

# GESTÃO SUSTENTÁVEL DE RESÍDUOS GERADOS NA FABRICAÇÃO DE PAPEL SANITÁRIO COM FOCO EM “ATERRO ZERO”.

Aluna: Gabriela de Oliveira Zanotto

Orientadora: Geisa Percio do Prado

## RESUMO

Um dos maiores desafios da indústria é a destinação de resíduos, sendo que a indústria de papel e celulose é uma das atividades fabris que mais causam impactos adversos ao meio ambiente, tendo em vista que, se os resíduos gerados não forem tratados adequadamente podem trazer sérios danos ao meio ambiente como contaminação de solos, corpos hídricos, ar e também a proliferação de vetores. A destinação dos resíduos deve seguir a Lei 12.305/2010, Política Nacional de Resíduos Sólidos que dispõe que a disposição final em aterros deve ser a última alternativa dentro do gerenciamento de resíduos sólidos, devendo ser precedida das alternativas de: não geração, redução, reutilização e reciclagem. O objetivo deste trabalho foi identificar a destinação dos resíduos industriais em uma empresa de fabricação de papel de uso sanitário, através de pesquisa documental em relatórios internos gerados mensalmente, assim como, buscar alternativas para o tratamento diferente de aterros disponíveis no estado de Santa Catarina que possam ser aplicáveis para tornar a gestão de resíduos da empresa mais sustentável. Constatou-se que os resíduos que são enviados à aterros podem ter uma outra destinação, sendo elas reciclagem, compostagem, coprocessamento ou incineração, considerando opções dentro do estado, portanto é possível fazer a gestão dos resíduos e ao mesmo tempo contribuir com o meio ambiente.

**Palavras-chave:** resíduos sólidos industriais; destinação de resíduos; aterro zero.

## 1 INTRODUÇÃO

Cada vez mais a sociedade necessita de bens e serviços para manter seu estilo de vida e suas necessidades básicas, os quais em sua maioria são provenientes de processos industriais. Estes processos geram grandes volumes de resíduos. Um dos grandes desafios das indústrias é a disposição final dos seus resíduos, os quais, geralmente, são destinados a aterros industriais.

Com a legislação ambiental cada vez mais rígida, os prejuízos advindos de seu não-cumprimento podem apresentar um custo muito elevado aos infratores. Assim como, a

conscientização do consumidor impulsiona-os a adquirir produtos que sejam considerados “verdes/limpos”, “ambientalmente corretos”, ou seja, produtos que, além de apresentarem boa qualidade, possuam uma linha de produção que não gera comprometimento ambiental. Esses aspectos vêm incentivando, a cada dia, a indústria a procurar sistemas eficazes que provoquem a redução de seus impactos ambientais, com custo de mercado compatível (Mazzer e Cavalcanti, 2004).

No Brasil a principal legislação criada para auxiliar a gestão adequada de resíduos foi a Lei Federal n.º 12.305/2010, que estabelece o Plano Nacional de Resíduos Sólidos, onde, dentre várias definições e observações, coloca-se a necessidade de utilizar tendências internacionais e macroeconômicas nos cenários relacionados à situação atual dos resíduos sólidos, bem como define a necessidade da existência de metas de redução, reutilização e reciclagem, visando reduzir a quantidade de resíduos e rejeitos encaminhados para destinação final de maneira inadequada, e de metas para o aproveitamento energético dos gases gerados nas unidades de disposição final de resíduos sólidos (BRASIL, 2010).

Nas indústrias que atuam no segmento de papel *tissue* (papel destinado para fins sanitários: lenços, guardanapos, toalhas de papel e papel higiênico, com gramatura baixa entre 15 e 50 g/m<sup>2</sup>) a quantidade média mensal gerada de resíduos sólidos é de aproximadamente 1.700 toneladas para uma produção de 50.000 toneladas de papel.

Os resíduos gerados para a fabricação de papel de uso sanitário da empresa utilizada para este estudo, possui como mais representativos são 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.

As agressões ambientais ocorrem devido à falta de medidas para o controle do lançamento de resíduos sólidos, líquidos e gasosos, na qual a indústria de papel gera grande quantidade, que se não forem tratados adequadamente podem trazer danos negativos ao meio ambiente, como a degradação da fauna e flora dos arredores do descarte e a poluição das águas (SANTOS; ROCHA, 2012).

Com este estudo pretende-se identificar e quantificar os resíduos gerados no processo de fabricação de papel sanitário e quais as destinações atuais. Assim como avaliar oportunidades de novas tecnologias de destinação para estes resíduos que sejam diferentes de aterros industriais ou sanitários disponíveis no estado de Santa Catarina. Será possível propor

destinações mais sustentáveis aos resíduos industriais associados a fabricação de papel sanitário. A redução de resíduos enviados aos aterros, visa a sustentabilidade dentro das empresas, contribui para a economia circular, aumenta a quantidade de produtos em reuso e reciclagem e agrega valor aos resíduos gerados.

## **2 EMBASAMENTO TEÓRICO**

### **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 final sustentável e ambientalmente adequado. Nos últimos anos, um dos principais problemas nas áreas urbanas está atrelada a geração de grandes quantitativos de resíduos, cujo descarte e disposição inadequados provocam diversos impactos ambientais, sociais, econômico e de saúde pública (RTA, 2012).

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. A NBR 10.004/2004 orienta que resíduos sólidos ou semi-sólidos 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 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 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, semi-sólido, gasoso - quando contido, e líquido - cujas características particulares tornam inviáveis 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 (CONAMA, 2002).

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 tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2004).

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).

A gestão de resíduos sólidos é uma das estratégias para a busca da sustentabilidade no meio industrial. O desafio vai muito além do controle dos processos produtivos, uso de matérias primas e insumos de qualidade, e emprego de tecnologia avançada; requer um repensar geral sobre as atividades da empresa, seus objetivos e metas. No mundo atual, do avanço científico e da busca incessante pela inovação, as indústrias devem se preocupar com os impactos gerados por seus produtos e serviços disponibilizados no mercado. Uma indústria competitiva, que busca um caminho para ser sustentável, deve usar a gestão de seus resíduos como forma de antever problemas, demonstrar sua responsabilidade ambiental e como instrumento de inovação para produtos e processos (Confederação Nacional das Indústrias, 2014).

A responsabilização dos diversos setores da sociedade tais como fabricantes, comerciantes e consumidores pela gestão adequada dos resíduos são reforçadas pela política nacional de resíduos sólidos (Lei nº 12.305/10), que através de 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).

Segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (2019), no ano de 2018 no Brasil foram coletadas aproximadamente 72,5 milhões de toneladas de resíduos, 59,5% tiveram disposição final adequada e foram encaminhadas para aterros sanitários, 23% para lixões e 17,5% aterros controlados.

Conforme informações do Plano Estadual de Resíduos Sólidos de Santa Catarina, Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável (2017), a quantidade total de resíduos industriais gerada em Santa Catarina, entre junho de 2016 e maio de 2017, foi de 5.196.924 toneladas, composta da seguinte forma:

- Resíduos Industriais e assemelhados classe I: 146.846 toneladas;
- Resíduos Industriais e assemelhados classe IIA e IIB: 5.050.078 toneladas.

No contexto geral, os resíduos industriais gerados em Santa Catarina têm como destinos finais a reciclagem, o tratamento térmico e/ou, ainda, a disposição em aterros Classe I ou Classe II, sendo que a destinação adequada dos mesmos depende da correta indicação da respectiva classificação e na conseqüente separação na fonte pelos geradores conforme sua classe.

## 2.2 DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS

Conforme a Confederação Nacional da Indústria (2014), apresenta algumas opções tecnológicas para gestão de resíduos:

- Redução de resíduos - desenvolvimento integrado de Produto, visando à durabilidade e o reuso, fortalecendo a redução do consumo.
- Recuperação de materiais e reciclagem - instalação de plantas de recuperação de materiais visando processar materiais separados ou resíduos mistos. Ações de separação dos resíduos na sua fonte geradora são mais efetivas, pois evitam contaminações e misturas indesejadas. Pode ser usada uma combinação de opções de classificação manual e mecânica.
- Compostagem / Biodigestão - Compostagem do material orgânico visando produzir fertilizante e evitar a deposição em aterro. Composto acabado - o aplicado a solos também é um importante método para reduzir as emissões de gases de efeito estufa, reduzindo os requisitos de nitrogênio e emissões de GEE associadas.
- Incineração / resíduos para gerar energia / Combustível derivado de resíduo (CDR) - uso de resíduos / CDRs para geração de energia térmica em processos industriais, como substituto de combustíveis fósseis.

- Aterros - Captura do metano gerado em locais de disposição e uso como energia renovável.
- Coprocessamento - Tecnologia de destruição sustentável de resíduos de outros ramos industriais, do agronegócio e urbanos, em fornos de cimento sem que haja geração de novos resíduos.

### 2.3 INDÚSTRIA DE PAPEL SANITÁRIO

Os papéis para fins sanitários, que de forma técnica são chamados de papéis *Tissue*, são produtos fabricados com baixa gramatura, sua origem pode ser de fibras virgens ou até de aparas recicladas. Tem como características importantes a absorção de energia elástica simultaneamente com uma boa flexibilidade, maciez superficial, espessura e alta capacidade para absorção de líquidos (FIESP, 2008).

O maior uso para esse tipo de papel é em higiene pessoal e limpeza doméstica. Os principais tipos são:

- Papel higiênico: Usado especificamente em toaletes, pode ter uma ou mais folhas e diferentes graus de maciez;
- Guardanapo. Pode incluir aparas tratadas quimicamente, textura e absorção são alguns de seus atributos;
- Toalhas de mão: Tem uso normalmente comercial, consumido em rolos ou folhas intercaladas;
- Toalhas de cozinha: Destinadas ao consumo residencial para limpeza em geral, como de pias e fogão;
- Lenços: Podem utilizar aparas de boa qualidade tratadas quimicamente e têm menor gramatura, sendo úteis para limpeza facial (Ministério da Saúde, 1990).

A indústria em estudo utiliza como matéria-prima principal a celulose com fibras virgens, as quais são obtidas através de processos químicos da madeira e utilizadas pela primeira vez para fabricação de papel.

O processo de fabricação do papel passa por algumas etapas inicialmente como desagregação, depuração, refinação, branqueamento e refinação. A partir daí as próximas etapas são na máquina de papel, equipamento responsável pela formação, prensagem, secagem e enrolamento, formando uma bobina com diâmetro aproximado de 2,5 metros e comprimento de 6,5 metros.

As bobinas são enviadas à conversão de papel, sendo desenroladas para formar os rolinhos de papel que serão embalados e enfiados, então direcionadas para a expedição.

O processo de fabricação de papel possui como saída importante a geração de efluente industrial, o qual é enviado para a estação de tratamento internamente. Este processo também necessita da utilização de vapor, proveniente de uma caldeira que possui como combustível biomassa.

A indústria conta também com a área da manutenção industrial como apoio, com serviços como pintura, caldeiraria, mecânica, elétrica e civil, os quais influenciam diretamente na geração de resíduos da empresa.

### **3 METODOLOGIA**

Este estudo foi realizado através de pesquisa documental, com obtenção de dados quantitativos e retrospectivos em relatórios internos gerados mensalmente sobre a geração e descarte de resíduos da produção de papel de uso sanitário, levando em consideração o ano de 2019.

Dos relatórios disponibilizados, mediante autorização empresa, foram coletados dados dos indicadores que estão disponibilizados em planilhas Excel, para acesso interno, onde estão contidas as informações das despesas geradas para manutenção do sistema de coleta, transporte e disposição de resíduos sólidos e também os indicadores que contenham as informações das quantidades geradas de resíduos sólidos por tonelada de papel produzido, assim como relatórios do Sistema de Manifestos de Transportes de Resíduos (MTRs), preenchidos obrigatoriamente no sistema do Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina (IMA).

Após, realizou-se estudo referencial teórico em livros, artigos científicos, dissertações, teses e web sites para identificação de quais tecnologias são aplicáveis ao tratamento dos resíduos gerados na indústria de papel sanitário.

Por fim foram identificadas algumas tecnologias de tratamento de resíduos já existentes no estado de Santa Catarina, utilizando além de pesquisas em web sites os dados do Plano Estadual de Resíduos Sólidos do estado.

## 4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

### 4.1 GERAÇÃO DE RESÍDUOS

A tabela abaixo demonstra de maneira simplificada quais os resíduos são gerados nas diferentes etapas do processo da indústria em estudo.

Tabela 1 - Geração de resíduos por etapas do processo

<b>Etapas do processo</b>	<b>Resíduos Gerados</b>
Produção de papel	Metal Papel Plástico Diversos contaminados
Conversão de papel	Plástico Papel Diversos contaminados Pó de celulose
Estação de Tratamento de efluentes	Diversos contaminados Lodo
Caldeira	Cinza
Expedição	Plástico Papel Madeira
Manutenção Industrial	Diversos contaminados Óleo Lubrificante Baterias Construção civil Lâmpadas Metal Resíduos Eletrônicos
Demais áreas fabris (jardinagem, restaurantes, vestiários e banheiros)	Diversos não-recicláveis Resíduo de caixas de gordura Resíduos orgânicos Resíduos Sanitários

Fonte: o autor.

Foram analisados os relatórios internos da empresa e pode-se realizar o preenchimento de dados da Tabela 2, na qual são apresentados os dados dos resíduos gerados e suas destinações.

Tabela 2 - Quantidade de resíduos gerados e suas destinações

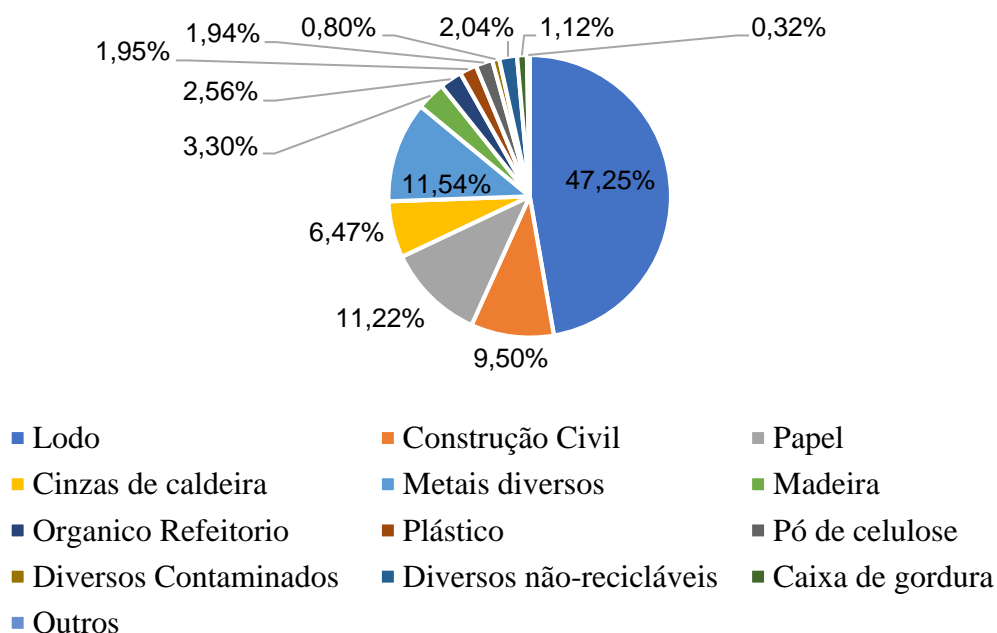
<b>Resíduo</b>	<b>Quantidade em toneladas</b>	<b>Destinação final atual</b>
Lodo	828,18	Aproveitamento energético
Construção Civil	166,51	Aterro Industrial classe II
Papel	196,59	Reciclagem
Cinzas de caldeira	113,33	Aterro Industrial classe II

Metais diversos	202,29	Reciclagem
Madeira	57,85	Incineração
Orgânico Refeitório	44,88	Aterro Sanitário
Plástico	34,11	Reciclagem
Pó de celulose	33,96	Aterro Industrial classe II
Diversos Contaminados	14,05	Aterro Industrial Classe I
Diversos não-recicláveis	35,8	Aterro Industrial classe II
Caixa de gordura	19,65	Tratamento de Efluentes
Resíduos Eletrônicos	1,94	Aterro Industrial Classe I
Papel Sanitário	0,94	Aterro Sanitário
Ambulatorial	0,0307	Incineração
Lâmpadas	1,15	Reciclagem
Pilhas e Baterias	Resíduo em armazenamento	Reciclagem
Óleo lubrificante	1,48	Reciclagem
Total	1752,74	-

Fonte: o autor

Conforme o Gráfico 1, o resíduo com maior geração é o resíduo de lodo, gerado no tratamento de efluente, seguido de metal e papel. O lodo é agregado à biomassa (serragem e peletes de carbono) e então utilizado como combustível na caldeira para geração de vapor.

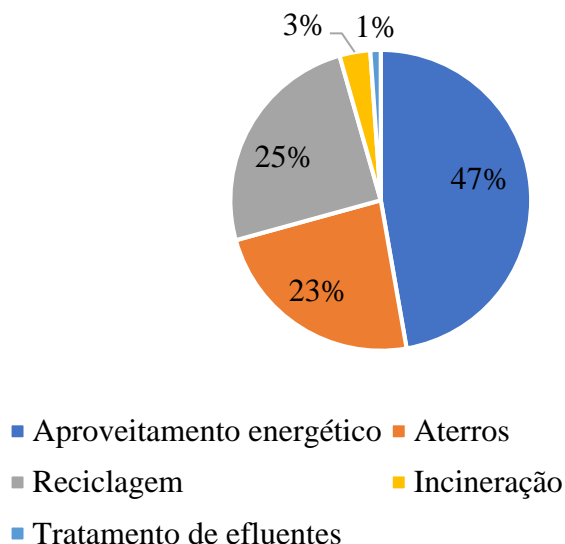
Gráfico 1 - Percentual dos resíduos gerados



Fonte: o autor.

Os dados quantitativos e qualitativos da Tabela 2 permitiram identificar quais resíduos são enviados para aterros, tornando-os o foco para atender os objetivos propostos na pesquisa. No Gráfico 2 é possível comparar o percentual de resíduos enviados para cada tipo de destinação.

Gráfico 2- Percentual de resíduos por destinação



Fonte: o autor.

## 4.2 TECNOLOGIAS PARA DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS NO ESTADO DE SANTA CATARINA

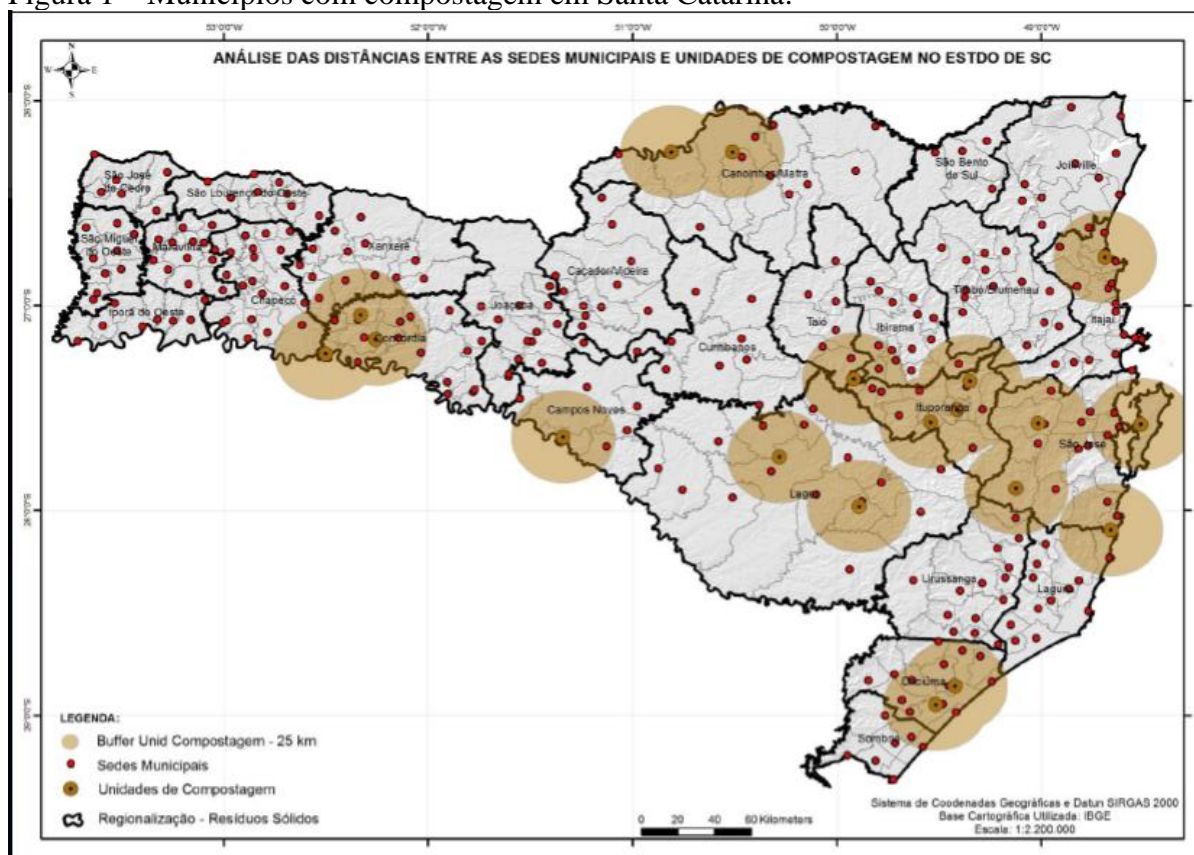
### 4.2.1 Compostagem

A compostagem é um método natural de modificação de materiais orgânicos, de origem vegetal ou animal em adubo orgânico. Essa degradação biológica acontece sob o controle humano, e consiste em um conjunto de técnicas que aperfeiçoam a ação dos agentes biológicos transformadores e decompositores da matéria orgânica, tais como as bactérias, fungos e insetos. Essas técnicas permitem transformar os materiais orgânicos em material estável de alta qualidade, ricos em nutrientes e microrganismos desejáveis. (COOPER et al, 2010).

Existem vários materiais que podem ser utilizados para a produção de adubo orgânico, dentre eles podemos destacar: cinzas, penas, lixo doméstico orgânico, rochas e conchas, palha, feno, resíduos de couro, jornais, folhas, algas marinhas, lodo, serragem e vários outros resíduos orgânicos agrícolas e de indústrias em geral. Estima-se que no Brasil 60% da composição dos resíduos produzidos, são passíveis de modificação pelo processo de compostagem (GODOY, 2008).

Apesar dos resíduos sólidos domiciliares no Brasil apresentarem alto percentual de resíduos orgânicos, as experiências de compostagem da fração orgânica no País e no Estado são ainda inexpressivas. Atualmente o número de unidades de compostagem licenciadas em Santa Catarina é extremamente baixo (19 unidades), demandando certamente de novas unidades que venham a suprir o mínimo necessário para receber os resíduos orgânicos coletados nos municípios do Estado (SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO SUSTENTÁVEL, 2018)

Figura 1 – Municípios com compostagem em Santa Catarina.



Fonte: Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável (2018, p. 326).

#### 4.2.2 Incineração

A incineração é um processo de tratamento que emprega a decomposição térmica via oxidação à alta temperatura (usualmente  $> 900^{\circ}\text{C}$ ), tendo como objetivo destruir a fração orgânica do resíduo, reduzir o seu volume e torná-lo menos tóxico ou atóxico e minimiza a presença de resíduos combustíveis nas cinzas resultantes.

No passado, o principal objetivo da tecnologia de incineração resumia-se na redução da massa, do volume, e da periculosidade dos resíduos. Atualmente, além destes mesmos

objetivos, e que podem resultar em redução superior a 90%, a tecnologia de Incineração se apropriada do poder calorífico dos resíduos de natureza combustível, e propicia o aproveitamento da energia térmica decorrente do próprio processo de combustão (MENEZES, 2000).

A incineração de resíduos industriais pode ser feita para a destruição de resíduos das indústrias farmacêuticas, alimentícias, de embalagens, entre outras, assim como, drogas e entorpecentes, resíduos hospitalares e de serviços de saúde, de centros de zoonoses, laboratórios de análises clínicas e ração animal.

A incineração pode ser ambientalmente correta e aliada da proteção do meio ambiente, desde que estas plantas sejam operadas por equipes qualificadas e treinadas; sejam dotadas de equipamento eficazes quanto ao controle de poluição, bem como, de técnicas adequadas de disposição final dos resíduos gerados; e sejam monitoradas e acompanhadas pela comunidade e pelos agentes ambientais, públicos e privados (MORGADO e FERREIRA, 2006).

As empresas listadas na tabela abaixo realizam incineração de resíduos no Estado de Santa Catarina e estão autorizadas para receber resíduos industriais.

Tabela 3 – Empresas de incineração no Estado de Santa Catarina.

<b>Incineradores</b>	<b>Localização</b>
Momento Engenharia Ambiental	Blumenau
Louber LTDA	Laguna
Hera Sul	Rio Negrinho
Recicla Ambiental	Navegantes

Fonte: o autor.

#### 4.2.3 Coprocessamento

Conforme a Associação Brasileira de Cimento Portland (2019), a tecnologia de coprocessamento, amplamente utilizada em outros países e mais intensamente no Brasil nos últimos 20 anos, é chave para a sustentabilidade do negócio, justamente pela capacidade de substituir combustíveis fósseis e matérias primas utilizadas na fabricação do cimento, trazendo maior sustentabilidade financeira ao setor e enormes benefícios ambientais como a redução das emissões de CO<sub>2</sub>.

Esta solução tecnológica faz com que os mais variados tipos de resíduos sejam novamente reinseridos na cadeia produtiva, evitando assim a disposição destes em aterros, gerando, portanto, não só benefícios para a indústria, mas também para a sociedade

Tecnologia de destruição sustentável de resíduos de outros ramos industriais, do agronegócio e urbanos, em fornos de cimento que fornos de cimento que não gera novos

resíduos e contribui para a preservação de recursos naturais, por substituir matérias primas e combustíveis tradicionais no processo de fabricação do cimento (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND, 2019). De acordo com a Resolução CONAMA nº 264/1999, coprocessamento é feito a partir de resíduos em fornos de clínquer, para a fabricação de cimento e, reduzindo assim, os impactos ambientais.

Dentre os diversos tipos de resíduos que são comumente encaminhados para coprocessamento, a Associação Brasileira de Cimento Portland (2019) cita como principais: solventes, resíduos oleosos, resíduos têxteis, óleos usados, pneus, resíduos de picagem de veículos, graxas, lamas de processos químicos e de destilação, resíduos de empacotamento e de borracha, resíduos plásticos, serragem, papéis, lamas de esgoto, ossos de animais, grãos vencidos, lama com alumina, lamas siderúrgicas, areia de fundição, terras de filtragem, refratários usados, resíduos da fabricação de vidros, gesso, cinzas e escórias.

O coprocessamento de resíduos industriais, também denominado blendagem, é um método destinado ao tratamento de resíduos em geral, tanto sólido quanto líquido. Ele acontece a partir da mistura de resíduos para o coprocessamento, no qual se obtém o Combustível Derivado de Resíduo, representado pela sigla “CDR” (FLUCOR TRATAMENTO DE EFLUENTES, 2020).

A Votorantim Cimentos (representada pela Verdera) é pioneira na tecnologia do coprocessamento no Brasil, com operações desde 1991. O primeiro resíduo utilizado foi o pneu e, desde então, a companhia vem pesquisando novos materiais que possam substituir o coque de petróleo como combustível nos fornos de fabricação do cimento. No Brasil, 14 fábricas da Votorantim Cimentos fazem coprocessamento e/ou possuem licença para operar com combustíveis alternativos.

As áreas iniciais de maior atuação da Verdera com seus clientes estão nos Estados de São Paulo, Paraná e Santa Catarina. Em Rio Branco do Sul (PR), podendo tratar o resíduo fornecido pelo cliente. Já em Salto de Pirapora (SP) e em Vidal Ramos (SC), recebem os resíduos já tratados por meio de parceiros (empresas responsáveis pela blendagem), que abastecerão suas fábricas (VERDERA, 2020).

No estado de Santa Catarina foi possível identificar a empresa Momento Engenharia Ambiental S.A, localizada na cidade de Blumenau, habilitada para realização de blendagem dos resíduos para envio à Votorantim Cimentos.

#### 4.2.4 Reciclagem de Produtos Eletroeletrônicos e Seus Componentes

Em Santa Catarina existem determinadas iniciativas de pontos para coleta de eletroeletrônicos no Estado. Uma delas parte do Comitê Para Democratização da Informática (CDISC), através de seu Projeto Reciclatec, a qual disponibiliza pontos para coleta de computador (CPU) e seus acessórios (como teclado, mouse, entre outros) bem como de roteador, cabo e celular.

Todos os materiais coletados são submetidos e/ou encaminhados para processo de reciclagem, recondicionamento e destino final ambientalmente adequado. Quando possível, são os destinos finais prioritários para os componentes eletroeletrônicos segregados. No Estado de Santa Catarina existem unidades de triagem e separação de componentes eletroeletrônicos e eletrodomésticos pós consumo licenciadas (SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO SUSTENTÁVEL, 2017).

As empresas abaixo foram identificadas como centrais de triagem para resíduos eletrônico no estado de Santa Catarina:

Tabela 4 - Reciclagem de resíduos eletrônicos em Santa Catarina

<b>Central de reciclagem</b>	<b>Localização</b>
Colix Soluções para Resíduo	Siderópolis
REC Reciclagem de eletrônicos Chapecó	Chapecó
Reciclean	Blumenau
CERTEC – Centro de Reciclagem Tecnológica.	Palhoça
Cereel	Florianópolis
Eco Centro Sul	Lages

Fonte: o autor.

#### 4.2.5 Reciclagem de Resíduos da Construção Civil

A Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002, estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão de resíduos da construção civil. Os geradores de resíduos de construção e demolição devem ter como objetivo prioritário a não geração de resíduos e, secundariamente, a redução, a reutilização e a reciclagem.

A ABRECON (2020), define entulho como o conjunto de fragmentos ou restos de tijolo, concreto, argamassa, aço, madeira, etc., provenientes do desperdício na construção, reforma e/ou demolição de estruturas, como prédios, residências e pontes. O processo de reciclagem do entulho, para a obtenção de agregados, basicamente envolve a seleção dos materiais recicláveis do entulho e a trituração em equipamentos apropriados.

Os resíduos encontrados predominantemente no entulho, que são recicláveis para a produção de agregados, pertencem a três grupos:

- Grupo I: Materiais compostos de cimento, cal, areia e brita: concretos, argamassa, blocos de concreto.
- Grupo II: Materiais cerâmicos: telhas, manilhas, tijolos, azulejos.
- Grupo III: Materiais não-recicláveis: solo, gesso, metal, madeira, papel, plástico, matéria orgânica, vidro e isopor. Desses materiais, alguns são passíveis de serem selecionados e encaminhados para outros usos. Assim, embalagens de papel e papelão, madeira e mesmo vidro e metal podem ser recolhidos para reutilização ou reciclagem.

As unidades de reciclagem de resíduos de construção civil listadas na tabela 06 foram identificadas no Plano Estadual de Resíduos Sólidos de Santa Catarina, assim como estão mapeadas no site da Associação Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição.

Tabela 5 - Usinas de Reciclagem de Resíduos de construção civil

<b>Usinas de Reciclagem de Construção Civil</b>	<b>Localização</b>
SC Recibrás	Camboriu
Gaspar Recuperadora	Gaspar
Vitaciclo Entulho	Gaspar
Argailha	Florianópolis
Usina de Reciclagem Ecovale	Itajaí
Incopedra Indústria e comércio de pedras e construção	Lages
Tijolos Ecológicos Pinhal	Pinhalzinho
Urca - Usina de Recuperação de descartados Cidade Azul	Tubarão
CTRT - Central de Tratamento de Resíduos da Construção Civil	Camboriú
3R Reciclagem	Criciúma
Grupo Oliveira	Maravilha

Fonte: o autor.

## **5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS**

Conforme os dados levantados sobre a geração e destinação dos resíduos da indústria de papel sanitário, 23% dos resíduos são enviados atualmente à aterros.

Apesar de ser uma destinação controlada existem destinações alternativas disponíveis dentro do estado de Santa Catarina que são consideradas mais sustentáveis e atendem à Política Nacional de Resíduos Sólidos.

A seguir propõe-se as melhores destinações que estão disponíveis no estado de Santa Catarina para cada resíduo até então disposto em aterros.

- Resíduos de construção civil

Os resíduos de construção civil são gerados durante as reformas ou novas instalações e correspondem a 9,5% da geração de resíduos na unidade fabril, sendo o resíduo de maior volume e também maior peso enviado a aterro.

Foi identificado que o estado de Santa Catarina conta com diversas usinas de reciclagem específicas para resíduos de construção civil. Para tal prática é necessário que seja realizada uma segregação destes resíduos garantindo que apenas tijolos, blocos de concreto, telhas (exceto amianto), placas de revestimento, argamassa, concretos entre outros sejam armazenados separadamente de outros resíduos.

Resíduos como latas de tinta, solventes, estopas contaminadas entre outros devem ser armazenados separadamente para destinação distinta.

- Cinzas de caldeira

Os resíduos de cinza gerados na caldeira, cujo combustível é biomassa (serragem e lodo da estação de tratamento de efluentes) é o segundo resíduo com maior quantidade sendo enviado à aterro.

Para definição da correta destinação da cinza de caldeira foi realizado a classificação do resíduos em laboratório externo. O qual foi classificado como resíduos Classe II A.

Desta forma o resíduo da cinza é considerado favorável para a produção de adubos por meio da compostagem. Como no estado de Santa Catarina esta tecnologia está disponível, deve-se avaliar a proximidade com as unidades de compostagem para envio com menor custo.

- Resíduos orgânicos

Os resíduos orgânicos são aqueles gerados no restaurante e refeitório da empresa, nos processos de preparo, no descarte de alimentos não servidos e nas sobras de bandeja (sobras de pratos dos colaboradores).

Assim como os resíduos da cinza, a compostagem seria a destinação mais adequada encontrada. Como estes resíduos são compostos por matéria-orgânica os mesmos podem ser facilmente transformados em adubo.

Uma alternativa é a compostagem interna desses resíduos, havendo a necessidade de criação de uma área dentro da empresa para criação da composteira e até mesmo uma horta. No mercado são encontrados também composteiras elétricas que poderiam suprir a demanda.

De maneira geral a destinação ideal é a compostagem, tomando cuidados para que os resíduos sejam segregados de maneira correta e resíduos que não sejam degradáveis sejam descartados separadamente.

Os restos de comida devem ser acondicionados em tambores fechados e em câmara fria para evitar que a decomposição durante o período de armazenamento traga odores e proliferação de animais e vetores de doenças.

Pode-se considerar também os resíduos de jardinagem, poda de árvores e folhas secas ideias para envio para a compostagem.

- **Pó de celulose**

O resíduo de pó de celulose é gerado no processo de corte dos rolinhos de papel, sendo compostos basicamente por celulose são considerados biodegradáveis, classificados como resíduo Classe II A, não inertes.

Dentre as opções para destinação adequada deste resíduos estão coprocessamento, compostagem e reciclagem.

Por possuir uma granulometria muito baixa há dificuldades para possibilitar a reciclagem. Entre envio para compostagem, incineração ou coprocessamento deve-se preferir a compostagem, por possuir um menor custo e também por ser favorável para o processo de formação de adubos, permitindo maior porosidade e também por absorver umidade.

- **Diversos contaminados**

Os resíduos contaminados são em sua maioria estopas contaminadas por hidrocarbonetos, embalagens de produtos químicos e demais resíduos classe I.

Latas de tinta que estejam vazias poderão ser enviadas para reciclagem, em caso de haver residual deverão ser encaminhadas ao coprocessamento (em pequenas quantidades).

Os resíduos devem ser enviados inicialmente para a blendagem, para que sejam homogêneos com outros resíduos e então enviados para coprocessamento em indústria cimenteira.

- **Diversos não-recicláveis**

Os resíduos não recicláveis são gerados nas diversas áreas da empresa e são compostos por guardanapos sujos, adesivos, papel plastificado entre outros.

Nas pesquisas realizadas, foram encontradas como alternativas disponíveis a incineração e coprocessamento, sendo a segunda opção a melhor por não haver geração de resíduos e por receber uma grande diversidade de resíduos.

Deve ser realizada uma segregação rigorosa para evitar que resíduos que possam ser reciclados acabem sendo enviados para coprocessamento, deixando de ter valor econômico agregado e trazendo alto custo para o gerenciamento de resíduos.

- **Resíduos eletrônicos**

Os resíduos eletrônicos possuem grande valor agregado, pois possuem materiais de alto valor em sua composição, porém é necessário que sejam desmontados e que suas peças sejam separadas para destinação apropriada.

Sugere-se o envio desses materiais para empresa especializada em reciclagem de resíduos eletrônicos, assim os resíduos passaram a ter valor e deixarão de ser um custo como destinação de resíduos perigosos.

- **Papel Sanitário**

Os resíduos gerados nos banheiros da empresa possuem certa complexidade para reciclagem. Não tendo tecnologias disponíveis para descontaminação e reaproveitamento.

A tecnologia no estado de Santa Catarina encontrada para destinação além do aterro sanitário é a incineração, a qual acaba reduzindo o volume e também reduzindo a toxicidade e patógenos do resíduo. Os resíduos devem ser armazenados em local afastado da empresa em sacos bem fechados para evitar odores e proliferação de vetores de doenças e então enviados à empresa de incineração.

## **5 CONCLUSÃO**

A redução o envio de resíduos para aterros representa a redução do impactos ambientais causados pela empresa, assim como auxilia na valorização de resíduos e melhora a imagem da empresa diante seus consumidores.

Os resíduos gerados na indústria em estudo possuem grande potencial para destinações ambientalmente adequadas e sustentáveis, permitindo que a empresa atinja “Aterro Zero”.

O estado de Santa Catarina conta com diferentes tecnologias para destinação de resíduos industriais, suficiente para atender a indústria do estado. Porém é importante que tenhamos mais opções e mais tecnologias para reaproveitamento dos resíduos. De maneira geral os aterros ainda são utilizados em grande parte.

Como destinações finais para os resíduos gerados podemos destacar a reciclagem, para resíduos de construção civil e resíduos eletrônicos; compostagem para resíduos de restaurante, jardinagem, pó de celulose e cinza de caldeira; incineração para resíduos de papéis sanitários e coprocessamento para resíduos diversos não recicláveis e resíduos perigosos.

Todas as destinações citadas no estudo podem ser iniciadas pela empresa, levando em consideração menores custos com transporte e destinação.

A empresa deve estar constantemente avaliando e registrando a geração de seus resíduos e suas destinações, avaliando possibilidades de não geração, reúso e reciclagem. Outro aspecto importante é o acompanhamento de indicadores como custos e receitas referentes à gestão de resíduos, geração de resíduos e também percentual de resíduos enviados à aterros, estes dados auxiliam na tomada de decisão e melhoria contínua na gestão de resíduos.

## REFERÊNCIAS

ABRECON. **O que é entulho**. Disponível em: <https://abrecon.org.br/entulho/o-que-e-entulho/>. Acesso em: 10 jun. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Panorama do Coprocessamento 2019**: ano base 2017. São Paulo, 2019. Disponível em: <[https://abcp.org.br/wp-content/uploads/2019/11/Panoramaco\\_processamento\\_2019\\_v2-bx.pdf](https://abcp.org.br/wp-content/uploads/2019/11/Panoramaco_processamento_2019_v2-bx.pdf)>. Acesso em: 23 maio 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**: 2018/2019. São Paulo, 2019. 68 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004: Resíduos sólidos – Classificação**. Rio de Janeiro, 2004.

BRASIL. **Lei nº 12.305**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm)>. Acesso em: 03 abr. 2020.

BUTTER, Paulo Luiz. **Desenvolvimento de um Modelo De Gerenciamento Compartilhado Dos Resíduos Sólidos Industriais No Sistema De Gestão Ambiental Da Empresa**. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/85207/224603.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 09 abr. 2020.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA (CNI). Indústria Automobilística e Sustentabilidade. Disponível em: < <http://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/2012/9/industria-automobilistica-e-sustentabilidade>>. Acesso em: 20 abr. 2020.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução nº 264, de 26 de agosto de 1999. Dispõe sobre o Licenciamento de fornos rotativos de produção de clínquer para atividades de co-processamento de resíduos. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 20 mar. 2000, Seção 1, p. 80-83. Disponível em:<<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=262>>. Acesso em: 23 mai. 2020.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução nº 307, de 29 de outubro de 2002c. Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 22 nov. 2002. Seção 1, p. 85-91. Disponível em:<<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=335>>. Acesso em: 20 mai. 2020.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução nº 313, de 29 de outubro de 2002c. Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 22 nov. 2002. Seção 1, p. 85-91. Disponível em:<<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=335>>. Acesso em: 09 abr. 2020.

COOPER, Miguel; et al. **Compostagem e reaproveitamento de resíduos orgânicos agroindustriais**. Piracicaba:ESALQ - Divisão de Biblioteca. 2010. Disponível em:<<http://www4.esalq.usp.br/biblioteca/sites/www4.esalq.usp.br/biblioteca/files/publicacoes-avenda/pdf/SPR%20compostagem.pdf>>. Acesso em: 16 maio 2020.

FIESP - Federação das indústrias do estado de São Paulo. **“Guia Técnico Ambiental da Indústria de Papel e Celulose - Série P+L”**. São Paulo/SP - Brasil, 2008. Disponível em:<<http://www.fiesp.com.br/>>. Acesso em: 20 abr. 2020.

FLUCOR TRATAMENTO DE EFLUENTES. **Coprocessamento de resíduos industriais**. Disponível em: <https://www.flucor.com.br/coprocessamento-residuos-industriais>. Acesso em: 23 maio 2020.

GODOY, João Carlos. Compostagem - Biomater 2008. Disponível em:<[http://www.mma.gov.br/estruturas/secex\\_consumo/\\_arquivos/compostagem.pdf](http://www.mma.gov.br/estruturas/secex_consumo/_arquivos/compostagem.pdf)>. Acesso em 16 maio 2020.

MAZZER, Cassiana; CAVALCANTI, Osvaldo Albuquerque. Introdução à gestão ambiental de resíduos. INFARMA. v.16, nº11-12, 2004.

Menezes, R.; Menezes, M.; Gerlach Real, J., 2000. “Estágio Atual da Incineração no Brasil. Grupo Kompac Energia e Meio Ambiente”. Seminário Nacional de Resíduos Sólidos e Limpeza Pública, VII, ABLP - Associação Brasileira de Limpeza Pública. São Paulo, SP, Brasil.

MINISTÉRIO DA SAÚDE (BR). Portaria nº 1480, de 31 de dezembro de 1990. Publicada em 7 de janeiro de 1991. Disponível em: <[http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/1990/prt1480\\_31\\_12\\_1990.html](http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/1990/prt1480_31_12_1990.html)>. Acesso em: 20 abr. 2020.

MORGADO, T. C.; FERREIRA, O. M. 2006. **Incineração de Resíduos Sólidos Urbanos, Aproveitamento na Co-Geração de Energia. Estudo para a Região Metropolitana de Goiânia.** Disponível em: <[http://web-resol.org/textos/incineracao\\_de\\_residuos\\_solidos\\_urbanos,.pdf](http://web-resol.org/textos/incineracao_de_residuos_solidos_urbanos,.pdf)> Acesso em: 23 mai. 2020.

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

RODRIGUES, Fábio. **Homem, trabalho e meio ambiente: desenvolvimento e sustentabilidade.** Disponível em: <<https://repositorio.uces.br/xmlui/bitstream/handle/11338/1010/Dissertacao%20Fabio%20Rodrigues.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 09 abr. 2020.

RTA, Revista de Tecnologia Aplicada- **Resíduos sólidos em restaurante comercial: um estudo de caso na cidade de Santos/SP.** Faculdade Campo Limpo Paulista, v.6, n.2, p.44-61, 2012 (Mai/Ago.).

SANTOS, Edilene Dias; ROCHA, Isabel Joselita Barbosa 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. 2020.

SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO SUSTENTÁVEL. **Plano Estadual de Resíduos Sólidos de Santa Catarina.** Florianópolis, 2018.

VERDERA. **Quem Somos.** Disponível em: <https://www.verderasolutions.com.br/>. Acesso em: 25 maio 2020.