis, além de incentivar as empresas a adotar práticas sustentáveis e integração de informações, reduzir substancialmente a geração de resíduos e realizar o manejo ambiental adequado dos mesmos ao longo de todo o ciclo de vida destes e de acordo com os marcos internacionais (ONU, 2020). Assim, atualmente busca-se minimizar todo e qualquer tipo de impacto ou passivo ambiental, tendo como foco principal a sustentabilidade ambiental das indústrias. Sendo esse um dos grandes desafios das indústrias, bem como a geração de uma receita que viabilize todo e qualquer investimento no gerenciamento dos resíduos, incluindo a destinação final ambientalmente adequada.

No entanto, informações sobre a geração de resíduos industriais e seu descarte ainda são incipientes na América do Sul, apesar de ser um assunto importante para nortear o desenvolvimento sustentável da indústria e a manutenção da qualidade ambiental, as quais demandam ações em uma perspectiva interdisciplinar e multiprofissional. Desta forma, a presente dissertação visou caracterizar o gerenciamento dos resíduos industriais gerados na fabricação de papel de uso sanitário no Brasil em seis unidades de negócio¹ da América do Sul (sendo duas unidades no Brasil; uma unidade na Argentina, no Peru, na Colômbia e na Bolívia). Um estudo com temática interdisciplinar, condizente com as linhas de pesquisa do Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Saúde capaz de desenvolver conhecimentos e discussões na interface ambiente e a saúde, bem como, caracterizar o gerenciamento de resíduos industriais na América do Sul.

¹ Unidade fabril produtora de papel *tissue*.

1.1 PERGUNTA DA PESQUISA

Mediante a problemática relatada acima, a pergunta de pesquisa da presente dissertação foi: como ocorre o gerenciamento de resíduos industriais em empresas de fabricação de papel de uso sanitário na América do Sul?

1.2 OBJETIVO GERAL

Descrever o gerenciamento de resíduos industriais em empresas de fabricação de papel de uso sanitário na América do Sul.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar os principais resíduos sólidos industriais gerados na fabricação de papel sanitário;
- Comparar os quantitativos gerados de resíduos entre as seis unidades de negócio;
- Levantar os parâmetros de controle ambiental vinculado ao descarte de resíduos industriais nas unidades de negócio.
- Relatar as práticas adotadas para a destinação final de resíduos industriais em cada unidade de negócio da indústria de papel *tissue*;
- Contrastar os resultados encontrados em cada unidade de negócio com a legislação vigente de resíduos industriais de cada país.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Na presente revisão de literatura buscou-se realizar um levantamento bibliográfico sobre o panorama de resíduos sólidos industriais, como ocorre o manejo dos resíduos sólidos na América do Sul e uma descrição dos resíduos gerados durante a fabricação de papel de uso sanitário e os impactos do descarte inadequado na saúde da população e no meio ambiente.

2.1 PANORAMA SOBRE RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS

Uma das grandes preocupações da humanidade é a crescente geração de resíduos sólidos que necessitam de um destino sustentável e ambientalmente adequado (ABRELPE, 2017; RTA, 2012). Nos últimos anos, um dos principais problemas nas áreas urbanas está atrelada a geração de grandes quantitativos de resíduos, cujo descarte e disposição inadequada provoca diversos impactos ambientais, sociais, econômico e de saúde pública (ABRELPE, 2017; RTA, 2012).

Nos primórdios da civilização humana, os impactos negativos das atividades humanas à natureza não representavam perigo para sua manutenção e à preservação das espécies, pois, o homem ainda não dominava a fabricação de produtos químicos, não havia o consumo desordenado de bens e recursos, não se geravam resíduos capazes de levar longos anos para a decomposição, bem como não se dominavam técnicas de produção em larga escala, assim os resíduos basicamente consistiam em descarte natural de alimentos e excrementos oriundos das necessidades de sobrevivência do homem (RODRIGUES, 2009).

Após o surgimento de algumas comunidades, marco de início do desenvolvimento da agricultura e de técnicas de plantio e cultivo a cerca de 10 mil anos, surgiu a necessidade de concentrar o depósito dos resíduos em lugares estratégicos (ROCHA; ROSA; CARDOSO, 2010). Ao longo dos tempos, especialmente a partir da Revolução Industrial ocorrida no século XVIII, ocorreu uma crescente industrialização com ritmo acelerado e desenvolvimento de produtos diversificados, tendo-se como consequência o consumo desenfreado de recursos naturais e o aumento da geração de resíduos sólidos, efluentes líquidos e emissões atmosféricas com efeitos adversos no meio ambiente (ROCHA; ROSA; CARDOSO, 2010).

Atualmente, uma elevada quantidade de resíduos tem sido gerada pelo crescimento populacional, enfatizando a necessidade de implementação de políticas ambientais e modelos de gestão para amenizar os impactos causados pelos resíduos gerados pela humanidade, que

envolvem desde aqueles de necessidades básicas até a acumulação de bens de consumo (RODRIGUES, 2009).

Os resíduos sólidos são classificados em função de sua natureza física, composição, periculosidade e origem (BRASIL, 2010; ROCHA; ROSA; CARDOSO, 2010). A norma da ABNT NBR 10.004/2004 orienta que resíduos sólidos ou semissólidos são aqueles resultantes de atividades de origens diversas, como: industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição, bem como os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água (ABNT, 2004).

O setor industrial é considerado um grande gerador de resíduos provenientes dos processos produtivos e instalações industriais. O resíduo sólido industrial consiste em todo resíduo resultante de atividades industriais e que se encontre no estado sólido, semissólido, gasoso - quando contido, e líquido, cujas características particulares tornam inviáveis o seu lançamento na rede pública de esgoto ou em corpos d'água, necessitando para o descarte ambientalmente adequado soluções técnica ou economicamente viáveis em face da melhor tecnologia disponível (CONAMA, 2002). Ressalta-se que ficam incluídos os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água e os gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição (CONAMA, 2002). A resolução CONAMA nº 313, de 29 de outubro de 2002, em seu Art. 1º, expressa a necessidade de um controle rigoroso a ser apresentado pelas empresas a agência de controle, fiscalização (no Brasil refere-se ao IBAMA) e indispensável para obtenção do licenciamento ambiental.

Os resíduos sólidos em geral são classificados segundo a NBR 1004/2004 como: Resíduos Classe I – Perigosos que apresentam periculosidade e características como inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade; Resíduos Classe II A – Não Inertes: São aqueles que não se enquadram nas classificações de resíduos classe I – Perigosos ou de resíduos classe II B – Inertes. Os resíduos classe II A – Não inertes podem ter propriedades, tais como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água. Resíduos Classe II B – Inertes: São quaisquer resíduos que, quando amostrados de uma forma representativa e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente não tem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor (ABNT, 2004).

Os resíduos existentes ou gerados pelas atividades industriais devem ser objeto de controle específico, sendo configurado como parte integrante do processo de licenciamento ambiental (CONAMA, 2002). Conforme acordo setorial entre o poder público e fabricantes,

importadores, distribuidores ou comerciantes, há necessidade de implementação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto que corresponde a uma série de etapas que envolvem o desenvolvimento do produto, a obtenção de matérias-primas e insumos, o processo produtivo, o consumo e a disposição final (BRASIL, 2010). Dado a vigência da Lei 12.305/2010, a logística reversa tem de fazer-se presente e ativa nas empresas para um adequado manejo dos resíduos sólidos produzidos (BRASIL, 2010). O gerenciamento dos resíduos industriais são parte importante do Sistema de Gestão Ambiental das empresas/indústrias e fazem parte do ciclo da logística reversa, tendo esta, como foco principal o gerenciamento pleno dos resíduos, para a redução dos impactos ambientais e, melhoria da eficiência no uso dos materiais (BUTTER, 2003).

Vale mencionar a norma internacional ISO14001 que especifica requisitos para que um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) capacite a organização a desenvolver e implantar sua política ambiental, gerenciando seus aspectos e impactos ao meio ambiente, incluindo atividades de planejamento e procedimentos relacionados ao seu processo quanto ao descarte dos resíduos (BALDAM; VIEIRA, 2013). As principais vantagens da implantação e certificação desta norma para a gestão ambiental da empresa são a minimização dos riscos ambientais, como o controle da poluição, a destinação correta de resíduos e a minimização da utilização de recursos ambientais e matéria-prima (BALDAM; VIEIRA, 2013).

O SGA é de suma importância em função da valorização dado às empresas que têm o sistema implantado e em funcionamento (BUTTER, 2003). Segundo o autor, uma organização que incorpora o SGA em sua gestão, possui uma estrutura capaz de equilibrar e integrar interesses econômicos e ambientais, bem como, alcançar vantagens competitivas e significativas. Conforme a NBR ISO 14001, o modelo de SGA segue a visão básica de uma organização que subscreve os seguintes princípios: comprometimento e política, planejamento, implementação, medição e avaliação e análise crítica e melhoria (BUTTER, 2003).

Além disso, a responsabilização dos diversos setores da sociedade tais como fabricantes, comerciantes e consumidores para uma gestão ambientalmente adequada dos resíduos é recomendada pela política nacional de resíduos sólidos (Lei nº 12.305/10), que através de seus artigos amplia e compartilha seus esforços, instituindo princípios, instrumentos, diretrizes, metas e ações, para que qualquer cidadão, poderes públicos e privados tenham consciência e respeito ao meio ambiente, mediante a geração de resíduos sólidos (BRASIL, 2010).

No Brasil, há uma distinção a respeito das responsabilidades com relação a gestão dos resíduos, onde o poder público encarrega-se pelos resíduos domésticos urbanos, enquanto a

indústria, se responsabiliza pelo descarte ambientalmente adequado do resíduo gerado (SALDANHA; CARVALHO; RODRIGUES, 2016).

Além disso, as legislações brasileiras trazem a responsabilização do fabricante acerca da destinação ambientalmente adequada dos produtos fabricados até o final da sua vida útil, tal prerrogativa pode estimular o desenvolvimento de produtos menos agressivos ao meio ambiente e mais duráveis, e assim um desenvolvimento sustentável (BRASIL, 2017).

As legislações têm auxiliado de maneira visível na responsabilização das empresas pelo descarte adequado dos resíduos, conseqüentemente os fabricantes vêm melhorando e adequando o processo de produção dos produtos, de forma que estes venham a ajustar-se de maneira plausível quanto à disposição ambientalmente adequada dos resíduos gerados fabricação de produtos (BRASIL, 2017).

2.2 MANEJO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA AMÉRICA DO SUL

Um dos maiores desafios da sociedade atual é a destinação ambientalmente adequada dos resíduos gerados, na qual é válido ressaltar as distinções entre o gerenciamento, gestão e manejo de resíduos sólidos. A gestão de resíduos sólidos corresponde ao conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, considerando as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, sendo normatizada pelo poder público, enquanto o gerenciamento se refere as ações diretas e indiretas de coleta, transporte, tratamento, destinação e disposição final ambientalmente adequada pelas instituições, as quais também engloba o manejo que são as atitudes práticas, implementação de ações e soluções aplicadas (PORTAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS, 2016).

Assim, cada país institui e implementa leis e legislações próprias para a gestão dos resíduos sólidos gerados em seus territórios, além disso, há normativas internacionais como a ISO (*International Organization for Standardization*). Entre os países da América do Sul, a gestão e gerenciamento dos resíduos sólidos é bastante distinta, especialmente entre Brasil, Argentina, Peru e Bolívia.

Alguns setores industriais começaram a buscar padrões de desempenho que visam reduzir o impacto ambiental de suas atividades. A indústria química foi quem implementou o primeiro programa importante nesta área: responsabilidade integral (atuação responsável) que enfatiza o comprometimento da empresa em se envolver em melhorias contínuas nas áreas de segurança, saúde e meio ambiente (MERCADO, 1997).

No Peru, o gerenciamento de resíduos perigosos de atividades produtivas e/ou industriais é avaliado desde sua geração até sua disposição final, com o intuito de reduzir e prevenir os problemas de saúde da população ou a influência negativa no meio ambiente gerada por esse tipo de resíduo (LOZANO, 2014). A gestão sanitária e ambiental dos resíduos sólidos no país é uma tendência crescente, baseada na conscientização e sensibilização ambiental da comunidade, dos governos locais e das diversas instituições que têm responsabilidade direta, como é o caso do Ministério da Saúde, que tem um papel institucional importante definido na Lei n. 27314 - Lei Geral de Resíduos Sólidos (PERU, 2019).

Na Argentina, a gestão integral do resíduo domiciliar, categorizado como: resíduos residenciais, urbanos, comerciais, de saúde, industriais ou institucionais, compreende as seguintes etapas: geração, descarte inicial, coleta, transferência, transporte, tratamento e disposição final. A geração é a atividade que inclui a produção de resíduos domésticos. A provisão inicial é a ação pela qual os resíduos são depositados ou abandonados, podendo ser: geral (sem classificação e separação de resíduos) ou seletiva (com classificação e separação de resíduos pelo gerador). A coleta representa o conjunto de ações que inclui a coleta e carregamento de resíduos em veículos de coleta, podendo ser geral (sem discriminar os diferentes tipos de resíduos), ou diferenciada (discriminando por tipo de resíduo com base em seu tratamento e posterior avaliação). A transferência inclui as atividades de armazenamento temporário e/ou embalagem de resíduos para transporte. O transporte inclui viagens de transferência de resíduos entre os diferentes locais incluídos na gestão integral. O tratamento representa o conjunto de operações destinadas a condicionar e recuperar os resíduos, sendo o condicionamento as operações realizadas para adaptar os resíduos para sua recuperação ou disposição final. A apreciação é definida como qualquer procedimento que permita o uso dos recursos contidos nos resíduos, através da reciclagem em suas formas físicas, químicas, mecânicas ou biológicas, e reutilização. A provisão final inclui o conjunto de operações destinadas a alcançar o depósito permanente de resíduos domésticos, bem como, as inevitáveis frações de rejeição resultantes dos métodos de tratamento adotados. Da mesma forma, as atividades específicas de fechamento e pós-fechamento dos centros de disposição final estão incluídas nesta etapa, descritas na Lei 25.916 de 20 04 (ARGENTINA, 2004).

No Brasil, resíduo sólido industrial é classificado como todo o resíduo que resulte de atividades industriais e que se encontre nos estados sólido, semissólido, gasoso - quando contido, e líquido - cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgoto ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes

de sistemas de tratamento de água e aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição (CONAMA, 2002). O Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais é o conjunto de informações sobre a geração, características, armazenamento, transporte, tratamento, reutilização, reciclagem, recuperação e disposição final dos resíduos sólidos gerados pelas indústrias do país e informados aos órgãos estaduais de meio ambiente que devem apresentar este inventário ao IBAMA atualizado a cada 24 meses (CONAMA, 2002).

O IBAMA e os órgãos estaduais de meio ambiente devem elaborar, de forma coordenada e no âmbito de suas competências, os Programas Estaduais de Gerenciamento de Resíduos Industriais e o Plano Nacional para Gerenciamento de Resíduos Industriais. As indústrias devem registrar mensalmente e manter na unidade industrial os dados de geração e destinação dos resíduos gerados para fomentar com dados o Inventário Nacional dos Resíduos Industriais (CONAMA, 2002).

Na Bolívia, os Conselhos Departamentais de Meio Ambiente (CODEMA) foram criados em cada um dos Departamentos do país como agências de decisão e consulta máxima a nível departamental, no âmbito da política nacional do ambiente estabelecida (BOLÍVIA, 1992). O planejamento do desenvolvimento nacional e regional desse país incorpora a dimensão ambiental através de um processo dinâmico, permanente e concertado entre as diferentes entidades envolvidas nas questões ambientais, tendo como instrumentos básicos de planejamento ambiental a formulação de planos, programas e projetos a curto, médio e longo prazo, nos níveis nacional, departamental e local (BOLÍVIA, 1992).

No quadro abaixo estão descritas as principais leis sobre a gestão de resíduos nos países da América do Sul selecionados para este estudo.

Quadro 1 – Leis vigentes sobre gestão de resíduos sólidos nos países da América do Sul selecionados para este estudo.

País	Constituição	Principais Leis	Referência
Argentina	Art. 41- Direito ao meio ambiente equilibrado como direito de todos, apto para o desenvolvimento humano, mas sem comprometer necessidades de futuras gerações.	- Lei 25.612 / 02 e Lei 25.916 / 04 - gestão de resíduos industriais e domiciliares;	ARGENTINA, 2002.

Bolívia	-Art. 9. 6– Dentre as finalidades do Estado, promover o aproveitamento responsável dos recursos naturais, impulsionando a industrialização e o desenvolvimento bem como a conservação do meio ambiente para o bem-estar das atuais e futuras gerações. -Art. 33- As pessoas têm direito a um meio ambiente saudável, protegido e equilibrado que permita o desenvolvimento das atuais e futuras gerações. -Art. 34- Direito de qualquer pessoa exercer ações legais para a proteção do meio ambiente (Ação Popular). -Art. 342- Dever do Estado e da população conservar, proteger e aproveitar de maneira sustentável os recursos naturais. Art. 343- "a população tem o direito de participar da gestão ambiental, ser consultada e informada sobre decisões que afetam a qualidade ambiental". - Existência do Tribunal Agroambiental regido por princípios de função social, (...) e sustentabilidade	- L. 1333 / 92 – Dispõe sobre: Direito Ambiental - estabelece diretrizes básicas e cria instituições que não serão materializadas ou não serão mais vigentes; Regulamento de Prevenção e Controle Ambiental - Licença e EIA; Gestão Ambiental de Resíduos Sólidos; Para Atividades com Substâncias Perigosas; Diretriz Supremo -29466/08 - Programa Nacional de Eficiência Energética; - Regulamento Ambiental para o Sector Industrial Manufatureiro (RASIM) – Diz sobre reduzir a geração, contaminação e uso de substâncias perigosas; - Lei 300 – Diz sobre a gestão integral de resíduos industriais e sustentabilidade; - Lei 755 de Gestão Integral de Resíduos Sólidos – Diz sobre a gestão operativa de resíduos industriais e as responsabilidades do gerador de resíduos;	BOLÍVIA, 1992, 2016.
---------	--	---	----------------------

Brasil	-Art. 225- “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”. § 1º Para assegurar a efetividade desse direito, incumbe ao Poder Público: (...) IV – exigir, na forma da lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental, (...)” -Art. 23 e 24- É de competência comum entre Municípios, Estados e União proteger e legislar sobre o Meio Ambiente. -Art. 5. LXXIII - Direito de todo cidadão pleitear em prol do meio ambiente, dentre outros direitos (Ação popular). -Art. 170 CF- Meio ambiente com princípio orientador da atividade econômica. -Art. Obrigação de defesa dos direitos difusos pelo Ministério público. -Art 5 Função social (interpretada como socioambiental da propriedade.	L. 12.350/10- Política Nacional dos Resíduos Sólidos. Resolução CONAMA Nº 313/2002 - Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais	BRASIL, 2010; CONAMA, 2002.
--------	---	--	--

Peru	Art. 66. - Recursos naturais - Recursos naturais, renováveis e não renováveis são patrimônio da nação. O Estado é soberano no seu uso. Art. 67. - Política Ambiental - O Estado determina a política ambiental nacional. Promove o uso sustentável de seus recursos naturais. Art. 68. - Conservação da diversidade biológica e áreas naturais protegidas - O Estado é obrigado a promover a conservação da diversidade biológica e áreas naturais protegidas. Art. 69. - Desenvolvimento da Amazônia - O Estado promove o desenvolvimento sustentável da Amazônia com legislação adequada.	L 27314/04 – Lei General de Resíduos Sólidos.	PERU, 1993
Colômbia	- Art. 22. As atividades econômicas que causam arrastamento de resíduos sólidos para águas ou sistemas de esgoto existentes ou planejados para o futuro eles serão regulamentados pelo Ministério da Saúde. - Art. 31. Aqueles que produzem lixo com características especiais, em os termos indicados pelo Ministério da Saúde, serão responsáveis por sua coleta, transporte e disposição final; - Art. 32. Para os efeitos dos artigos 29 e 31, os serviços de terceiros que devem atender aos requisitos para esse fim estabelecer o Ministério da Saúde ou a entidade delegada.	- Lei 9 de 1979 Código Sanitário Nacional.	COLOMBIA, 1979.

Fonte: Próprio autor, 2020.

A preocupação e proposição de estratégias e normativas legais para minimizar e mitigar os efeitos da degradação ambiental associado a gestão de resíduos ainda é incipiente e recente, seja no âmbito nacional como internacional. A Conferência de Estocolmo de 1972 e a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (ECO-92),

trouxeram discussões bastante importante referente a busca por soluções sustentáveis, ressaltando a relevância internacional da proteção da natureza e dos seus recursos naturais, extremamente necessários para uma efetiva sustentabilidade do planeta incluindo a correta destinação de resíduos sólidos (RANGEL, 2016). A Agenda 21 oriunda da ECO 92 reflete um consenso global e um compromisso político dos países signatários sobre a necessidade de conciliar preservação ambiental e desenvolvimento (CASTRO; ARAUJO, 2004). Ao discutir o problema dos resíduos sólidos a Agenda 21 trouxe no seu escopo que as políticas públicas nacionais devem ser baseadas em quatro eixos fundamentais: diminuição dos resíduos produzidos; reutilização e reciclagem dos resíduos; promoção da disposição e do tratamento adequado; e ampliação da cobertura do serviço de coleta à população (CASTRO; ARAUJO, 2004).

Perante a pressão imposta pela conferência de Estocolmo e pela Agenda 21 da Eco 92, a Colômbia e o Brasil delinearão leis a fim de integrar princípios e instrumentos de tutela ambiental, que precederam ou sucederam a Carta Política dos respectivos países, tendo desta forma seus Sistemas Nacionais Ambientais estruturados em organismos e funções para o amparo e a gestão dos bens naturais (RANGEL, 2016). Segundo os autores, o panorama mundial da crise ambiental pressionou os países a evoluir, em direção a um efetivo desenvolvimento nos moldes sustentáveis, gerando um ponto em comum do desenvolvimento de suas políticas e incentivando a sustentabilidade no contexto geral. As leis e legislações brasileiras sobre gestão dos resíduos sólidos urbanos foi um desdobramento da pressão exercida especialmente pela Agenda 21 (CASTRO; ARAUJO, 2004).

Recentemente, a Agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável das Nações Unidas, tem preconizado em especial no seu objetivo 12, a necessidade de se assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis, incentivando as empresas a adotar práticas sustentáveis, integração de informações, reduzir substancialmente a geração de resíduos e realizar o manejo ambiental adequado dos resíduos ao longo de todo o ciclo de vida destes e de acordo com os marcos internacionais (ONU, 2020).

No entanto, ao fazer um panorama geral da América Latina a conservação do meio ambiente não tem sido tratada como um fator prioritário, devido as muitas necessidades básicas que ainda são deficitárias, podendo-se citar especialmente a saúde, educação, segurança e saneamento básico (SÁEZ; URDANETA, 2014). Em função disso as entidades governamentais da maioria desses países alocam poucos recursos financeiros para a gestão de resíduos sólidos, cumprindo com o mínimo exigido pelas duas legislações, gerando como consequência o uso de

tecnologia inadequada para fins de processos de coleta, tratamento e disposição final dos resíduos sólidos (SÁEZ; URDANETA, 2014).

Conforme a legislação brasileira vigente, o resíduo possui valor e é passível de retorno à cadeia produtiva em função de ser viável a sua reciclagem, apesar de não ter tecnologia de reaproveitamento do rejeito e, portanto, este deve ser tratado de forma adequada (GUIMARÃES, 2011). Salienta-se que ainda é um enorme desafio fortalecer a cadeia de coleta, reaproveitamento e destinação ambientalmente adequada dos resíduos (GUIMARÃES, 2011).

2.3 RESÍDUOS DE FABRICAÇÃO DE PAPEL DE USO SANITÁRIO E SUA RELAÇÃO COM SAÚDE E AMBIENTE

A indústria brasileira do setor papelero vem destacando-se na reciclagem de seus resíduos, em 2017 apresentou um nível recorde de reciclagem, sendo reciclados 66,2% do total do papel do Brasil (INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES, 2018). Salienta-se que o papel é um produto biodegradável e se decompõe naturalmente e em um prazo curto quando comparado com outros insumos que levam centenas de anos (CINQUETTI, 2004).

Os principais resíduos sólidos gerados pela indústria de papel são classificados em resíduos da Classe II (não-inertes), constituídos pelo lodo biológico produzido no tratamento de efluentes, as cascas de Eucalipto, a lama de cal (CaCO_3) e outros materiais alcalinos da unidade de caustificação (como *dregs* e *grifts*), além dos rejeitos da depuração da polpa marrom e branqueada, entulhos de obras civis, resíduo institucional não reciclável e mais recentemente, às fibras provenientes do tratamento primário de efluentes (ABNT, 2015).

Assim, dentro da indústria de papel e celulose são gerados os resíduos listados no Quadro 2, tais como *dregs*, *grifts*, lama de cal, entre outros (IZIDIO; SUBTIL; ANDRADE, 2014). A lama de cal é um resíduo de coloração branca, que é formado predominantemente por carbonato de cálcio (CaCO_3), extraído da caustificação do licor verde, ou seja, após a adição de óxido de cálcio (CaO) (BARRETO, 2008). O *dregs* significa escória, sedimento. É um material sólido que possui cor escura e odor característico, oriundo da sedimentação e remoção na clarificação do licor verde. Durante esse processo de clarificação das impurezas, utiliza-se o método de separação por sedimentação, classificando os resíduos em carbono não queimado, ferro, sílica, cálcio, alumina, magnésio e sulfetos (BARRETO, 2008). Segundo o autor, o *grifts*, que significa grânulo, é um resíduo sólido e granulado de cor amarelada, sem odor e pouco solúvel, resultante do processo de calcinação da lama de cal e do calcário nos fornos de cal.

Quadro 2 - Resíduos sólidos presentes na fabricação de papel de uso sanitário.

<i>Dregs</i>	<i>Grifts</i>	Lama de cal
Carbono não queimado	CaCO ₃ (Carbonato de Cálcio)	CaCO ₃ (Carbonato de Cálcio)
Ferro	NaOH (Hidróxido de Sódio)	
Sílica		
Cálcio		
Alumínio		
Magnésio		
Sulfetos		
Sódio		

Fonte: Adaptado de IZIDIO; SUBTIL; ANDRADE, 2014.

Estudos apontam que as fábricas de papel e celulose têm buscado de forma inovadora, através de pesquisas, soluções para reaproveitamento dos resíduos gerados no processo produtivo, entre elas podem ser citadas, a reciclagem de resíduo proveniente da produção de papel em cerâmica vermelha (blocos, tijolos, telhas e tubos), bioetanol, composição de argamassas, entre outros (IZIDIO; SUBTIL; ANDRADE; 2014). Dentre as tecnologias para o tratamento do lixiviado gerado destacam-se os processos biológicos e físico-químicos, como a utilização do nitrito como forma oxidada predominante do nitrogênio amoniacal na etapa aeróbia do processo (AZIZ *et al.*, 2004).

Por outro lado, a disposição inadequada dos resíduos em aterro sanitário pode levar à geração de vários subprodutos como os efluentes líquidos e gasosos que causam impacto ambiental significativo, que são resultado do processo de decomposição química e biológica ocorrida nos aterros (AZIZ *et al.*, 2004). A disposição no meio ambiente desse lixiviado pode poluir e contaminar o solo e as águas subterrâneas e superficiais, devido à alta concentração de compostos orgânicos e nitrogenados que alteram por exemplo os parâmetros de qualidade da água, reduzindo a concentração de oxigênio dissolvido, do potencial hidrogeniônico (pH) e consequentemente a biodiversidade da fauna e a flora aquática (AZIZ *et al.*, 2004).

Outro fator é o risco de toxicidade dos resíduos industriais devido à presença de uma grande variedade de compostos químicos encontrados no efluente de fábricas de celulose, oriundo de diferentes setores da fábrica, os quais podem impactar à biota aquática do corpo receptor, mesmo após o seu tratamento (FURLEY; MELLO; SIQUEIRA, 2018). Os principais problemas desses efluentes estão associados com a alta carga orgânica, a coloração marrom-

escura, presença de halogenetos orgânicos passíveis de adsorção e de poluentes tóxicos (FURLEY; MELLO; SIQUEIRA, 2018).

A pesquisa realizada por Assunção; Pesquero (1999) mostrou que o PCDD (dibenzeno-p-dioxina policlorada) e PCDF (dibenzeno-furano policlorado) são compostos advindos de resíduos industriais gerados na etapa de branqueamento do papel e celulose, em razão do uso do cloro no processo. Segundo os autores, das 210 dioxinas e furanos existentes, 17 compostos com substituições nas posições 2, 3, 7 e 8 destacam-se sob o ponto de vista toxicológico. A toxicidade aguda mais elevada é para a substância 2,3,7,8-tetraclorodibenzo-p-dioxina (2,3,7,8-TCDD) (ASSUNÇÃO; PESQUERO, 1999).

Ressalta-se que as dioxinas e furanos fazem parte das substâncias chamadas orgânicas persistentes (POP's), que não são degradadas no meio natural pela ação da luz, água, ar ou microorganismos, permanecendo inalteradas por longo período no ambiente e são transportadas por longas distâncias alcançando os rios, contaminando a água, o solo e consequentemente a vegetação e os animais, inclusive aqueles que são usados para consumo humano (ASSUNÇÃO; PESQUERO, 1999; HESS, 2018). No organismo dos animais e do homem, as dioxinas têm efeito cumulativo, ou seja, não são eliminadas e vão sendo armazenadas nos tecidos gordurosos do corpo (ASSUNÇÃO; PESQUERO, 1999).

O gerenciamento de resíduos industriais é considerado uma problemática ambiental e um grande desafio às empresas, devido ao grande volume gerado, custo elevado para o descarte e pelas deficiências quanto a disponibilização de tecnologias, equipamentos e recursos humanos capacitados para a implementação das ações de reciclagem e reaproveitamento dos resíduos industriais, ou o descarte ambientalmente adequado dos rejeitos. Sendo assim, evidencia-se a necessidade da indústria conhecer os resíduos por ela gerados, principalmente quanto a sua periculosidade, as formas adequadas de armazenamento, transporte e disposição final. Pois, se ocorrer de maneira inadequada pode acarretar a degradação do ar, da água e do solo, alcançando os lençóis freáticos através da lixiviação, contaminando os recursos hídricos disponíveis (AZIZ, *et al.*, 2004).

A seguir será apresentado a metodologia adotada e os resultados obtidos nesta dissertação no formato de um artigo científico, conforme prevê o Regimento do Programa de Pós Graduação em Ambiente e Saúde da Uniplac. Ressalta-se que o objetivo dessa dissertação foi descrever o gerenciamento de resíduos industriais em empresas de fabricação de papel de uso sanitário em alguns países da América do Sul, seguindo as etapas com base nos objetivos específicos de identificar os principais resíduos sólidos gerados na fabricação de papel sanitário, comparar os quantitativos gerados de resíduos entre as unidades de negócio, levantar os

parâmetros de controle ambiental vinculado ao descarte de resíduos industriais destas, descrever as práticas adotadas para a destinação final de resíduos industriais em cada uma das indústrias de papel *tissue* pertinentes ao estudo, contrastando os resultados encontrados com a legislação vigente de resíduos industriais de cada país.

3 ARTIGO – GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS EM EMPRESAS DE FABRICAÇÃO DE PAPEL DE USO SANITÁRIO EM PAÍSES DA AMÉRICA DO SUL

3.1 RESUMO

A destinação adequada dos resíduos industriais é uma das demandas ambientais do meio corporativo, constituindo este, um dos maiores desafios dentre as questões ambientais a serem resolvidas. A indústria de papel e celulose é uma das atividades fabris que mais causam impactos adversos ao meio ambiente, tendo em vista a elevada quantidade e descarte dos resíduos gerados. O objetivo deste trabalho foi descrever o gerenciamento (geração e destinação) dos resíduos industriais em empresas de fabricação de papel de uso sanitário em seis unidades de negócios da América do Sul, identificando os principais resíduos sólidos gerados e as principais práticas para a destinação final destes resíduos juntamente com os parâmetros de controle ambiental adotados. Foi realizada uma pesquisa documental e retrospectiva, com coleta de dados quantitativos em relatórios internos divulgados pela área ambiental das seis unidades de negócio de fabricação de papel sanitário localizadas na Argentina, Bolívia, Brasil (duas fábricas), Colômbia e Peru. Também foram extraídas informações mensais de relatórios divulgados em murais das empresas sobre a destinação dos resíduos sanitários entre os anos de 2017 a 2019 das duas unidades brasileiras. A partir da análise descritiva dos dados mostrou que para cada tonelada de papel de uso sanitário produzido foram gerados 116,18 quilos de resíduos sólidos industriais, sendo a maior quantidade gerada na unidade de Cauca na Colômbia – Cauca (116,19 kg/ por tonelada de papel produzida-TPP), seguido por Bernal na Argentina (91,32 kg/TPP). As diferentes quantidades de resíduos gerados entre as seis unidades, parecem relacionadas com o mix de produtos fabricados, tendo como principais variáveis a composição da receita do papel (percentual de papel reciclado – aparas, mais percentual de celulose) e as diferentes gramaturas que são especificação dos diferentes tipos de produtos. Os principais resíduos gerados foram: lodo, papel, outros (orgânicos, varrição, pó de celulose, sanitário - banheiros, caixa de gordura, fossa séptica), metal, plástico, cinzas e madeira, com destaque para o lodo com 227,62 kg/TPP, seguido pelo papel 58,11 kg/TPP, considerados os mais representativos. Quanto à destinação final dos resíduos gerados no processo de fabricação de papel de uso sanitário, teve-se acesso aos dados das unidades de negócio situadas apenas no Brasil. Observou-se que o lodo teve como destino final a compostagem, aterro sanitário ou uso benéfico e as cinzas foram destinadas a compostagem ou aterro sanitário. Os demais resíduos tais como madeira, plástico, papel e metal foram totalmente

reutilizados. No geral, este estudo compilou importantes dados sobre a geração de resíduos industriais, os quais são escassos na literatura para a América do Sul e podem contribuir cientificamente para melhorar o gerenciamento e as legislações sobre tais resíduos. Apesar da limitação na obtenção de dados sobre o descarte dos resíduos em todas as unidades, nas duas unidades do Brasil foram encontradas práticas promissoras de reciclagem e reaproveitamento dos resíduos industriais, chegando próximo a zero os resíduos enviados ao aterro sanitário.

Palavras-chave: resíduos sólidos industriais; produção de papel sanitário, impactos ambientais.

3.2 INTRODUÇÃO

O setor industrial é considerado um dos maiores geradores de resíduos sólidos industriais (RSI) provenientes de seus processos produtivos e instalações, com estimativa de geração de cerca de 100 mil toneladas/ano de RSI no Brasil (IPEA, 2012). Os RSI são restos de materiais gerados ao longo do processo de fabricação de vários tipos de produtos e, quando descartados de forma inadequada, são as principais fontes de contaminação da água, ar e solo, representando graves riscos ao meio ambiente e a saúde humana (AZEVEDO *et al.*, 2018).

Em função da quantidade e periculosidade dos RSI, o setor industrial necessita adequar-se as legislações nacionais de gestão de resíduos e as normativas internacionais da ISO (*International Organization for Standardization*) no que diz respeito ao manejo e descarte ambientalmente adequado dos resíduos industriais (ANTONOV; SELLITTO, 2011). Com o aumento da preocupação em gerenciar os RSI, as indústrias têm adotado ações e princípios da gestão ambiental que consistem em um conjunto de medidas e procedimentos bem definidos e que se adequadamente aplicados podem reduzir e controlar os impactos introduzidos pelos empreendimentos sobre o meio ambiente (TOCCHETTO, 2005).

É um grande desafio para as empresas e indústrias se adequarem às normas ISO, pois elas requerem uma mudança de cultura que envolvem todas as pessoas da organização (ABNT, 2015). Uma das dificuldades circunda a questão dos custos do Sistema de Gestão Ambiental (SGA) com base nas exigências da norma NBR ISO 14001, inclusive são maiores que os custos da gestão da qualidade (NBR ISO 9001), em função, principalmente, dos investimentos em novos equipamentos, adequação física de instalações, monitoramento sistemático de controle da poluição do ar, água e solo, contratação de auditoria externa para atender exigências ambientais dos órgãos públicos, treinamento e contratação de pessoal

(ABNT, 2015). Deste modo, pode-se usar a norma NBR ISO 14001 na íntegra ou em parte para sistematicamente melhorar a gestão ambiental das empresas. E as conformidades para serem aceitas devem conter todos os requisitos no sistema de gestão ambiental da organização e atendidos sem exclusão (ABNT, 2015). Por outro lado, o impacto da certificação ISO do SGA pode ser muito variável no desempenho ambiental da indústria, conforme mostrou um estudo realizado com 37 unidades da indústria de papel e celulose de Quebec que mostrou que algumas unidades reduziram consideravelmente as emissões após a certificação da ISO, porém muitas unidades mantiveram ou até aumentaram as emissões depois de ser credenciado pela ISO (BARLA, 2007).

Diante do desafio da adequação referente ao manejo dos resíduos gerados, defende-se a premissa de que através do SGA, seja realizada uma análise estruturada da área ambiental, estabelecendo objetivos, metas de melhoria e ações para verificar a eficácia do sistema SGA em sua totalidade (MARTINS; LAUGENI, 2005). Além disso, as organizações que buscam alcançar resultados almejados, incluindo o aumento de seu desempenho ambiental, devem implementar, manter e melhorar o sistema de gestão ambiental, incluindo os procedimentos necessários e suas interações (ABNT, 2015).

Dentro deste contexto, a indústria de papel, uma das maiores indústrias do mundo, é uma importante fonte de poluição ambiental devido a geração de resíduos sólidos, líquidos e gasosos (AZEVEDO *et al.*, 2019; SIMÃO *et al.*, 2018). Estima-se que a produção mundial de papel em 2017 foi de aproximadamente 400 milhões de toneladas, principalmente em países como EUA, países europeus, Brasil, Índia e China (FAO, 2019). Em geral, para cada mil quilos de papel produzido são gerados 31,6 quilos de resíduos sólidos (SANTOS; ROCHA, 2012).

Dentre os resíduos, os mais representativos são: lodo da estação de tratamento de água (ETA), resíduos de cinzas de caldeira, resíduos mistos de papelão e papel e resíduo de arame (amarração dos fardos de celulose), além de outros com menor volume como resíduos de construção civil, pallets de madeira, pó de celulose, metal misto, varrição geral, orgânicos do refeitório, plástico misto, sanitário, contaminados perigosos (estopa), entre outros (SANTOS; ROCHA, 2012).

Um fator alarmante é que os resíduos gerados pelas indústrias de celulose e papel muitas vezes são despejados em locais inadequados, sem qualquer medida de controle, como aterros sanitários ilegais ou até mesmo no mar, causando severos danos ambientais, especialmente na água, ar e solo (AZEVEDO *et al.*, 2019; SIMÃO *et al.*, 2018). A emissão de efluentes deste setor industrial na água é considerada um dos impactos mais significativos de contaminação dos parâmetros de qualidade da água (SANTOS; ROCHA, 2012).

Quanto à disposição final, a maioria dos resíduos da fabricação de papel tem sido descartada em aterros sanitários (AZEVEDO *et al.*, 2019). Segundo os autores, alguns países pobres ainda descartam seus resíduos em aterros controlados que não possuem qualquer tipo de mecanismo de proteção do solo e do meio ambiente. Poucos são os países que já aprimoraram suas leis para garantir a construção de aterros sanitários com segurança ambiental apropriada e seguindo normas rigorosas (AZEVEDO *et al.*, 2018). Algumas indústrias também avançaram e hoje já possuem um sistema completo de tratamento e incineração do lodo originado da fabricação de papel dentro de sua própria fábrica, cujo processo deve ser monitorado devido a liberação de gases tóxicos, além de possuir altos custos em todo o processo quando comparado ao descarte em aterros sanitários que representa a prática mais usual em todo o mundo (AZEVEDO *et al.*, 2019).

Um estudo realizado por Azevedo e colaboradores (2019) ao comparar alternativas para o descarte adequado de resíduos da fabricação de papel, evidenciou que a melhor metodologia do ponto de vista ambiental e tecnológico continua sendo os aterros sanitários (profundidades de até 10 m), enquanto a incineração implica em severos riscos ambientais como a emissão de gases tóxicos e representam altos custos financeiros (cerca de 20% mais caros que os aterros sanitários).

Vale ressaltar que a indústria de celulose e papel tem mostrado um alto potencial de sustentabilidade, sendo que novas alternativas têm sido investigadas para o descarte dos resíduos, com valorização desses materiais (SIMÃO *et al.*, 2018). Resíduos classificados como não perigosos e que apresentam características físicas, químicas e morfológicas apropriadas podem ser reutilizados em outras cadeias produtivas, como indústria a base de cerâmica e cimento (AZEVEDO *et al.*, 2018; 2019). Segundo uma revisão de literatura sobre as alternativas de reciclagem para os resíduos da produção de papel e celulose, mostrou que por exemplo *dregs* e lama de cal podem ser usados na agricultura (corretivos de solo) e em tecnologias ambientais, principalmente no tratamento de águas residuais (SIMÃO *et al.*, 2018). Os *grifts* podem ser empregados na construção civil e o lodo das estações de tratamento de esgoto aplicadas na agricultura, construção e processos energéticos (SIMÃO *et al.*, 2018). A disposição final em aterro sanitário é inviável para alguns resíduos produzidos pela indústria do papel e celulose, tais como a casca, a lama de cal, o lodo biológico, o resíduo celulósico e a cinza de caldeira resultante da queima de biomassa, em função dos altos custos para implantação e manutenção de tratamentos adequados, além da exigência de cuidados especiais no manuseio devido os riscos de contaminação ambiental por processos biológicos e químicos

que não são controlados quando os resíduos são enviados para aterros sanitários (SANTOS; ROCHA, 2012).

Atualmente, busca-se minimizar todo e qualquer tipo de impacto no meio ambiente e ecossistemas adjacentes, tendo como enfoque a sustentabilidade ambiental das indústrias, bem como, a geração de uma receita que viabilize todo e qualquer investimento no gerenciamento dos resíduos, incluindo a destinação ambientalmente adequada. Assim, conhecer as etapas do gerenciamento dos resíduos sólidos industriais, desde a geração até o descarte final, é fundamental para cumprir as exigências previstas nas legislações ambientais nacionais e internacionais e atenuar os impactos gerados, não apenas do ponto de vista ambiental, mas também do ponto de vista econômico e social (SIMÃO *et al.*, 2018). Desta forma, este estudo visou caracterizar o gerenciamento dos resíduos industriais gerados na fabricação de papel de uso sanitário no Brasil e em alguns países da América Latina (Argentina, Bolívia, Colômbia e Peru).

3.3 MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi realizado por intermédio de pesquisa documental, com obtenção de dados quantitativos e retrospectivos em relatórios internos produzidos mensalmente do período de 2017 a 2019, de seis unidades de negócio de um indústria de produção de papel, sobre a geração e descarte de resíduos da produção de papel de uso sanitário (lenços, guardanapos, toalhas de papel e papel higiênico, com gramatura baixa entre 15 e 50 g/m²).

Neste sentido, na pesquisa documental são utiliza fontes primárias, ou seja, dados e informações que ainda não foram tratados científica ou analiticamente, e que se encontram em fontes diversificadas e dispersas, tais como: tabelas estatísticas, jornais, revistas, documentos oficiais, cartas, filmes, fotografias, relatórios de empresas, dentre outros (FONSECA, 2002). Já no estudo retrospectivo, o evento já ocorreu e planeja-se, portanto, analisar o impacto causado por este, geralmente com o aparecimento de novos fatos (MEIRIK, 2019).

Para este estudo foi selecionado uma indústria de fabricação de papel *tissue* (papel sanitário) que atua no mercado desde 1872 e possui mais de 100 fábricas instaladas em diversos países, considerada líder de mercado na produção de papel higiênico e absorventes femininos e derivados, no âmbito Premium de suas marcas. Seis unidades de negócio dessa empresa foram selecionadas para a coleta de dados, por critério de conveniência e disponibilização prévia dos relatórios internos, bem como, daquelas que possuem processos com máquinas de fabricação

de papel para fins sanitários. Foram excluídas as fábricas que possuem processos de fabricação de demais itens para higiene pessoal.

Assim, foram selecionadas as unidades responsáveis pela fabricação de papel para uso sanitário em países localizados na América do Sul, pertencentes ao bloco dos países do Mercosul e estados associados, localizadas no Brasil (duas unidades, uma em Correia Pinto e outra em Mogi das Cruzes), Argentina (Bernal), Bolívia (Santa Cruz), Colômbia (Cauca) e Peru (Puente Piedra). Todas as unidades de negócio possuem em sua cadeia produtiva a entrada de celulose de fibra curta e a saída do papel de forma semiacabado dispostos em formato de bobinas, que posteriormente, serão convertidas em produto final.

Foram selecionadas as empresas brasileiras de papel higiênico que dominam o mercado no quesito produção em toneladas, com produtos Premium de folha dupla e folha tripla. Enquanto as demais empresas (fora do Brasil) que compõem esta mesma companhia produzem papel reciclado e também folhas duplas.

Os dados sobre as quantidades em toneladas de resíduos sólidos gerados para fabricação de papéis para fins sanitários foram coletados dos relatórios internos da empresa, referente ao período de janeiro de 2017 a dezembro de 2019, relatórios que são realizados mensalmente em cada unidade de negócio localizadas nos países do Brasil, Argentina, Bolívia, Colômbia e Peru.

Dos relatórios disponibilizados, mediante autorização da empresa, foram coletados dados dos indicadores disponibilizados em planilhas Excel, para acesso interno, onde estavam contidas as informações das despesas geradas para manutenção do sistema de coleta, transporte e disposição de resíduos sólidos e também as informações sobre os tipos e quantidades de resíduos sólidos gerados por tonelada de papel produzido.

A coleta dos dados foi advinda do diretório interno das unidades da indústria objeto desse estudo, onde se extraiu os dados dos últimos 36 meses (janeiro de 2017 a dezembro de 2019), totalizando 972 dados extraídos de planilhas em Excel. As seguintes informações foram extraídas dos documentos e organizadas em planilhas de Excel: data do relatório, unidade de negócio, tipos de resíduos gerados, quantidades (toneladas) de resíduos sólidos gerados (cinzas, lodo, madeira, metal, papel e plástico) e suas respectivas classificações, destinação e custos do processo.

Ressalta-se que a empresa autorizou a utilização dos dados referentes a produção e descarte dos resíduos dos seus relatórios internos para a execução da presente pesquisa.

Após organização dos dados em planilha de Excel, foi realizada análise estatística descritiva (média, desvio padrão e percentual). Também foram avaliadas diferenças nas

variáveis qualitativas como os indicadores de controle ambiental atreladas ao gerenciamento de resíduos levantadas nas seis unidades de negócio.

3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.4.1 Resíduos sólidos gerados na fabricação de papel sanitário

Entre o período de janeiro de 2017 a dezembro de 2019, totalizando 36 meses, foram gerados nas seis unidades de negócio objeto de estudo dessa pesquisa um montante de 1.435.092.952,73 toneladas de resíduos com uma produção de 12.352.235.110 toneladas de papel de uso sanitário. Para cada tonelada de papel produzida foram gerados 116,18 quilos de resíduos sólidos ou seja 11,62% de resíduos. Dados sobre a geração de resíduos industriais da fabricação de papel são escassos na literatura, no entanto um estudo realizado na União Europeia mostrou que em 2005 a produção total de papel na Europa foi de 99,3 milhões de toneladas, gerando 11 milhões de toneladas de resíduos, o que representa cerca de 11% em relação ao total de papel produzido (MONTE *et al.*, 2009). Resultados muito similares ao citado foram encontrados no presente estudo para a América do Sul, provavelmente devido a implementação das normas ambientais internacionais previstas no sistema de gestão ambiental da ISO pela empresa, em geral, prática adotada pelas empresas da Europa.

A representatividade dos resíduos gerados em toneladas por ordem de grandeza foi distinta entre as seis unidades de negócio estudadas, com os seguintes valores: 1.435.055.870,84 toneladas para Colômbia – Cauca; 18.022,66 Brasil - Mogi das Cruzes; 7.142,41 Bernal – Argentina; 5.247,14 Brasil – Correia Pinto; 4.525,59 Peru – Puente Piedra; e 2.144,10 toneladas para Bolívia – Santa Cruz. Os percentuais de resíduos gerados por tonelada de papel produzido (TPP) também foi distinto entre as unidades de negócio, sendo maior na Colômbia – Cauca com 11,62% (116,19 kg/TPP), seguido por Bernal – Argentina com 9,13% (91,32 kg/TPP) e Bolívia – Santa Cruz com 5,69% (56,88 kg/TPP). Nos demais países, foram registrados menor percentual de resíduos gerados por tonelada de papel produzido (TPP), assim representados: 3,75% (37,5 kg/TPP) na unidade de negócio do Brasil – Mogi das Cruzes; 2,63% (26,32 kg/ TPP) no Brasil – Correia Pinto e 1,76% (17,60 kg/TPP) no Peru – Puente Piedra, conforme descritos no Quadro 1.

Quadro 1 - Resíduos gerados e produção de papel de uso sanitário nas seis unidades estudadas entre janeiro de 2017 a dezembro de 2019.

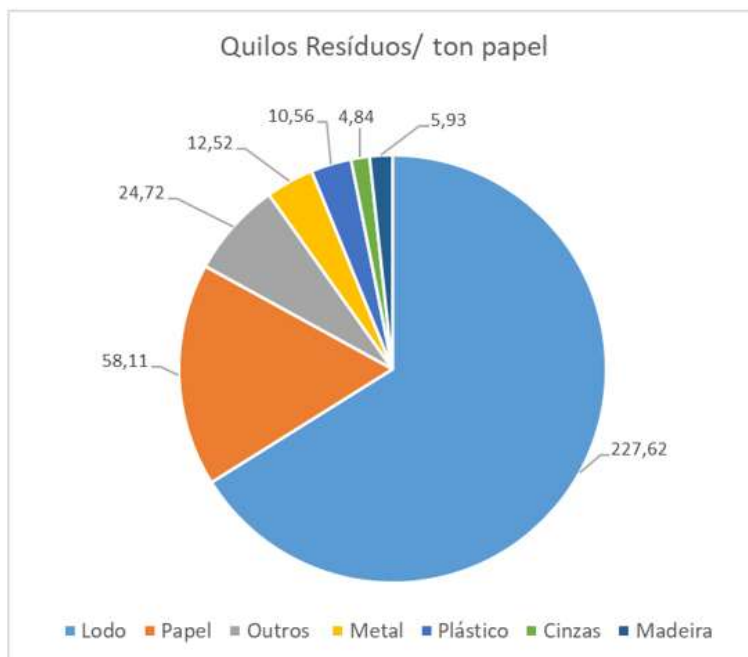
Regiões	Produção (T)	Resíduos (kg)	Percentual	Resíduo (kg)/ton papel produzido (TPP)
Colômbia - Cauca	12.351.182.143	1.435.055.870,84	11,62%	116,19
Brasil- Mogi das Cruzes	480.589	18.120,80	3,77%	37,71
Argentina - Bernal	78.214	8.345,40	10,67%	106,70
Brasil – Correia Pinto	199.357	5.563,99	2,79%	27,91
Peru – Puente Piedra	257.115	4.525,59	1,76%	17,60
Bolívia – Santa Cruz	37.692	2.144,10	5,69%	56,88

Fonte: Próprio autor com dados internos, 2017/2018/2019.

As diferentes quantidades e percentuais de resíduos gerados entre as seis unidades, parecem relacionadas com o mix de produtos fabricados, tendo como principais variáveis a composição da receita do papel (percentual de papel reciclado – aparas, mais percentual de celulose) e as diferentes gramaturas que são especificação dos diferentes tipos de produtos. Segundo Monte e colaboradores (2009) os diferentes processos na indústria de papel e celulose resultam em diferentes tipos de resíduos sólidos e lodos, sendo que a quantidade e a composição desses resíduos dependem da gramatura do papel produzido, da matéria-prima utilizada, das técnicas de fabricação e das propriedades do papel almejadas. Possivelmente tais fatores explicam as distintas quantidades e percentuais de resíduos gerados por tonelada de papel de uso sanitário fabricado entre as seis unidades. No entanto, vale ressaltar que as unidades situadas no Brasil e no Peru apresentaram o menor percentual de resíduos gerados por tonelada de papel fabricado, levantando a hipótese de que possuem um plano mais sustentável para o gerenciamento dos seus resíduos.

Os resíduos sólidos gerados, por tonelada de papel produzida (TPP), que foram comuns entre as unidades estudadas, distribuídos por montante e tipo de resíduo estão descritos na Figura 1. O mais representativo foi o lodo com 227,62 kg/TPP, seguido pelo papel 58,11 kg/TPP, outros (orgânicos, varrição, pó de celulose, sanitário - banheiros, caixa de gordura, fossa séptica) com 24,72 kg/ TPP, metal 12,52 kg/ TPP, plástico 10,56 kg/ TPP, cinzas 4,84 kg/TPP, madeira com 5,93 kg/TPP. O lodo representou 66,11% do total de resíduos gerados por tonelada de papel produzido, seguido do papel com 16,88%.

Figura 1 - Quantidade de resíduos gerados (kg) em seis unidade de negócio para produção de uma tonelada de papel de uso sanitário entre 2017 e 2019.



Fonte: Próprio autor com dados internos, 2017/2018/2019.

Em geral, as fabricas de papel são grandes geradoras de resíduos, em especial de lodos provenientes de estações de tratamento de águas residuais que constitui o maior volume de rejeito gerado (MONTE *et al.*, 2009, SANTOS; ROCHA, 2012). Esse lodo pode ser primário ou secundário, sendo que o primeiro é composto por fibras de resíduos de madeira com alto teor de carbono e baixo nível de nutrientes, enquanto o secundário já passou por tratamento microbiológico que facilita a sua decomposição (SANTOS; ROCHA, 2012). Um estudo realizado em uma indústria com produção de papel de uso sanitário também mostrou que o maior percentual de resíduos sólidos gerados foi de lodo (99% do montante total) classificados como inertes provenientes da estação de tratamento de efluentes e enviados a aterros (SANTOS; ROCHA, 2012). Ressalta-se que o percentual de resíduos, especialmente de lodos, descartados em aterros sanitários tem diminuído constantemente na Europa, sendo os mesmos usados como matéria-prima secundária em outras indústrias e outras aplicações (por exemplo, fertilização do solo, na construção de estradas, fabricação de tijolos ou geração de energia) (MONTE *et al.*, 2009). Segundo o autor, a indústria de papel Europeia tem sido forçada cada vez mais a dar ênfase no gerenciamento sustentável dos resíduos com foco na redução, por meio da obrigação do tratamento da água, dos elevados custos dos aterros sanitários e pelo fortalecimento da legislação ambiental.

Ao comparar as leis praticadas em cada país desse estudo, no que diz respeito aos critérios adotados quanto à geração e descarte dos resíduos sólidos, foi observado que as leis da Argentina, Brasil, Bolívia, Colômbia e Peru possuem direcionamentos quanto a obrigatoriedade de fornecer informações ao inventário nacional de industriais, de tratamento, da reutilização/reciclagem, sobre a disposição final adequada, sobre os veículos de transporte adequados, além disso determinam penalidades, planos de minimização na geração, locais autorizados para a disposição final e a obrigatoriedade do cadastro da unidade de negócio em órgãos de fiscalização (Quadro 2). No entanto, observou-se diferenças nas formas de aplicabilidade das leis entre os países. Por exemplo, apenas a legislação brasileira menciona a obrigatoriedade do registro mensal de geração de resíduo industrial, a necessidade de implementação da logística reversa; e a ISO 14001 está contemplada apenas na lei da Colômbia. Ao comparar alguns indicadores retirados nas legislações dos cinco países parece que Colômbia e Brasil possuem as legislações mais completas.

Quadro 2 - Comparativo das leis vigentes em cada país onde localizam-se as unidades de negócio do presente estudo quanto à geração e descarte de resíduos sólidos.

País	Principais Leis	Obrigatori idade do Inventário Nacional de Industriais **	Registro mensal geração	Trata mento	Reutili zação/ Recicla gem	Logística reversa	Disposição final adequada	Veículos de transporte adequados	ISO 1400 1	Penalida de	Planos de minimização na geração	Locais autorizados para a disposição final	Cadastro da unidade de negócio em órgãos de fiscalização
Colômbia	CSN -Ley 9 de 1979	X	NA	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Argentina	L. 25.612 / 02 L. 25.916 / 04	X	NA	X	X	NA	X	X	NA	X	X	X	X
Brasil	PNRS 12.305/10 CONAMA Nº 313/2002	X	X	X	X	NA	X	X	NA	X	X	X	X
Peru	LGRS 27314/04	X	NA	X	X	NA	X	X	NA	X	X	X	X

Bolívia	L. 1333 / 92 PNEE- 29466/08 RASIM Ley 300 Ley 755	X	NA	X	X	NA	X	X	NA	X	X	X	X
---------	---	---	----	---	---	----	---	---	----	---	---	---	---

Fonte: Próprio autor, 2020.

* NA – Não aplicável ou não mencionado em lei.

** Entende-se como Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais o conjunto de informações sobre a geração, características, armazenamento, transporte, tratamento, reutilização, reciclagem, recuperação e disposição final dos resíduos sólidos gerados e disponibilizadas pelas indústrias do país.

Os tipos de resíduos gerados diferiram entre as seis unidades de negócio (Quadro 3). Nas unidades do Brasil, Mogi das Cruzes e Correia Pinto, foram registrados e acompanhados os mesmos tipos de resíduos: cinzas, papel lodo, madeira, metal, plástico e outros apenas em Mogi das Cruzes. As demais unidades registraram e acompanharam distintos tipos de resíduos. Na unidade da Colômbia em Cauca foram: papel, lodo, madeira, metal, plástico e outros. Na unidade do Peru, em Puente Piedra: lodo, madeira, metal, plástico e outros. Na unidade da Bolívia em Santa Cruz: papel, madeira, plástico e outros. Na unidade da Argentina em Bernal: lodo, metal, plástico e outros.

Os resíduos gerados na produção de papel *tissue* apresentam características e composição distintas e peculiares, que podem depender da qualidade da matéria prima empregada no processo de fabricação do papel, das características do produto e do processo empregado na fabricação. De modo geral, os resíduos são compostos por cinzas, lodo, óleos, resíduos alcalinos ou ácidos, plásticos, papel, madeira, fibras, metal, vidros, etc. A norma ISO 14000 sugere que as empresas devem identificar os aspectos ambientais relativos as suas atividades, produtos e serviços, considerando os aspectos relativos a emissões de poluentes aéreos, despejos líquidos, gestão de resíduos, contaminação do solo, entre outros. Registrar os resíduos gerados têm como objetivo recuperar frações ou algumas substâncias que possam ser aproveitadas no processo produtivo. Esta recuperação representa um serviço benéfico e de extrema importância à sociedade e ao meio ambiente (TOCCHETTO, 2005).

Quadro 3 - Distribuição de resíduos gerados nas seis unidades de produção de papel de uso sanitário no período de janeiro de 2017 a dezembro de 2019.

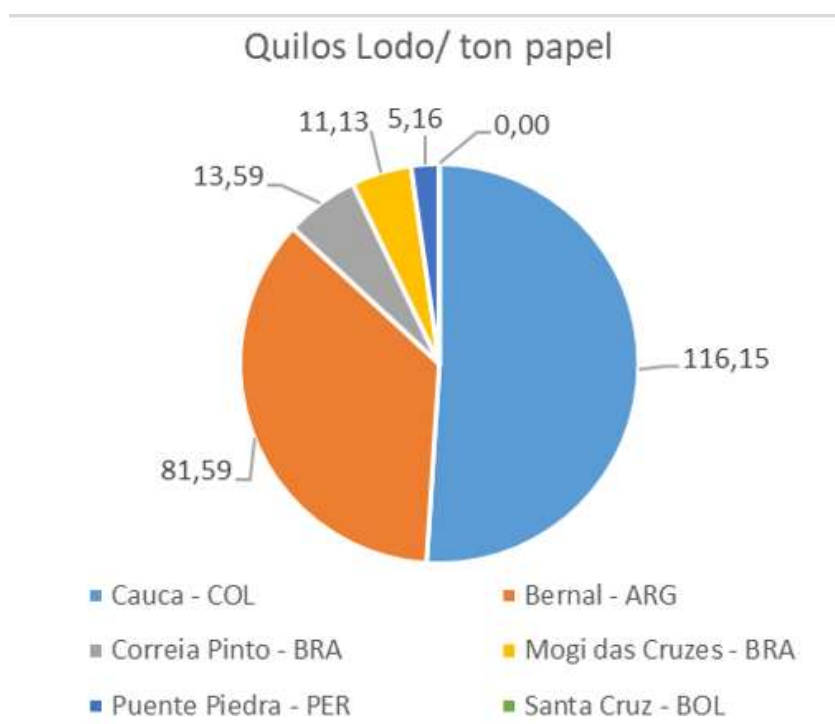
Brasil		Argentina	Colômbia	Peru	Bolívia
Mogi das Cruzes	Correia Pinto	Bernal	Cauca	Puente Piedra	Santa Cruz
Cinzas	Cinzas	-	-	-	-
Papel	Papel	-	Papel	-	Papel
Lodo	Lodo	Lodo	Lodo	Lodo	-
Madeira	Madeira	-	Madeira	Madeira	Madeira
Metal	Metal	Metal	Metal	Metal	-
Plástico	Plástico	Plástico	Plástico	Plástico	Plástico
Outros	-	Outros	Outros	Outros	Outros

Fonte: Próprio autor com dados internos, 2017/2018/2019

O lodo foi o resíduo mais representativo em todas as unidades objeto desse estudo, sendo a unidade de Cauca na Colômbia a maior geradora com 116,15 kg/TPP, Bernal na Argentina com 81,59 kg/TPP, Correia Pinto no Brasil com 13,59 kg/TPP, Mogi das Cruzes no Brasil com 11,13 kg/TPP, Puente Piedra no Peru com 5,16 kg/TPP e Santa Cruz na Bolívia não produz ou não acompanha (Figura 2). Ou seja, a unidade de Cauca na Colômbia gerou 51,03% de todo o lodo gerado pela empresa, seguido de Bernal na Argentina com 35,85%, Correia Pinto no Brasil 5,97%, Mogi das Cruzes no Brasil 4,89% e Puente Piedra no Peru 2,27%.

Dentre os mais variados processos existentes na linha de produção das empresas voltadas ao ramo de papel e celulose, pode-se citar que o resíduo de lodo necessita de um tratamento físico antes da sua disposição final, com enfoque em redução volumétrica. Para que então possa ser encaminhado à queima na caldeira de biomassa (lodo benéfico) que será convertido em energia e reaproveitado na própria empresa ou destinado aos aterros sanitários (MONTE *et al.*, 2009; SCOTT, 1995).

Figura 2 - Quantidade gerada de resíduo Lodo (kg) em seis unidade de negócio para produção de uma tonelada de papel de uso sanitário entre 2017 e 2019.



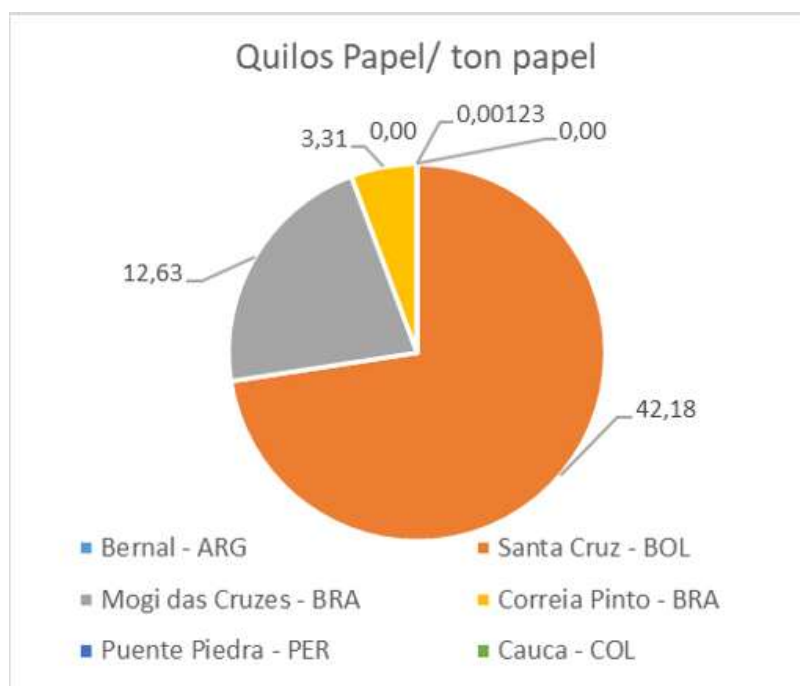
Fonte: Próprio autor com dados internos, 2017/2018/2019.

Os resíduos de papel gerados em quilos por tonelada de papel produzida (TPP) ficaram assim distribuídas: em Santa Cruz na Bolívia com 42,18 kg/TPP, Mogi das Cruzes no Brasil com 12,63kg/TPP, Correia Pinto no Brasil com 3,31 kg/TPP, Cauca na Colômbia com 0,00123

kg/TPP. As demais unidades de Bernal na Argentina e Puente Piedra no Peru com zero, conforme Figura 3. Santa Cruz na Bolívia gerou 72,58% de todo o resíduo de papel gerado pela empresa, seguido de Mogi das Cruzes no Brasil com 21,73%, Correia Pinto no Brasil com 5,69% e Cauca na Colômbia com 0,002%.

Este resíduo pode ser reciclado e reaproveitado para inúmeros fins. Ao ser encaminhado às empresas de reciclagem passa por um processo de reciclagem, que inclui a lavagem do papel e do lodo biológico proveniente do processo e tratamento de resíduos líquidos, pois, sendo válido destacar que muitas indústrias utilizam a celulose branqueada como matéria-prima, passando a produzir um lodo composto basicamente por celulose rejeitada contendo pequenas manchas e detritos, facilitando o processo de tratamento de água residual (SCHNEIDER; VON MÜHLEN, 2011).

Figura 3 - Quantidade gerada de resíduo Papel (kg) em seis unidade de negócio para produção de uma tonelada de papel de uso sanitário entre 2017 e 2019.

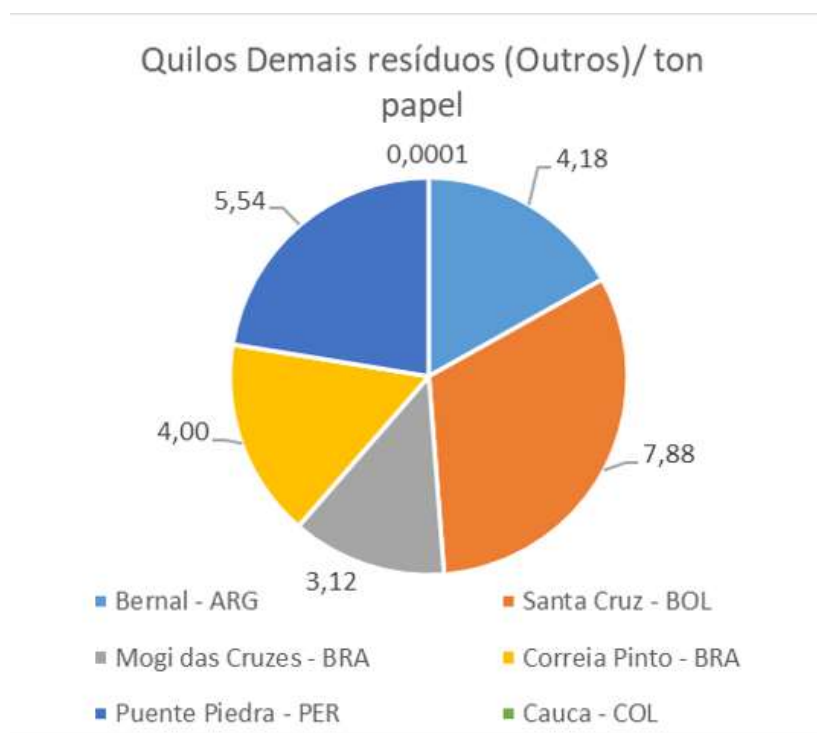


Fonte: Próprio autor com dados internos, 2017/2018/2019.

Os resíduos classificados como outros resíduos gerados em quilos por tonelada de papel produzida (TPP) ficaram distribuídas em Santa Cruz na Bolívia com 7,88 kg/TPP, Puente Piedra no Peru com 5,54 kg/TPP, Bernal na Argentina com 4,18 kg/TPP, Correia Pinto no Brasil com 4 kg/TPP, Mogi das Cruzes com 3,12 kg/TPP e Cauca na Colômbia com 0,0001 kg/TPP, conforme Figura 4. Ou seja, Santa Cruz na Bolívia gerou 31,87% de todo o resíduo classificado

como outros, seguido de Puente Piedra no Peru com 22,43%, Bernal na Argentina com 16,89%, Correia Pinto no Brasil com 16,18%, Mogi das Cruzes no Brasil com 12,62% e Cauca na Colômbia com 0,0005%.

Figura 4 - Quantidade gerada de resíduo Outros (kg) em seis unidade de negócio para produção de uma tonelada de papel de uso sanitário entre 2017 e 2019.



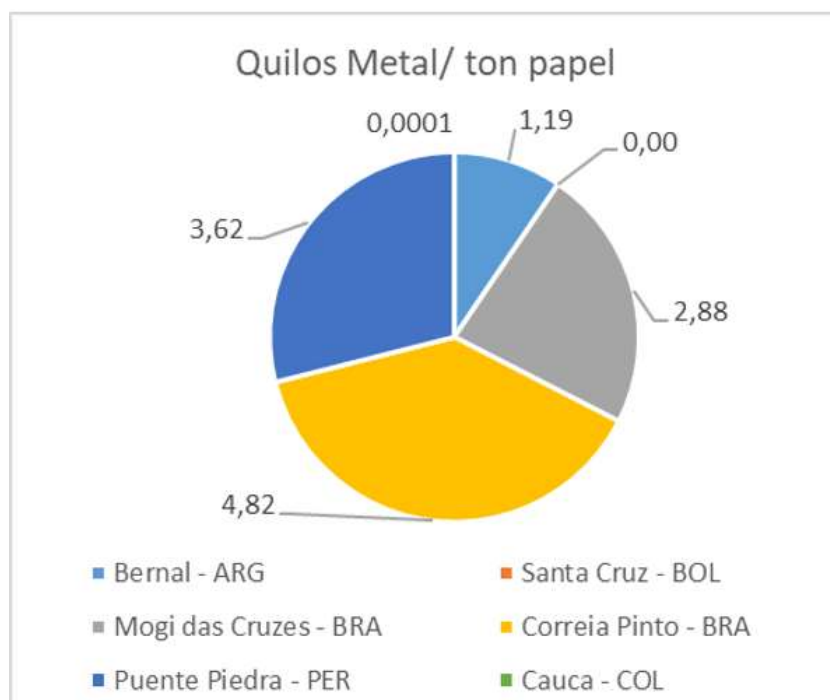
Fonte: Próprio autor com dados internos, 2017/2018/2019.

Os resíduos de metal gerados em quilos por tonelada de papel produzida (TPP) foram maiores em Correia Pinto no Brasil com 4,82 kg/TPP, seguida por Puente Piedra no Peru com 3,62 kg/TPP, Mogi das Cruzes com 2,88 kg/TPP, Bernal na Argentina com 1,19 kg/TPP, Cauca na Colômbia com 0,0001 kg/TPP e Santa Cruz na Bolívia com zero, conforme Figura 5. Ou seja, Correia Pinto no Brasil gerou 38,54% de todo o resíduo de metal gerado pela empresa, seguido de Puente Piedra no Peru com 28,92%, Mogi das Cruzes com 23,02%, Bernal na Argentina com 9,51%, Cauca na Colômbia com 0,0004%.

Os metais são ótimos exemplos de materiais que podem ser totalmente recuperados após classificados como resíduo industrial. Dados afirmam que mais de 60% do chumbo consumido a nível mundial provêm de processos de recuperação, superando em quantidade o chumbo primário (extraído a partir de minérios) (TOCCHETTO, 2005). Cumpre destacar que para a recuperação de metais é necessário que estes passem por tratamento térmico, ou seja, são suscetíveis a um processo mais complexo que os demais resíduos, pelo fato de alguns deles

serem voláteis à altas temperaturas, principalmente os metais pesados e estarem presentes dentro do resíduo denominado cinzas (TOCCHETTO, 2005).

Figura 5 - Quantidade gerada de resíduo Metal (kg) em seis unidade de negócio para produção de uma tonelada de papel de uso sanitário entre 2017 e 2019.



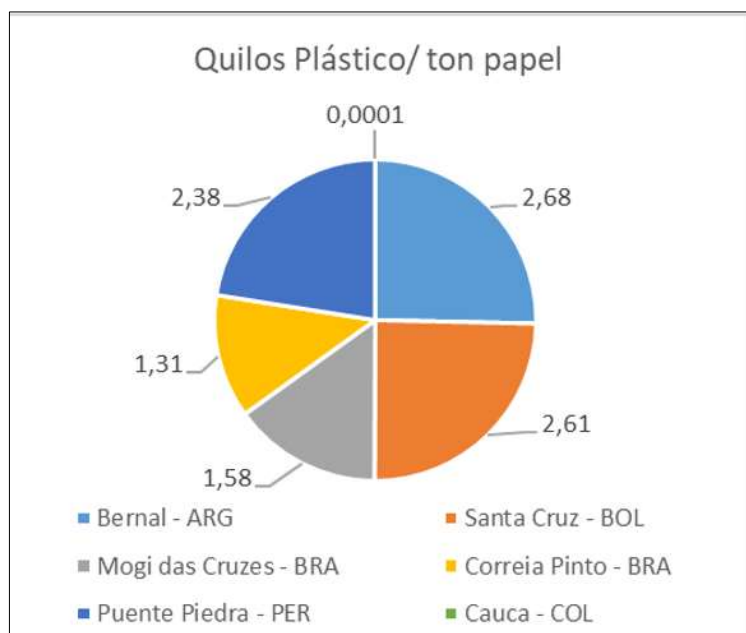
Fonte: Próprio autor com dados internos, 2017/2018/2019.

Os resíduos de plástico gerados em quilos por tonelada de papel produzida (TPP) ficaram assim distribuídas: em Bernal na Argentina com 2,68 kg/TPP, Santa Cruz na Bolívia com 2,61 kg/TPP, Puente Piedra no Peru com 2,38 kg/TPP, Mogi das Cruzes com 1,58 kg/TPP, Correia Pinto no Brasil com 1,31 kg/TPP e Cauca na Colômbia com 0,0001 kg/TPP conforme Figura 6. Ou seja, Bernal na Argentina gerou 25,36% de todo o resíduo de plástico gerado pela empresa, seguido de Santa Cruz na Bolívia com 24,71%, Puente Piedra no Peru com 22,5%, Mogi das Cruzes com 14,98%, Correia Pinto no Brasil com 12,45% e Cauca na Colômbia com 0,001%.

Na indústria de papel e celulose originam-se os chamados polímeros, também conhecidos como plásticos, que são destinados à reciclagem primária, que é categorizada como mecânica ou física que consiste na conversão dos resíduos plásticos da indústria em produtos com características equivalentes às dos produtos originais, podendo ser introduzidos novamente no processo fabril (SPINACÉ; PAOLI, 2005). Para o redirecionamento deste resíduo é de suma

importância saber identificá-los para facilitar a separação destes e o correto encaminhamento para a empresa de reciclagem (SPINACÉ; PAOLI, 2005).

Figura 6 - Quantidade gerada de resíduo Plástico (kg) em seis unidade de negócio para produção de uma tonelada de papel de uso sanitário entre 2017 e 2019.

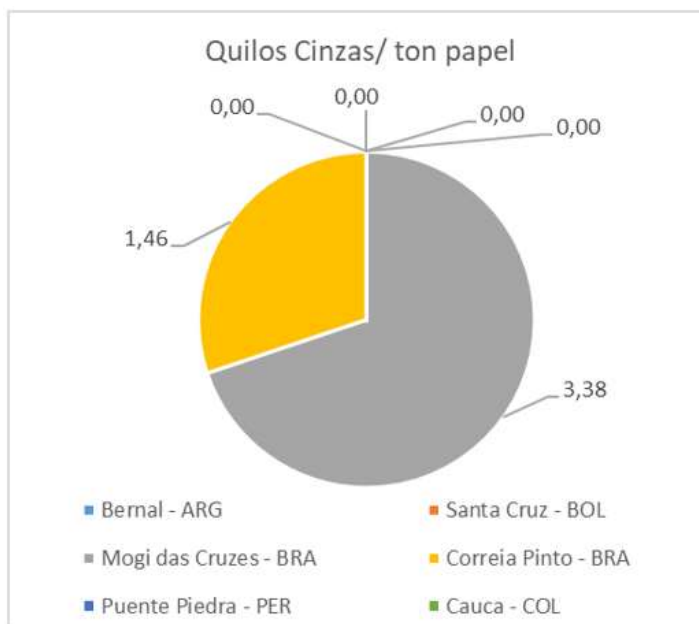


Fonte: Próprio autor com dados internos, 2017/2018/2019.

Os resíduos de cinzas gerados em quilos por tonelada de papel produzida (TPP) foram assim distribuídos: em Mogi das Cruzes com 3,38 kg/TPP e Correia Pinto no Brasil com 1,46 kg/TPP. As demais unidades de Bernal na Argentina, Santa Cruz na Bolívia, Puente Piedra no Peru e Cauca na Colômbia não geram e/ou não acompanham esse tipo de resíduo, conforme Figura 7. Mogi das Cruzes no Brasil gerou 70% de todo o resíduo de cinzas gerado pela empresa e Correia Pinto no Brasil gerou 30%.

Este resíduo encontra-se na categoria de agregados leves da produção e pode ser usado para gerar vários subprodutos industriais, denotando-se assim, o seu reaproveitamento como um grande benefício ambiental (PINTO, 2005). No caso da reciclagem para a produção das cinzas volantes o processo consome muito menos energia quando comparado com o da argila expandida, portanto, o benefício além de ser no âmbito ambiental, gera menor custo produtivo ao fabricante (PINTO, 2005).

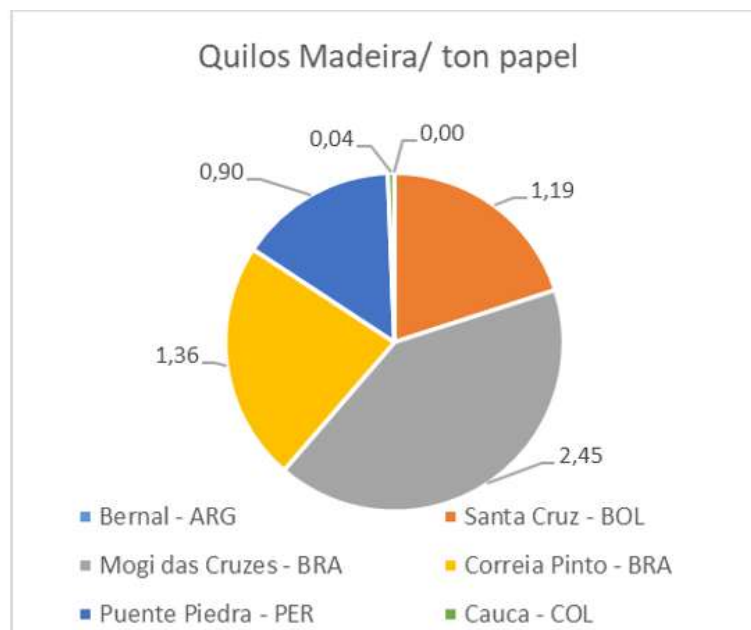
Figura 7 - Quantidade gerada de resíduo Cinzas (kg) em seis unidade de negócio para produção de uma tonelada de papel de uso sanitário entre 2017 e 2019.



Fonte: Próprio autor com dados internos, 2017/2018/2019.

Os resíduos de madeira gerados em quilos por tonelada de papel produzida (TPP) ficaram assim distribuídas: em Mogi das Cruzes com 2,45 kg/TPP, Correia Pinto no Brasil com 1,36 kg/TPP, Santa Cruz na Bolívia com 1,19 kg/TPP, Puente Piedra no Peru com 0,90 kg/TPP, Cauca na Colômbia com 0,04 kg/TPP e Bernal na Argentina com nenhuma geração, conforme Figura 8. Ou seja, Mogi das Cruzes no Brasil gerou 41,32% de todo o resíduo de madeira, seguido de Correia Pinto no Brasil com 22,92%, Santa Cruz na Bolívia com 20,01%, Puente Piedra no Peru com 15,14%, Cauca na Colômbia com 0,61%.

Figura 8 - Quantidade gerada de resíduo Madeira (kg) em seis unidade de negócio para produção de uma tonelada de papel de uso sanitário entre 2017 e 2019.



Fonte: Próprio autor com dados internos, 2017/2018/2019.

As diferenças encontradas nos tipos e quantidades de resíduos gerados entre as seis unidades estão relacionadas com o mix diferenciado de produtos fabricados em cada unidade e o tipo de matéria prima usadas no processo de fabricação.

Atualmente a geração de resíduos é inevitável e inerente ao processo produtivo e ao consumo humano. Em função disto, várias ações têm sido tomadas para minimizar os efeitos colaterais que ocorrem no meio ambiente. Uma destas é a implementação do conceito de Ecologia Industrial que visa prevenir a poluição pela redução da demanda de matérias primas e energia, assim como visa à diminuição da devolução de resíduos e poluentes à natureza, através da utilização de matérias primas e energia em ciclos fechados, com a recuperação de valores incorporados aos resíduos gerados (TEIXEIRA; CÉSAR, 2006). Oferecendo assim, ao resíduo industrial, uma nova inserção no processo industrial através de múltiplas ações possíveis (TEIXEIRA; CÉSAR, 2006). Assim, é primordial um bom gerenciamento dos resíduos da produção de papel de uso sanitário, especialmente monitorar os tipos e volumes gerados para auxiliar nas tomadas de decisão quanto ao descarte ambientalmente adequado conforme as legislações vigentes, no investimento de novas tecnologias para reaproveitamento dos resíduos ou na implementação de mudança nos processos internos e aos custos do transporte e descarte.

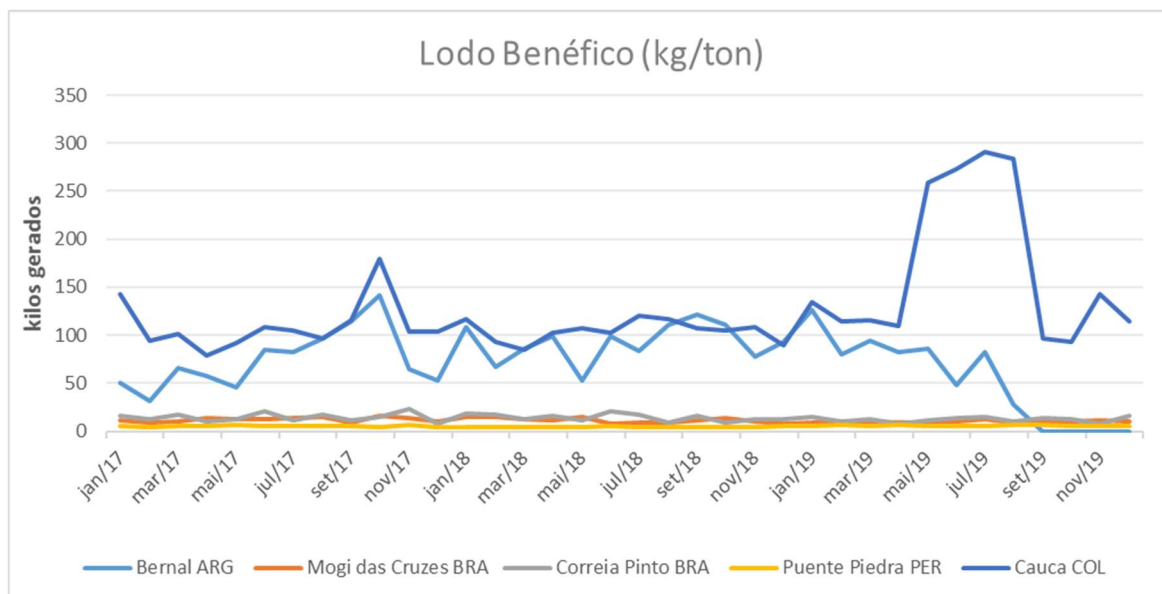
3.4.2 Distribuição temporal dos resíduos no período estudado

Todos os resíduos gerados entre o período de janeiro de 2017 a dezembro de 2019, estão representados na unidade quilos de resíduos gerados por tonelada de papel de uso sanitário produzido, nas seis unidades de negócio objetos desse estudo. As diferenças encontradas entre as quantidades e os tipos resíduos gerados nelas, estão relacionadas com o mix de produtos fabricados em cada uma, tendo como principais variáveis a composição da receita do papel fabricado (percentual de papel reciclado – aparas, mais percentual de celulose) e as diferentes gramaturas que são especificação dos diferentes tipos de produtos.

O resíduo sólido mais gerado entre as unidades foi o lodo que também apresentou a maior variação temporal, levando em consideração todas as unidades de negócio que produzem esse resíduo. Foram analisadas 180 amostras tendo como média 46,17 kg/TPP e desvio padrão (DP) de 56,36 kg/TPP, demonstrando alta variabilidade na geração do resíduo ao longo do tempo. Observando cada uma das unidades individualmente, a unidade de Cauca na Colômbia apresentou maior variação na geração de resíduos ao longo dos três anos analisados (média de 127,81 kg/TPP e DP 56,57 kg/ TPP), seguida de Bernal na Argentina (média de 72,97 kg/TPP e DP 36,87 kg/ TPP). Tanto as unidades situadas em Cauca quanto Bernal possuem a maior produção de mix de produtos de uso sanitário, por esse motivo apresentam maior variabilidade nas quantidades de lodo gerado ao longo dos anos. Por outro lado, a unidade de Correia Pinto no Brasil (média de 13,68 kg/ TPP e DP 3,79 kg/ TPP), seguida pelas unidades de Mogi das Cruzes no Brasil (média de 11,19 kg/ TPP e DP 2,28 kg/ TPP) e Puente Piedra no Peru (média de 5,19 kg/ TPP e DP 0,74 kg/ TPP), apresentaram o processo de geração de lodo mais estável ao longo do tempo (Figura 9).

O lodo benéfico tem sido utilizado para queima na caldeira de biomassa, devido a seu poder calorífico, utilizado como própria fonte geradora de energia na indústria através de recuperação do resíduo (AZEVEDO *et al.*, 2019). Neste processo são produzidos gases de poder calorífico satisfatório e as emissões resultantes da queima dos gases na atmosfera não são prejudiciais ao meio ambiente (TOCCHETTO, 2005).

Figura 9 - Variação temporal da produção de lodo benéfico entre 2017 e 2019 nas unidades de negócio que produziram esse tipo de resíduo.



Fonte: Próprio autor com dados internos, 2017/2018/2019.

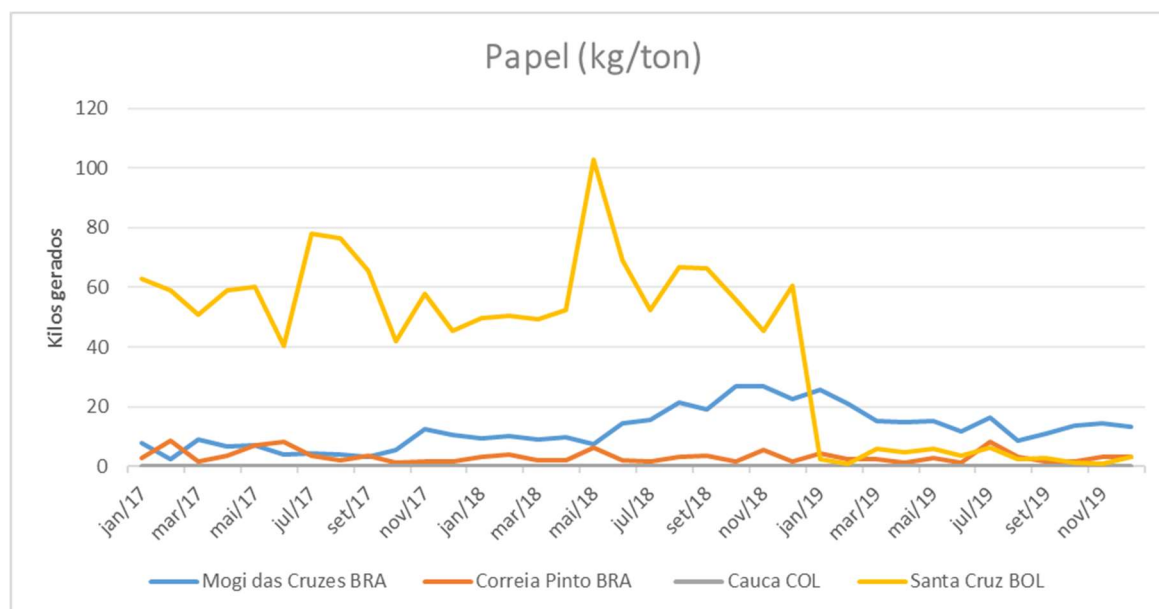
O resíduo de papel vem em seguida com grande variação em sua geração ao longo dos três anos (média de 14,10 kg/ TPP, DP de 21,74 kg/ TPP), demonstrando instabilidade no processo, numa amostragem de 144 dados, levando em consideração quatro unidades, pois ficaram de fora as unidades de Puente Piedra no Peru e Bernal na Argentina por não acompanharem esse indicador de geração de resíduo.

Ao observar cada uma das unidades individualmente a que sofreu maior variação temporal foi a unidade de Santa Cruz na Bolívia (média de 40,55 kg/TPP, DP 28,89 kg/ TPP). As demais unidades, como Mogi das Cruzes no Brasil (média de 12,52 kg/ TPP, DP 6,69 kg/ TPP), Correia Pinto no Brasil (média de 3,31kg/ TPP, DP 2,07kg/ TPP), finalizando com Cauca na Colômbia (média de 0,0014 kg/TPP, DP 0,002 kg/ TPP), apresentaram o processo de geração desse tipo de resíduos mais estável (Figura 10). Em outras palavras, a unidade de Santa Cruz na Bolívia apresentou maior a oscilação temporal na geração do resíduo plástico em 2017 e 2018, com queda do quantitativo gerado e estabilização das oscilações em 2019, provavelmente associado a implementação de alteração no processo de fabricação de papel, enquanto as demais unidades apresentaram o processo de geração estável ao longo dos anos analisados.

Além de ser uma prática economicamente interessante, a reciclagem de resíduos de papel nas indústrias auxilia na diminuição do consumo de recursos naturais não renováveis, bem como propicia o decréscimo de acúmulo desse resíduo em aterros sanitários. Estes podem também ser aplicados em áreas agrícolas ou florestais, resolvendo o problema da correção e

manutenção da fertilidade dos solos onde são aplicados, ou mesmo usados em outros processos industriais (SCHNEIDER; VON MÜHLEN, 2011).

Figura 10 - Variação temporal da produção do resíduo papel entre 2017 e 2019 nas unidades de negócio que produziram esse tipo de resíduo.



Fonte: Próprio autor com dados internos, 2017/2018/2019.

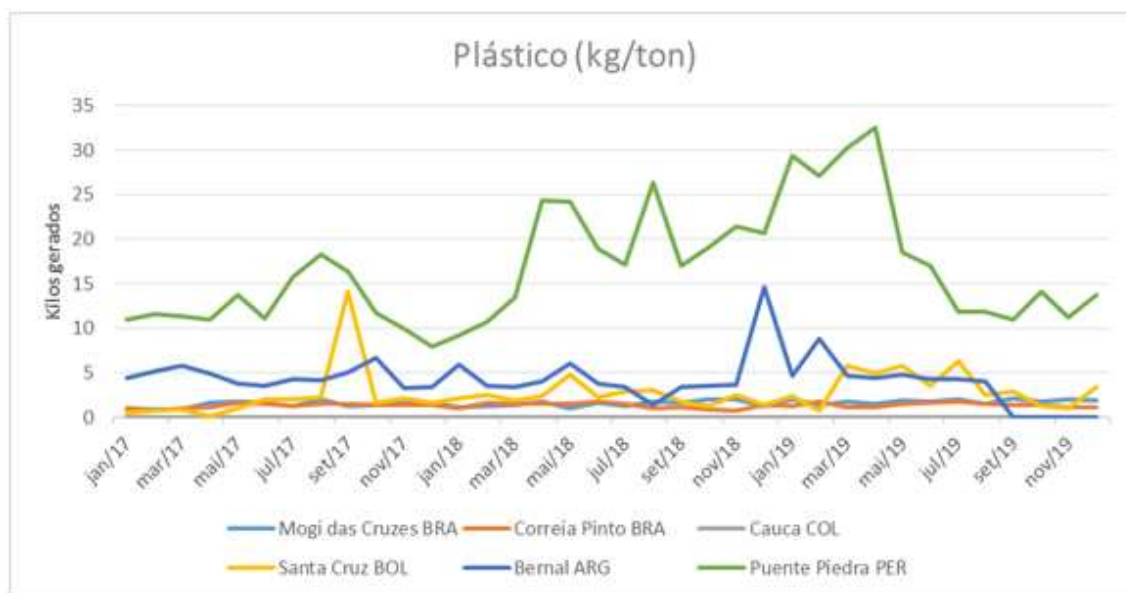
Os dados do presente estudo mostraram que a geração do resíduo plástico apresentou oscilações ao longo do tempo (média de 4,42kg/ TPP, DP 6,40 kg/ TPP), demonstrando instabilidade no processo de algumas unidades de negócio, ao analisar a amostragem de 216 dados, levando em consideração todas as seis unidades.

Ao observar cada uma das unidades individualmente, a que sofreu maior variação na geração do resíduo plástico foi a de Puente Piedra no Peru (16,68 kg/ TPP, DP 6,56 kg/ TPP), seguido de Bernal na Argentina (média de 4,19 kg/TPP, DP 2,57 kg/ TPP) e Santa Cruz na Bolívia (média de 2,72kg/ TPP, DP 2,46 kg/TPP). As unidades do Brasil e Colômbia apresentaram maior estabilidade na geração desse tipo de resíduo, sendo que Mogi das Cruzes apresentou desvio padrão de 0,36 kg/ TPP e média de 1,57 kg/TPP, Correia Pinto com 0,27 kg/ TPP e média de 1,32 kg/ TPP, por fim Cauca na Colômbia com 0,00004 kg/TPP e média de 0,0001kg/ TPP (Figura 11).

A estabilidade na geração desse resíduo parece associado a reciclagem dele no processo produtivo. A inserção do plástico reciclado em produtos oferecidos ao consumidor contribui de maneira significativa na redução no consumo geral dos plásticos virgens. Apesar das dificuldades encontradas para a introdução desse tipo de item, cada dia mais, a sustentabilidade

tem elevado a procura por materiais oriundos de reciclagem. O uso de processos alternativos como super limpeza, pirólise e reciclagem química fazem-se necessários para agregar maior valor a resina reciclada, abrindo espaço por meio de novas tecnologias e produtos (SANTOS *et al.*, 2004).

Figura 11 - Variação temporal da produção do resíduo plástico entre 2017 e 2019 nas unidades de negócio que produziram esse tipo de resíduo.

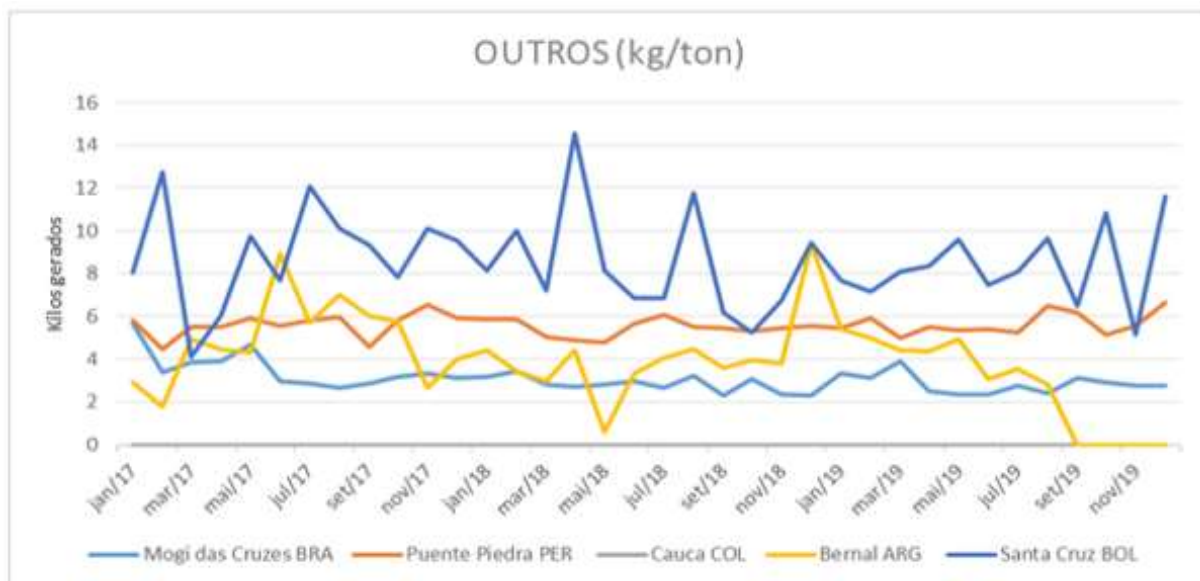


Fonte: Próprio autor com dados internos, 2017/2018/2019.

Ao analisar os resíduos chamados de Outros (compostos por orgânicos, varrição, pó de celulose, sanitário - banheiros, caixa de gordura, fossa séptica) foi encontrado uma média de 4,23 kg/ TPP e um DP de 3,18 kg/ TPP, demonstrando instabilidade no processo em algumas unidades, com amostragem de 180 dados, levando em consideração cinco unidades, ficando de fora a de Correia Pinto.

A unidade de Santa Cruz na Bolívia apresentou a maior variação temporal na geração desse tipo de resíduo (média de 8,57 kg/TPP, DP 2,26 kg/ TPP), seguida de Bernal na Argentina (média de 3,90 kg/ TPP, DP 2,18 kg/ TPP). As demais, Mogi das Cruzes no Brasil (média de 3,08 kg/ TPP, DP 0,68 kg/ TPP), Ponte Piedra no Peru (média de 5,58 kg/ TPP, DP 0,51 kg/ TPP) e Cauca na Colômbia (média de 0,0001kg/TPP, DP 0,0001 kg/ TPP) possuem uma geração mais estável desse tipo de resíduo (Figura 12). Os resultados encontrados possivelmente são explicados pelo fluxo de pessoas em cada unidade de negócio durante o período analisado.

Figura 12 – Variação temporal da produção do resíduo outros entre 2017 e 2019 nas unidades de negócio que produziram esse tipo de resíduo.



Fonte: Próprio autor com dados internos, 2017/2018/2019.

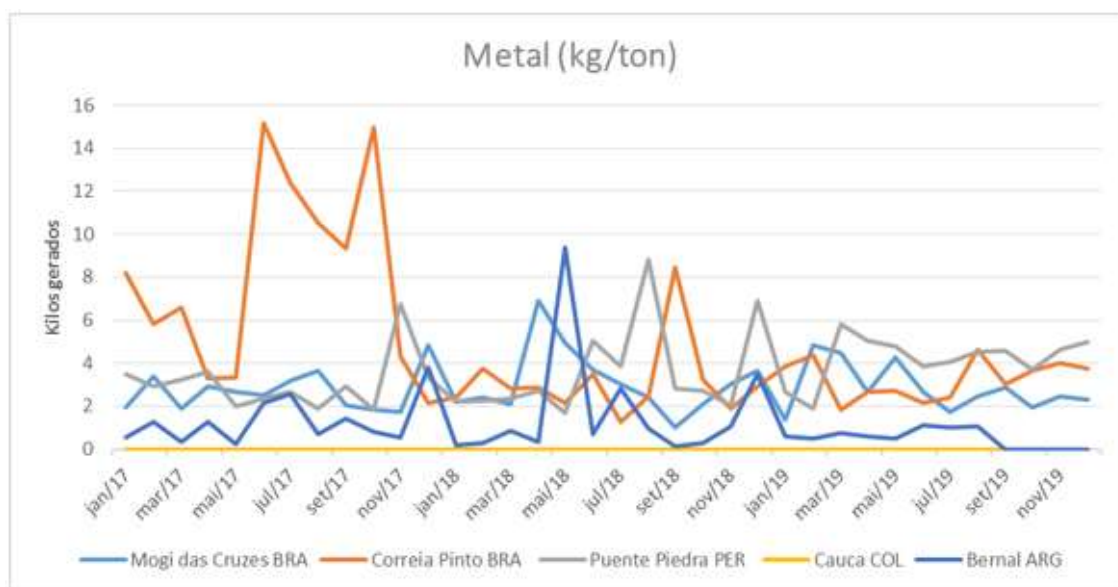
A geração de resíduos de metal apresentou grandes oscilações na maioria das unidades de negócio analisadas (média de 2,50 kg/ TPP, DP de 2,62 kg/ TPP), ao analisar uma amostra com 180 dados, levando em consideração cinco unidades, ficando de fora a unidade de Santa Cruz na Bolívia.

Observando cada uma das unidades individualmente, a que sofreu maior variação na geração de metal no processo de fabricação de papel de uso sanitário ao longo de três anos foi a unidade de Correia Pinto no Brasil (média de 4,80 kg/ TPP, DP 3,61 kg/ TPP), seguida de Bernal na Argentina (média de 1,17 kg/ TPP, DP 1,69 kg/ TPP), Puente Piedra no Peru (média de 3,64 kg/ TPP, DP 1,63 kg/ TPP) e Mogi das Cruzes (média de 2,90 kg/ TPP, DP 1,21 kg/ TPP). Por outro lado, Cauca na Bolívia não apresentou oscilações ao longo dos três anos analisados (média de 0,0001 kg/ TPP, DP 0,0001 kg/ TPP), sendo a unidade com o processo de geração do resíduo de metal mais estável (Figura 13).

Demasiados resíduos gerados pelo setor metalmeccânico da indústria de papel requerem cautela quanto ao tratamento e disposição final destes, devido à presença de metais pesados. Diversas opções de gerenciamento fazem-se disponíveis como o reuso, reciclagem, tratamento físico-químico, biológico, *landfill*, incineração, dentre outros, visando sempre maiores benefícios ao meio ambiente (TOCCHETTO, 2005). Através da recuperação pode-se reaver frações ou algumas substâncias que possam ser aproveitadas no processo produtivo, salientando que os sais e óxidos dos metais são utilizados em indústrias de refratários, em pigmentos, em

tintas para pisos e vasos, em cerâmicas, além de indústrias químicas em geral (TOCCHETTO, 2005).

Figura 13 – Variação temporal da produção do resíduo metal entre 2017 e 2019 nas unidades de negócio que produziram esse tipo de resíduo.



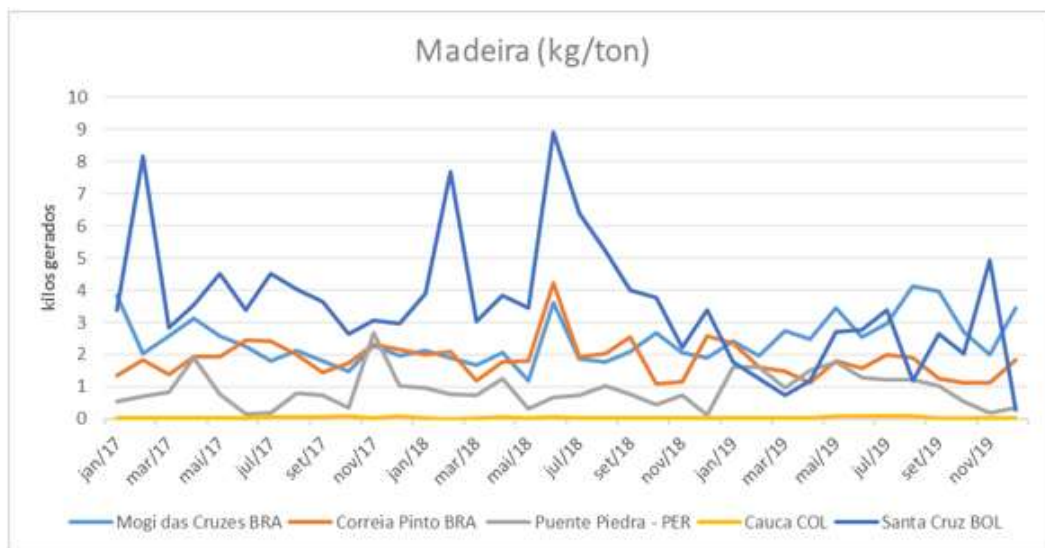
Fonte: Próprio autor com dados internos, 2017/2018/2019.

O resíduo madeira gerado no processo de fabricação de papel sanitário apresentou variações ao longo dos três anos analisados (média de 1,75 kg/TPP, DP 1,56 kg/ TPP), demonstrando instabilidade quanto ao tipo e características do papel produzido de algumas unidades, com amostragem de 180 dados, levando em consideração cinco unidades, ficando de fora a unidade de Bernal na Argentina. Observando cada uma delas individualmente a que sofreu maior variação foi a de Santa Cruz na Bolívia (média de 3,54 kg/ TPP, DP 1,92 kg/ TPP), seguida pelas unidades de Mogi das Cruzes no Brasil (média de 2,43 kg/TPP, DP 0,72 kg/ TPP), Correia Pinto no Brasil (média de 1,85 kg/ TPP, DP de 0,60 kg/ TPP), Puente Piedra no Peru (média de 0,90 kg/ TPP, DP 0,55 kg/ TPP) e Cauca na Bolívia (média de 0,040 kg/TPP, DP 0,022 kg/ TPP), sendo esta unidade com o processo de geração mais estável (Figura 14). Todas as unidades de negócio, exceto Cauca na Bolívia, apresentaram flutuação na geração de resíduos de madeira ao longo dos anos analisados

Apesar das variações na geração do resíduo madeira na fabricação de papel de uso sanitário, no geral, as unidades seguem o preceito da Ecologia Industrial, aproveitando o resíduo, neste caso, a madeira, como insumo em outro processo, constituindo um circuito

fechado de aproveitamento, resultando em um decréscimo da demanda de recursos naturais e também na redução de resíduos (TEIXEIRA; CÉSAR, 2006).

Figura 14 – Variação temporal da produção do resíduo madeira entre 2017 e 2019 nas unidades de negócio que produziram esse tipo de resíduo.

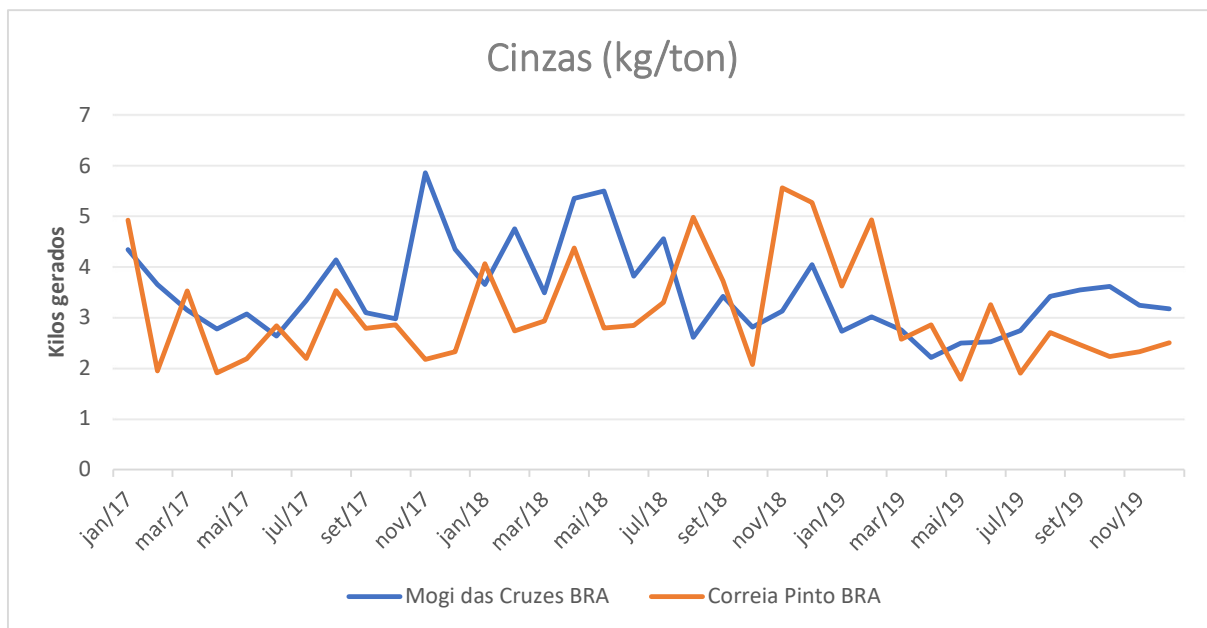


Fonte: Próprio autor com dados internos, 2017/2018/2019.

Quanto ao resíduo cinza, somente registrado e monitorado pelas unidades situadas no Brasil, foi observado pequena variação nos dados de geração dos resíduos (média de 3,29 kg/TPP, DP 0,98/TPP), que no geral demonstram estabilidade no processo de geração de tais resíduos ao longo dos anos. A unidade de Correia Pinto no Brasil apresentou produção média de 3,08 kg/TPP de resíduo de cinza e desvio padrão 1,04 kg/TPP, resultado similar a de Mogi das Cruzes com média de 3,50 kg/TPP e desvio padrão de 0,88 kg/TPP (Figura 15). Ressalta-se que as maiores oscilações foram observadas em 2018 e começo de 2019.

No Brasil o mercado de produção de papel e celulose mostra-se em grande expansão especialmente nos últimos anos, tendo em consequência a geração de resíduos, dentre eles as cinzas da caldeira resultantes da queima de biomassa oriundas do processo. Esta possui em sua composição compostos orgânicos e inorgânicos que podem ser redirecionados ao tratamento e melhoria em unidades e solos deficientes de nutrientes devido aos seus efeitos benéficos (SILVA *et al.*, 2009).

Figura 15 – Variação temporal da produção do resíduo cinza entre 2017 e 2019 nas unidades de negócio que produziram esse tipo de resíduo.



Fonte: Próprio autor com dados internos, 2017/2018/2019.

Em resumo, os resíduos sólidos com maior variação ao longo dos três anos analisados foi o lodo, seguido do papel, plástico, outros, madeira e metal. E observando as unidades de negócio individualmente, a unidade que apresentou as maiores variações temporais na geração de resíduos foi Bernal na Argentina, seguido de Mogi das Cruzes no Brasil, Santa Cruz na Bolívia, Puente Piedra no Peru, Cauca na Colômbia e Correia Pinto no Brasil. Desta forma é possível inferir que o resíduo sólido com maior estabilidade na geração foi o metal e a unidade com a menor variação temporal na geração de resíduos foi Correia Pinto no Brasil.

3.4.3 Parâmetros de controle ambiental vinculados ao descarte dos resíduos

Quanto aos parâmetros de controle ambiental referentes ao descarte e práticas adotadas para a destinação final de resíduos industriais nas unidades produtoras de papel de uso sanitário foi levantado que estes tem sido encaminhados à diversas empresas especializadas e certificadas conforme os critérios dos órgãos ambientais nacionais e internacionais, notabilizando que estas passam por minuciosa avaliação interna, incluindo a verificação dos registros necessários para a execução do serviço prestado. As informações descritas abaixo foram obtidas por meio verificações de formulários internos das empresas que auxiliam nessa validação.

Dentre as empresas selecionadas para dar a destinação dos resíduos, pode-se citar aquelas que atuam nos seguimentos de reciclagem/recuperação, processador/refinador de óleo

usado, instalação de destinação universal de resíduos, aterro sanitário de resíduos perigosos e não-perigosos, instalação de armazenamento, descarte ou tratamento, entre outros.

As unidades de fabricação de papel analisadas, acompanham e solicitam alguns documentos às empresas prestadoras de serviço e responsáveis pela destinação final dos resíduos gerados na produção de papel de uso sanitário.

Inicialmente aplica-se um questionário de perquirição, elaborado conforme estabelecido no SGA, através de uma visita in loco, para que se faça a correta avaliação, determinando assim, se a prestadora de serviços se encaixa nas diretrizes exigidas para receber os resíduos gerados na produção do papel de uso sanitário. É válido ressaltar que a visita é realizada por um profissional devidamente treinado e capacitado, e tem por objetivo verificar toda a documentação necessária, inspeção e aferição da real situação do local. Dentre as informações básicas da empresa solicitadas estão: nome da unidade de negócio, endereço da instalação, representante da instalação/cargo, número de telefone para contato, data na qual a operação iniciou na localização atual, propriedade possuída/alugada, ocupante anterior do local e número de ID EPA / número do cadastro no órgão ambiental, porém, este último não é aplicado nas unidades do Brasil, somente nas demais unidades objetos deste estudo.

Após identificado o nicho que a empresa trabalha, lista-se os tipos de resíduos oriundos da unidade produtora de papel *tissue* que serão encaminhados à esta, conforme sua capacidade mensal de recebimento de processamento. Frisando que, se o auditado não permanecer como destino, deverá ser informado e detalhado o próximo destino ao qual será enviado o resíduo.

No quesito de conformidade legal para condicionantes de licença de operação são avaliados o cadastro da prestadora de serviço de recebimentos dos resíduos no órgão ambiental (IBAMA no Brasil), alvará da Prefeitura e Corpo de Bombeiros, licença da Polícia Federal e Ministério do Exército, Certificado de Anotação de Função Técnica, licença de operação para transporte, licença ambiental de operação e outorga. Sendo estes referentes à um período de três anos retroativos da data atual, pormenorizando quais órgãos efetuaram fiscalização, frequência e datas. Bem como, caso tenha ocorrido alguma violação às normas impostas pelos órgãos regulamentadores, lista-se o total de penalidades nesse período, salientando se estas foram resolvidas, e caso seja negativo, elencando-se as correções pendentes, não resolvidas ou incompletas devido a diferenças nas interpretações legais que levam a notificações de violação, tal qual para ordens de consentimento ou ordens judiciais pendentes.

Ainda avaliam-se outros fatores como a área total da instalação, quantidade de hectares que estão ativamente envolvidos em atividades de tratamento de resíduos, a topografia (configuração da bacia ou declive), o zoneamento das instalações, as reclamações durante o

período de 3 anos e medidas corretivas para estas caso tenham ocorrido, a identificação do uso da terra e ocupantes adjacentes (descrevendo direção e distância destes à instalação). Também se há residências próximas às instalações e distância, se houve algum derramamento/lançamento de materiais perigosos, incêndios ou explosões na história da propriedade da instalação – em caso afirmativo, descrevemos o(s) incidente(s), incluindo: causa, atividades de remediação, métodos para prevenir a recorrência, envolvimento da agência e custo restante de remediação, e se foram determinados e implementados, de maneira eficaz com métodos para evitar a recorrência.

Quanto à configuração ambiental, avalia-se sobre as águas subterrâneas e solo: a ocorrência de contaminação como resultado de atividades da instalação (caso positivas enumera-se os meios afetados como água, solo, águas subterrâneas), contaminantes detectados e extensão e se foi proposto ou iniciado um programa de investigação/ação corretiva para contaminação do solo/água subterrânea na instalação, caso instalado um programa, avalia-se o status da investigação/limpeza, custos e valores de remediação estimados, abrangência e gravidade da contaminação; se há um programa de monitoramento de águas subterrâneas na instalação (se sim, é detalhado com data de início, propósito do programa verificando conformidade ou detecção), órgãos envolvidos, zonas monitoradas (aquíferos rasos ou fundos), número total de poços/zona, frequência de monitoramento, e parâmetros monitorados.

Referente à águas superficiais: verifica-se se a instalação está localizada dentro de uma planície de inundação de 100 anos e se passou por enchente fornecendo detalhes caso afirmativo; se a água pluvial que cai em partes ativas da unidade é coletada, descrevendo o procedimento de coleta e descarte em caso afirmativo, citando também quaisquer produtos químicos associados com a partes ativas da unidade a partir dos quais a água pluvial não é coletada e observe onde é provável que o escoamento seja drenado.

Referente ao ar: se há emissões atmosféricas visíveis na instalação; se há odores perceptíveis dentro ou fora da instalação; se a instalação manuseia quaisquer produtos químicos que representem uma ameaça de explosão ou liberação súbita de gás tóxico (por exemplo, cloro, oxigênio, hidrogênio, propano, cianeto); se há monitoramento de emissão de gases e se este atende os parâmetros exigidos.

No quesito sobre aceitação, recebimento e transferência de resíduos são avaliados os seguintes itens na análise de resíduos: se a instalação possui um plano de análise de resíduos, verificando os parâmetros para os quais cada resíduo perigoso ou resíduo não-perigoso será analisado e a justificativa para a seleção desses parâmetros, os métodos de ensaio que serão utilizados para testar os parâmetros, os métodos de amostragem que serão utilizados para obter

uma espécime representativa dos resíduos a serem analisados. Além da frequência de amostragem com a qual a análise inicial dos resíduos será revisada ou repetida para garantir que seja precisa e atualizada e os procedimentos para retenção de resultados; qual a metodologia adotada caso a inspeção dos resíduos recebidos não corresponda à descrição dos resíduos no manifesto.

No recebimento de resíduos e manutenção de registros são avaliados: se a instalação mantém registros de operação por escrito (fontes de resíduos recebidos, descrições e quantidades de resíduos, métodos/datas de armazenamento, tratamento, reciclagem, descarte, inventário de resíduos, registros analíticos, relatório/resumo de qualquer incidente que requeira implementação do plano de contingência, registros e resultados de inspeções).

No manuseio, transferência e armazenamento: no armazenamento temporário de resíduos, tratamento ou descarte mantêm-se base impermeável, contenção (bermas, diques, fossa), área cobertura, restrição de acesso, identificação, compatibilidade; descreve-se minuciosamente as operações de manuseio e transferência de resíduos que ocorrem na instalação; faz-se uma análise criteriosa sobre as condições dos recipientes, tanques, tubulação, armazenamento ou contenção utilizados.

Na verificação geral de operação da empresa são avaliados os seguintes critérios: cronograma de inspeção/auditoria; registro de inspeção; segurança e restrição de acesso da instalação; a ordem e a limpeza geral da instalação; existência de um planejamento de contingência/emergência; procedimento para operações de resíduos perigosos e atendimento a emergências; gerenciamento e fornecimento de treinamento aos funcionários.

Após o devido preenchimento do questionário, encaminha-se uma cópia ao gerente regional da unidade produtora de papel, que juntamente com os profissionais responsáveis irão analisar este e considerar a possibilidade de encaminhamento dos resíduos à empresa avaliada.

No Quadro 4 foi apresentada a síntese dos parâmetros ambientais solicitados as empresas prestadoras do serviço de descarte de resíduos gerados pela empresa durante a fabricação de papel de uso sanitário aplicados em todas as unidades objetos deste estudo.

Quadro 4 - Síntese dos parâmetros ambientais vinculados ao descarte aplicados pelas empresas produtoras às empresas processadoras de resíduos aplicados em todas as unidades objetos deste estudo

Documentação ou quesito avaliado	Motivo de solicitação ou Importância da avaliação
Informações básicas de cadastro	Certifica a existência física e documental da empresa
Cadastro no órgão ambiental (IBAMA no caso do Brasil)	Garante que a empresa atende às exigências da legislação imposta pelo órgão ambiental no Brasil

Alvará da Prefeitura e Corpo de Bombeiros	Garante que a empresa atende às exigências da legislação e possui todos os registros burocráticos pertinentes
Licença Polícia Federal e Ministério do Exército	Garante que a empresa atende às exigências da legislação e possui todos os registros burocráticos pertinentes
Certificado de Anotação de Função Técnica	Garante que existe viabilidade para execução de função
Licença de operação para transporte	Garante que a empresa se enquadra nos padrões para operar com a função
Licença ambiental de operação	Garante que a empresa atende às exigências da legislação ambiental para operar em determinada atividade
Avaliação da área de instalação	Garante que a área territorial descrita nos documentos apresentados é realmente utilizada para o tratamento de resíduos de maneira ativa e que esta não causa nenhum dano aos arredores de sua instalação em função de estar estabelecida naquele determinado local
Avaliação ambiental	Garante que a empresa atende às normativas referentes ao manejo de resíduos sem prejudicar o meio ambiente (solos e águas) e a atmosfera.
Avaliação sobre aceitação, recebimento e transferência de resíduos	Garante que a empresa pode comportar e processar o tipo e quantidade de resíduo que será enviado à ela mantendo os padrões socioambientais exigidos.
Avaliação do manuseio, transferência e armazenamento	Garante que os métodos utilizados pela empresa para acondicionar e manejar os resíduos recebidos está dentro das normas estipuladas pelos órgãos competentes.
Avaliação geral de operação da empresa	Garante a qualidade de gerenciamento e cuidados com a segurança patrimonial.

Fonte: Próprio autor com dados internos, 2019.

3.4.4 Destinação final e Receita do Resíduo gerado

Quanto à destinação final dos resíduos gerados no processo de fabricação de papel de uso sanitário, neste estudo teve-se acesso aos dados das unidades de negócio situadas apenas no Brasil. Através de dados internos obtidos das duas unidades de negócio brasileiras, observou-se que o lodo teve como destino final a compostagem ou aterro sanitário ou o seu uso benéfico (combustível caldeira de biomassa) e as cinzas foram destinadas a compostagem ou aterro sanitário. Os demais resíduos compostos por madeira, plástico, papel e metal foram totalmente reutilizados. Enquanto os chamados de “outros” devido a sua composição variada tiveram destino distinto, porém conforme prevê a legislação brasileira vigente.

O resíduo lodo - uso benéfico na unidade de Correia Pinto é oriundo das fibras de papel que são provenientes da máquina de papel e do lodo residual da estação de tratamento de água (ETA). Este resíduo passa por processo de separação de líquido e sólido na estação de tratamento de efluentes (ETE) da empresa e é destinado à queima em caldeira de biomassa para recuperação de energia. Na unidade de Mogi das Cruzes este é oriundo do lodo residual da estação de tratamento de águas e posteriormente processado na estação de tratamento de efluentes, sendo destinado a parte sólida à compostagem e elaboração de adubo, e quando não é possível é destinado ao aterro sanitário. Cumpre destacar que na unidade de Correia Pinto todo o lodo produzido tem como destino o uso benéfico, assim é zero a quantidade desse tipo de resíduo encaminhado ao aterro sanitário.

Vale ressaltar que o lodo das fábricas de papel, nos países industrializados do mundo, é o resíduo gerado em maior quantidade e possui diversos produtos químicos, tornando-os um perigoso contaminante ao meio ambiente e um problema para a indústria (SURIYANARAYANAN *et al.*, 2010). No entanto, os estudos têm mostrado que o lodo da fábrica de papel pode ser usado na compostagem, como fonte de combustível ou energia em caldeiras e com potencial uso na agricultura para correção do solo (SIMÃO *et al.*, 2018; SURIYANARAYANAN *et al.*, 2010).

Na unidade de Correia Pinto o resíduo metal é derivado de containers, tambores e recipientes metálicos de diversos tamanhos e capacidade volumétrica, sendo que esta varia de menores que 25 litros até alguns com capacidade para 199 litros. Estes são destinados à descontaminação e posterior reciclagem. Pode-se incluir nesta categoria o aço, aço inox, arame e ferro que são destinados diretamente à reciclagem. Na unidade de Mogi das Cruzes este resíduo também é derivado de containers, tambores e recipientes metálicos de diversos tamanhos e capacidade volumétrica, sendo que esta varia de menores que 25 litros até alguns com capacidade para 199 litros. Estes são destinados à co-processamento e geração de energia para cimenteiras. Já o aço, aço inox, arame e ferro que são destinados diretamente à reciclagem.

O resíduo plástico reciclado na unidade de Correia Pinto é derivado de tubetes de embalagens, plástico rígido policloreto de vinila, polietileno, polipropileno e outros, copos descartáveis utilizados no refeitório ou escritórios, plástico flexível misto, sendo estes destinados somente à reciclagem. Containers e tambores plásticos são derivados de embalagens e transbordo de produtos líquidos e químicos, sendo eles destinados à co-processamento ou logística reversa conforme sua especificação de tamanho. Os containers plásticos com capacidade volumétrica inferior a 25 litros seguem para co-processamento, os de 26 a 99 litros seguem para logística reversa. Os tambores plásticos seguem a mesma linha de

encaminhamento. Na unidade de Mogi das Cruzes este resíduo é oriundo de containers e tambores plásticos que são derivados de embalagens e transbordo de produtos líquidos e químicos, destinados à co-processamento e geração de energia para cimenteira. Já plásticos rígidos e flexíveis mistos, plástico polipropileno branco e colorido, plástico filme de polietileno que são destinados à reciclagem.

O resíduo papel reciclado na unidade de Correia Pinto é oriundo de papelão e papel *kraft*, tubetes de jumbo rolo, sendo estes destinados à reciclagem; e da celulose e do produto acabado que retornam ao processo. Na unidade de Mogi das Cruzes, este origina-se também de papelão e papel *kraft*, os quais seguem para a reciclagem e de tubetes de jumbo rolo que são encaminhados para reutilização na unidade de Correia Pinto e do produto acabado que se destina à reutilização ou reciclagem.

O resíduo madeira na unidade de Mogi das Cruzes é oriundo de pallets de madeira e tem como destino a reciclagem, transformando-o em cavacos de madeira. Já na unidade de Correia Pinto, origina-se de pallets de madeira, caixas e outras estruturas constituídas deste componente, tendo como destino incineração e reciclagem.

O resíduo cinza é destinado a compostagem ou aterro sanitário e resíduo “outros” não se obteve dados internos sobre a sua geração para análise e descrição.

Os resultados referentes a destinação final dos resíduos da indústria de papel de uso sanitário encontrados no presente estudo vão de encontro a aqueles reportados para outras fábricas de papel e celulose. Uma revisão de literatura sobre gerenciamento e destinação adequada de resíduos mostrou que o setor está se aproximando da meta de 'desperdício zero', que pode ser alcançada principalmente reduzindo a geração de resíduos e incentivando a reciclagem interna, o que é uma situação desejável, considerando o conceito de produção mais limpa (SIMÃO *et al.*, 2018). Segundo esses autores, os resíduos podem ser transformados em subprodutos e depois enviados para agências de reciclagem externas, os quais podem ser utilizados na agricultura, construção, energia e tecnologia ambiental. Por exemplo, o lodo (primário e secundário) que é o resíduo gerado em maior quantidade pode ter aplicações na agricultura, construção e uso de energia (SIMÃO *et al.*, 2018). Porém vale ressaltar que várias limitações interferem no uso desses resíduos, destacando questões tecnológicas, sociais, políticas e até burocráticas, assim novas políticas governamentais poderiam incentivar a reciclagem desses materiais para mudar o atual cenário (SIMÃO *et al.*, 2018).

As receitas e despesas oriundas do redirecionamento final de todo o montante de resíduos produzidos ao longo de três anos nas unidades fabris do Brasil – Correia Pinto e Mogi das Cruzes, estão descritas no Quadro 5. A partir da análise deste dados, observou-se que a

unidade de Mogi das Cruzes obteve um valor maior de receitas e despesas quando comparada à Correia Pinto (Quadro 5).

Quadro 5 – Destinação final, receitas e despesas oriundas do redirecionamento de resíduos nas unidades do Brasil - Correia Pinto e Mogi das Cruzes no período de janeiro de 2017 a dezembro de 2019.

Brasil					
		Mogi das Cruzes		Correia Pinto	
Tipo de Resíduo	Destino	Receita (\$)	Custo com descarte/ transporte (\$)	Receita (\$)	Custo com descarte/ transporte (\$)
Cinzas	Compostagem	0,00	NA	0,00	NA
Cinzas	Aterro Sanitário	0,00			
Madeira	Reciclado	18.857,76	19.007,99	11.114,32	NA
Papel	Reciclado	4.056.687,80	NA	160.519,38	NA
Lodo	Compostagem/Aterro Sanitário	NA	774.123,72	NA	NA
Lodo	Uso benéfico	NA	NA	NA	331.682,10
Plástico	Reciclado	1.200.215,06	NA	291.309,16	NA
Metal	Reciclado	859.845,78	NA	252.882,29	NA
Outros	Aterro Sanitário/Compostagem/Reciclado/Uso benéfico	1.285,00	613.597,66	0,00	243.573,91
Total		6.136.891,40	1.406.729,37	555.305,77	575.256,01

Fonte: Próprio autor com dados internos, 2017/2018/2019.

*NA: Não aplicável

**Valores nulos referem-se a dados não contabilizados pela unidade produtora para o resíduo gerado ou esta não obteve receita/despesa

Perante a análise individual dos resíduos observa-se que o papel reciclado em Mogi das Cruzes foi o que mais se destacou no quesito receita, acarretando um montante de R\$4.056.687,80. Já em Correia Pinto o plástico reciclado foi o resíduo que obteve maior destaque na obtenção de receita atrelada ao gerenciamento dos resíduos, gerando um montante em reais de R\$291.309,16. No geral, ao analisar as despesas para o descarte ambientalmente adequado dos resíduos industriais gerados na produção de papel de uso sanitário e as receitas obtidas com a aplicação dos conceitos da sustentabilidade (redução, reaproveitamento e reciclagem) evidenciou-se que é possível reduzir os custos econômicos atrelados ao gerenciamento adequado dos resíduos.

Em termos de receita fabril, a unidade de Mogi das Cruzes se destacou pelo mix de produção. A quantidade de papel de uso sanitário produzida foi maior, consequentemente a geração de resíduos e receitas difere da unidade de Correia Pinto. Por exemplo, a variedade de tipos de produtos com diferentes embalagens (plástico) que são testados e quando aprovados são direcionados para o mercado. Essa quantidade maior de testes, muitas vezes, vira descarte até ser gerado uma especificação e ajuste de processo definido para este novo produto. A explicação basicamente justifica receita e descarte maiores na Unidade de Mogi das Cruzes se comparada a Unidade de Correia Pinto. Embora a tecnologia esteja presente nesta multinacional, a busca pela inovação constante traz custos altos em desperdícios que se tornam resíduos que são aproveitados na receita da maioria dos produtos efetivados pela unidade fabril.

No geral, os dados evidenciaram que houve uma redução do percentual de resíduos industriais cujo destino final foi o aterro sanitário entre os anos de 2017 e 2019, em ambas as unidades do Brasil, mas especialmente na unidade de Correia Pinto que apresentou um decréscimo significativo chegando a índice zero no ano de 2019, destacando-se no gerenciamento de seus resíduos (Quadro 6).

Quadro 6 - Percentual do montante total de resíduos produzidos nas unidades do Brasil – Mogi das cruze e Correia Pinto entre os anos de 2017 e 2019 destinados à aterro sanitário.

Ano	Mogi das Cruzes	Correia Pinto
2017	7,30%	8,70%
2018	5,00%	0,20%
2019	5,40%	0,00%

Fonte: Próprio autor com dados internos, 2017/2018/2019.

3.5 CONCLUSÃO

No geral, este artigo trouxe dados importantes sobre a quantidade e os tipos de resíduos gerados pela indústria de papel de uso sanitário, dados que ainda são escassos na literatura científica, especialmente para a América do Sul. Além disso, a identificação dos resíduos trouxe um contexto amplo bem caracterizado para cada unidade e os tipos de resíduos gerados com suas respectivas quantidades por tonelada de papel produzida, com destaque para os resíduos de lodo, papel, outros (orgânicos, varrição, pó de celulose, sanitário - banheiros, caixa de gordura, fossa séptica), metal, plástico, cinzas e madeira, gerados em maior quantidade. Apesar da limitação na obtenção de dados sobre a forma de descarte dos resíduos em todas as seis unidades, nas duas unidades do Brasil foram encontrados um resultado promissor na reciclagem e reaproveitamento dos resíduos industriais, chegando próximo a zero os resíduos enviados ao aterro sanitário nos últimos anos, possivelmente devido as exigências previstas na ISO e legislação ambiental brasileira, além das iniciativas na indústria para a reciclagem e reaproveitamento dos resíduos industriais.

3.6 REFERÊNCIAS

ABNT, Associação Brasileira De Normas Técnicas. **NBR 8843: Sistemas da gestão ambiental– Gerenciamento de resíduos sólidos**. São Paulo, 2015.

ANTONOV, P.; SELLITTO, M. A. Avaliação de desempenho ambiental: estudo de caso na indústria papeleira. **Produção Online**, v. 11, n. 4, p. 1059-1085, 2011.

AZEVEDO, A. R.G. de; ALEXANDRE, J.; XAVIER, G. C.; PEDROTI, L. G. Recycling paper industry effluent sludge for use in mortars: a sustainability perspective. **Journal of Cleaner Production**, [s.l.], v. 192, p. 335-346, ago. 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.05.011>.

AZEVEDO, A. R.G.; ALEXANDRE, J.; PESSANHA, L. S. P.; MANHÃES, R. da S.T.; BRITO, J. de; MARVILA, M. T. Characterizing the paper industry sludge for environmentally-safe disposal. **Waste Management**, [s.l.], v. 95, p. 43-52, jul. 2019. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2019.06.001>.

BARLA, P. ISO 14001 certification and environmental performance in Quebec's pulp and paper industry. **Journal of Environmental Economics and Management**, [s.l.], v. 53, n. 3, p. 291-306, mai. 2007. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jeem.2006.10.004>.

BUTTER, P. L. **Desenvolvimento de um modelo de gerenciamento compartilhado dos resíduos sólidos industriais no sistema de gestão ambiental da empresa**. 2003. 100 f.

Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

CONAMA. Constituição (2002). Resolução nº 313, de 29 de outubro de 2002. **Gestão de Resíduos e Produtos Perigosos**: Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais. São Paulo, 22 nov. 2002. n. 226, Seção 1, p. 85-91. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=335>>. Acesso em: 09 abr. 2019.

FAO. GLOBAL FOREST PRODUCTS FACTS AND FIGURES. **Food and Agriculture Organization of the United Nation**, v. 15, n. 74, p. 1-20, dez. 2019.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da Pesquisa Científica**. Fortaleza: UEC, 2002.

HESS, S. C. **Ensaio sobre poluição e doenças no Brasil**. São Paulo: Outras Expressões, 2018. 335 p.

IPEA. **Diagnóstico dos Resíduos Sólidos Industriais**. 2012. Disponível em: http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/7668/1/RP_Diagn%C3%B3stico_2012.pdf. Acesso em: 03 jun. 2020.

MARTINS, P. G; LAUGENI, F. P. **Administração da Produção**. 2 ed. São Paulo: Saraiva, 2005.

MEIRIK, O. **Cohort and case-control studies**. 2019. Disponível em: https://www.gfmer.ch/Books/Reproductive_health/Cohort_and_case_control_studies.html. Acesso em: 04 jun. 2020.

MONTE, M.C.; FUENTE, E.; BLANCO, A.; NEGRO, C. Waste management from pulp and paper production in the European Union. **Waste Management**, [s.l.], v. 29, n. 1, p. 293-308, jan. 2009. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2008.02.002>.

PINTO, S. de J. F. **Valorização de resíduos da indústria da celulose na produção de agregados leves**. 2005. 131 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Gestão Ambiental, Departamento de Engenharia Cerâmica e do Vidro, Universidade de Aveiro, Aveiro - PT, 2005.

SANTOS, A. S. F.; AGNELLI, J. A. M.; MANRICH, S.; 3R-NRR; DEMA; UFSCAR. Tendências e Desafios da Reciclagem de Embalagens Plásticas. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, v. 14, n. 5, p. 307-312, fev. 2004.

SANTOS, E. D.; ROCHA, I. J. B. da. **Gerenciamento dos resíduos sólidos: estudo de caso de uma indústria de papel tissue em Campina Grande-PB**. Disponível em: <<https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/polemica/article/view/4337>>. Acesso em: 04 abr. 2019.

SCHNEIDER, A.; VON MÜHLEN, C. Caracterização cromatográfica de compostos orgânicos presentes nos resíduos sólidos provenientes de indústria de reciclagem de papel e sua aplicação na produção de briquetes de carvão vegetal. **Química Nova**, [s.l.], v. 34, n. 9, p. 1556-1561, set. 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-40422011000900014>.

SCOTT, G. M. Sludge characteristics and disposal alternatives for the pulp and paper industry. **Tappi Press**, v. 10, n. 7, p. 269-279, mai. 1995.

SILVA, F. R.; ALBUQUERQUE, J. A.; GATIBONI, L. C.; MARANGONI, J. M. Cinza de biomassa florestal: alterações nos atributos de solos ácidos do planalto catarinense e em plantas de eucalipto. **Scientia Agraria**, [s.l.], v. 10, n. 6, p. 475-482, out. 2009. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5380/rsa.v10i6.15530>.

SIMÃO, L.; HOTZA, D.; RAUPP-PEREIRA, F.; LABRINCHA, J. A.; MONTEDO, O. R. K. Wastes from pulp and paper mills - a review of generation and recycling alternatives. **Cerâmica**, [s.l.], v. 64, n. 371, p. 443-453, set. 2018. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/0366-69132018643712414>.

SPINACÉ, M. A. S.; PAOLI, M. A. de. A tecnologia da reciclagem de polímeros. **Química Nova**, [s.l.], v. 28, n. 1, p. 65-72, fev. 2005. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-40422005000100014>.

SURIYANARAYANAN, S.; MAILAPPA, A.S.; JAYAKUMAR, D.; NANTHAKUMAR, K.; KARTHIKEYAN, K.; BALASUBRAMANIAN, S. Studies on the characterization and possibilities of reutilization of solid wastes from a waste paper based paper industry. **Global Journal of Environmental Research**, S1, v. 1, n. 4, p. 18-22, jan. 2010.

TEIXEIRA, M. G.; CÉSAR, S. F. Produção de compósito com resíduo de madeira no contexto da ecologia industrial. **Madeira: Arquitetura e Engenharia**, v. 7, n. 19, p. 1-15, jul. 2006.

TOCCHETTO, M. R. L. **Gerenciamento de resíduos sólidos industriais**. 2005. 97 f. Tese (Doutorado) - Curso de Química Industrial, Departamento de Química, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2005.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De forma geral, empresas que fabricam produtos para uso sanitário (papel *tissue*) são grandes geradoras de resíduos sólidos industriais (RSI). Este estudo mostrou que para cada tonelada de papel produzida são gerados 116,18 quilos de resíduos sólidos (ou seja 11,6%), consequentemente incrementando o custo de suas despesas quando os resíduos não são reaproveitados, mas direcionados para aterros sanitários. O não reaproveitamento dos RSI, a falta de tecnologias disponíveis para o reuso e para o descarte ambientalmente adequado dos mesmos e associado ao gerenciamento não sustentável mostra o quanto ainda é necessário evoluir no gerenciamento dos resíduos industriais.

O presente estudo compilou importantes dados sobre a geração de resíduos industriais, os quais são escassos na literatura para a América do Sul e podem contribuir cientificamente para melhorar o gerenciamento e as legislações sobre tais resíduos. Além disso, a identificação dos resíduos trouxe um contexto amplo bem caracterizado para cada fábrica e os tipos de resíduos gerados com suas respectivas quantidades por tonelada de papel produzida, com destaque para os resíduos de lodo, papel, outros (orgânicos, varrição, pó de celulose, sanitário - banheiros, caixa de gordura, fossa séptica), metal, plástico, cinzas e madeira, gerados em maior quantidade.

Ao avaliar a variação temporal da geração dos resíduos industriais na fabricação de papel de uso sanitário, foi encontrado que o resíduo metal apresentou a menor variação ao longo de três anos, sendo a sua geração constante. No entanto, o lodo foi o resíduo que teve as maiores oscilações ao longo dos anos analisados. E entre as unidades geradoras e objeto desse estudo, a unidade com menor variação considerando todos os resíduos gerados foi a de Correia Pinto no Brasil e Bernal na Argentina apresentou a maior variação. As diferenças entre as quantidades geradas entre os tipos resíduos em cada unidade, parece que estão relacionadas com o mix de produtos de uso sanitário fabricados, pois o papel pode apresentar composição (percentual de papel reciclado – aparas, mais percentual de celulose) e diferentes gramaturas que são especificação dos diferentes tipos de produtos fabricados em cada unidade de negócio. Os resíduos gerados nestas unidades fabris mostram não somente o descarte, mas o controle associado ao longo dos anos pela evolução tecnológica de cada negócio.

No geral, os critérios de controle ambiental avaliados que validam a parceria entre as fábricas geradoras de resíduos e as empresas parceiras foram os mesmos nas seis unidades objetos desse estudo. Ficando de fora as unidades de Correia Pinto e Mogi das Cruzes no Brasil, apenas no critério número do cadastro no órgão ambiental, em função das políticas e normativas

de sistema de gestão ambiental (SGA), oriundas de cada país. Caso a empresa parceira não atenda aos requisitos exigidos, a empresa tem buscado no mercado outra empresa que atenda as legislações ambientais previstas.

Ao comparar as leis vigentes de cada país, no que diz respeito a geração e descarte de resíduos sólidos, evidenciou-se que a grande maioria dos critérios são praticados por todas as unidades. No entanto, o registro mensal de geração é praticado apenas no Brasil, e a logística reversa e ISO 14001 somente na Colômbia. Essas diferenças mostram o quanto é necessário para organização trabalhar na elaboração de procedimentos internos que auxiliem no cumprimento dos critérios legais, evitando despesas com multas e processos civis locais.

Esta pesquisa também mostrou por meio do comparativo de resíduos gerados entre as fábricas brasileiras e da América do Sul que as mesmas têm monitorado a sua geração de resíduos, seguindo as diretrizes das legislações ambientais vigentes nacionais e internacionais. No entanto, uma limitação do estudo foi o acesso as informações sobre o descarte final dos resíduos industriais, os quais foram obtidos apenas das unidades brasileiras. A partir das informações do presente estudo, é possível levantar algumas ações necessárias para melhorar o gerenciamento dos resíduos industriais, tais como: maior clareza nas legislações de alguns países quanto as recomendações sobre a reutilização e reaproveitamento de resíduos da fabricação de papel sanitário, especialmente de resíduos complexos como lodo; desenvolver uma abordagem unificada entre legislações dos países para o controle da geração e destinação final de cada resíduo, o que seria fundamental para o avanço do gerenciamento sustentável dos resíduos industriais, seja do ponto de vista ambiental quando econômico e social; implementação de novas tecnologias e processos para melhorar a reutilização e reaproveitamento dos resíduos gerados na indústria de papel; divulgação do inventário nacional de resíduos industriais de forma acessível a comunidade em geral.

E finalmente, com base na compilação dos dados de três anos, os volumes de produção de papéis higiênicos estão diretamente ligados ao percentual de descarte de resíduos gerados por cada fábrica. Desta forma, destacam-se as fábricas que contribuem para a melhor destinação final de cada resíduo, conforme as normas ambientais, presentes em cada país. Entre elas, estão as fábricas de Correia Pinto e Mogi das Cruzes do Brasil que ao longo dos anos (2017 a 2019) fizeram um aproveitamento ambientalmente correto com redução de custos em relação a diversos resíduos tais como cinzas que foi destinada a compostagem e no aterro sanitário de ambas as fábricas, os resíduos de plástico, madeira, papel e metal totalmente reciclados e o lodo transformado em uso benéfico, e quando não foi possível, encaminhando ao aterro sanitário.

Ressalta-se que ambas as unidades reduziram o quantitativo de resíduos enviado ao aterro sanitário ao longo dos três anos.

REFERÊNCIAS

- ABNT, Associação Brasileira De Normas Técnicas. **NBR 8843: Sistemas da gestão ambiental– Gerenciamento de resíduos sólidos**. São Paulo, 2015.
- ALIGLERI, L.; ALIGLERI, L. A.; KRUGLIANSKAS, I. **Gestão Socioambiental**: Editora Atlas S.A., 2009.
- ANTONOV, P.; SELLITTO, M. A. Avaliação de desempenho ambiental: estudo de caso na indústria papaleira. **Produção Online**, v. 11, n. 4, p. 1059-1085, 2011.
- ARGENTINA. **Ley general del ambiente. Ley 25.675**. Disponível em: <http://www.icaa.gov.ar/Documentos/Ges_Ambiental/LEY-25675-GENERAL-AMBIENTE.pdf>. Acesso em: 06 maio 2019.
- ARGENTINA. Ministerio de Justicia y Derechos Humanos. **Lei 25.916 - 04**. Disponível em: <<http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/95000-99999/98327/norma.htm>>. Acesso em: 22 abr. 2019.
- ASSUNÇÃO, J.V. PESQUERO, C. R. **Dioxinas e furanos: origens e riscos**. Disponível em: <<https://www.scielo.org/article/rsp/1999.v33n5/523-530/>>. Acesso em: 24 abr. 2019.
- BALDAM, R. de L.; VIEIRA, E. A. **Fundição- Processos e Tecnologias**. São Paulo: Érica, 2013.
- BARBIERI, J. C.; **Gestão ambiental Empresarial – Conceitos, Modelos e Instrumentos**. 4ª ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2016.
- BOLICENHA, F. S. **Gestão ambiental na contabilidade das indústrias de papel e celulose**. Disponível em: <<https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/46704/R%20-%20E%20-%20FLAVIA%20SIQUINELLI%20BOLICENHA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 09 abr. 2019.

BOLÍVIA. **Lei 1333 - 92. 1992.** Disponível em:
 <<https://theredddesk.org/sites/default/files/Environment%20Law%20Bolivia%201992.pdf>>.
 Acesso em: 22 abr. 2019.

BOLÍVIA. **Diagnostico Nacional de Resíduos en la Bolivia. 2016.** Disponível em:
 <<https://www.kioscoverde.bo/wp-content/uploads/2018/09/DOCUMENTO-DIAGNOSTICO-INDUSTRIAS.pdf>>. Acesso em 10 maio 2019.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil, 1988.** Disponível em:
 <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicaocompilado.htm>. Acesso em:
 06 fev. 2019

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. **Resolução nº 5. 1993. Art. 1º Dispõe sobre o gerenciamento de resíduos sólidos e semi-sólidos.** 1993. Disponível em:
 <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res93/res0593.html>>. Acesso em: 21 jan. 2019.

BRASIL. **Lei nº 12.305. 2010.** Disponível em:
 <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 03
 fev. 2019

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Gestão de resíduos. 2008.** Disponível em:
 <<http://www.mma.gov.br/responsabilidade-socioambiental/a3p/eixos-tematicos/gest%C3%A3o-adequada-dos-res%C3%ADduos.html>>. Acesso em: 08 abr. 2019.

BRUNI, V. C. **Avaliação do processo operacional de compostagem aerada de lodo de esgoto e poda vegetal em reatores fechados.** 2005. 96 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental), Departamento de Hidráulica e Saneamento, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

BUTTER, P. L. **Desenvolvimento de um modelo de gerenciamento compartilhado dos resíduos sólidos industriais no sistema de gestão ambiental da empresa.** 2003. 100 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

CARVALHAES, E. Índice de reciclagem de papel atinge nível recorde de 66,2% em 2017. **Revista o Papel**. p. 38. Jun 2018. Disponível em: < http://www.revistaopapel.org.br/noticia-anexos/1529915704_5281d28f8a4552952c6fe4038b563df5_1221717053.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2019.

CONAMA. Resolução nº 313, de 29 de outubro de 2002. **Gestão de Resíduos e Produtos Perigosos**: Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais. São Paulo, nov. 2002. n. 226, v. 1, p. 85-91. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=335>>. Acesso em: 09 abr. 2019.

COLOMBIA. CONGRESSO NACIONAL DA COLOMBIA. **Lei nº 9 de 1979**. 1979. Disponível em: <http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/ley_1252_2008.html#1>. Acesso em 15 fev. 2019.

PERU. CONSTITUCION POLÍTICA DEL PERU. **Sistema Peruano de Información Jurídica**. 2000. Disponível em: < http://www.oas.org/juridico/mla/sp/per/sp_per-int-text-const.pdf>. Acesso em: 02 fev. 2019.

FURLEY, T. H.; MELLO, F. A. de; SIQUEIRA, J. B. L. **Artigo técnico - principais questões ambientais causadas pelos efluentes de fábricas de celulose da américa latina**. **Revista O papel**, v. 79, n. 4, p. 70 - 77, Abr. 2018. Disponível em: <http://www.revistaopapel.org.br/noticia-anexos/1524463500_fad72221ad23c57af96ac8cef30fcc09_1630622840.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2019.

HESS, S. C. **Ensaio sobre poluição e doenças no Brasil**. São Paulo: Outras Expressões, 2018. 335 p.

IZIDIO, L. L.; SUBTIL, G. W.; ANDRADE, A. A. **Utilização de resíduos sólidos da indústria de celulose como matéria-prima para fabricação de tijolos**. 2014. Disponível em: <http://www.revistaopapel.org.br/noticia-anexos/1390236918_8c98a743ae363c3a04d5e9162c7948e8_1078113310.pdf>. Acesso em: 22 abr. 2019.

JUNIOR, ARNALDO N. A. L.; **Resíduos sólidos em restaurante comercial: um estudo de caso na cidade de Santos/SP**. RTA, Revista de Tecnologia Aplicada, v.6, n.2, p.44-61, mai/ago. 2012.

LEFF, E. **A complexidade ambiental**. São Paulo: Cortez, 2003.

LOZANO, A. D. C. B. **Cuantificación, Caracterización y Transporte de Residuos Sólidos Peligrosos y no Peligrosos Producidos por Actividades Industriales, en el Departamento de Lima, Perú.** 2014. 68 f. Tese para título profissional de Engenheiro em Gestão Ambiental - Universidad Nacional de la Amazonia Peruana - Facultad de Agronomía, Iquitos – Perú, 2014. Disponível em: <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/3388/Angela_Tesis_Titulo_2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 09 fev. 2019.

MARTINS, P. G; LAUGENI, F. P. **Administração da Produção.** 2 ed. São Paulo: Saraiva, 2005.

MERCADO, A. **Elementos para la evaluación y estímulo a la gestión ambiental en la industria Venezolana.** 1997. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Alexis_Mercado/publication/27294362_Elementos_para_la_Evaluacion_y_Estimulo_a_la_Gestion_Ambiental_en_la_Industria_Venezolana/links/58db9d5ca6fdcc7c9f098a70/Elementos-para-la-Evaluacion-y-Estimulo-a-la-Gestion-Ambiental-en-la-Industria-Venezolana.pdf>. Acesso em: 06 maio 2019.

MOTA, S. **Introdução à Engenharia Ambiental:** 3ª ed. São Paulo: Editora USP, 2003.

NAGALI, A. **Gerenciamento de Resíduos Sólidos na Construção Civil:** São Paulo: Oficina de Textos, 2014.

ONU. **Transformando Nosso Mundo: A agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável. A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável.** 2020. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>>. Acesso em: 03 jun. 2020.
PANORAMA 2017, **ABRELPE.** Disponível em: <www.abrelpe.org.br/download-panorama-2017>. Acesso em: 12 fev. 2019.

PERU. **Constitución política DEL Perú.** 1993. Disponível em: <<https://www.constitucionpoliticadelperu.com/>>. Acesso em: 06 maio 2019.

PERU. **Ley General de Residuos Sólidos 27314/04.** Disponível em: <http://bvs.minsa.gob.pe/local/dgsp/000_RES.SOLID.pdf>. Acesso em: 06 maio 2019.

RANGEL, A. C. L. C. BALLEEN, L. A. C.; CUNHA, B. P.; SOUZA, B. I. **Abordagem Comparativa da Estrutura do Sistema Nacional Ambiental na Colômbia e no Brasil.** 2016. 20f. Programa de Pós Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA. João Pessoa – PB, 2016. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufpb.br/ojs/index.php/gaia/article/view/24806/17615>>. Acesso em: 07 fev. 2019.

ROCHA, JÚLIO C.; ROSA, HENRIQUE A.; CARDOSO, ARNALDO A. **Introdução à Química Ambiental.** 2ª ed. São Paulo: Editora Artmed Editora S.A., 2009

RODRIGUES, F. **Homem, trabalho e meio ambiente: desenvolvimento e sustentabilidade.** 2009. Disponível em: <<https://repositorio.ucs.br/xmlui/bitstream/handle/11338/1010/Dissertacao%20Fabio%20Rodrigues.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 09 abr. 2019.

SÁEZ, A.; URDANETA, J. A. **Manejo de residuos sólidos en América Latina y el Caribe**. p. 121-135, 2014. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/html/737/73737091009/>>.

SALDANHA, S. P.; CARVALHO, R. C.; RODRIGUES, L. A. **Gerenciamento de Resíduos Sólidos na Pequena e Média Indústrias de São Luís, Maranhão**. 2014. 15f. XXXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Curitiba – PR, 2014. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2014_TN_WIC_203_150_26125.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2019

SANTOS, A. S. F.; AGNELLI, J. A. M.; MANRICH, S.; 3R-NRR; DEMA; UFSCAR. Tendências e Desafios da Reciclagem de Embalagens Plásticas. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, v. 14, n. 5, p. 307-312, fev. 2004.

SANTOS, T.; CÁRCAMO, A. M.; VARELA, I. **Proteção do meio ambiente no mercosul: Uma análise à luz do direito ambiental o desenvolvimento**. 2016. Disponível em: <<http://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/neiba/article/download/27829/20394>>. Acesso em: 02 fev. 2019.

SANTOS, E. D.; ROCHA, I. J. B. da. **Gerenciamento dos resíduos sólidos: estudo de caso de uma indústria de papel tissue em Campina Grande-PB**. 2012. Disponível em: <<https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/polemica/article/view/4337>>. Acesso em: 04 abr. 2019.

VENEZUELA. Ine - Instituto Nacional Estadística da Venezuela. **Generación y manejo de residuos y desechos sólidos en Venezuela 2011-2012**. Disponível em: <http://www.ine.gov.ve/documentos/Boletines_Electronicos/Estadisticas_Sociales_y_Ambientales/Residuos_Solidos/pdf/2013.pdf>. Acesso em: 06 maio 2019.