

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS APLICADAS  
DEPARTAMENTO DE ADMINISTRAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PROPRIEDADE INTELECTUAL E  
TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA PARA INOVAÇÃO

FERNANDA PAULA MANOSSO

**ROADMAP TECNOLÓGICO PARA O TRATAMENTO DO RESÍDUO BORRA DE TINTA**

Maringá  
2019

FERNANDA PAULA MANOSSO

**ROADMAP TECNOLÓGICO PARA O TRATAMENTO DO RESÍDUO BORRA DE TINTA**

Projeto de Pesquisa submetido ao Programa de Pós-Graduação em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação da Universidade Estadual de Maringá, como requisito para a obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Wilker Caetano

Maringá  
2019

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)  
(Biblioteca Central - UEM, Maringá - PR, Brasil)

M285r Manosso, Fernanda Paula  
ROADMAP tecnológico para o tratamento do resíduo borra de tinta / Fernanda Paula Manosso. -- Maringá, PR, 2019.  
88 f.: il. color., figs., tabs.

Orientador: Prof. Dr. Wilker Caetano.  
Dissertação (Mestrado Profissional) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Sociais Aplicadas, Departamento de Administração, Programa de Pós-Graduação em Propriedade Intelectual & Transferência de Tecnologia para os Núcleos de Inovação Tecnológica (PROFNIT) - Mestrado Profissional em Rede Nacional, 2019.

1. Inovação. 2. Resíduo de tinta. 3. Roadmap. 4. Sustentabilidade. I. Caetano, Wilker, orient. II. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Sociais Aplicadas. Departamento de Administração. Programa de Pós-Graduação em Propriedade Intelectual & Transferência de Tecnologia para os Núcleos de Inovação Tecnológica (PROFNIT) - Mestrado Profissional em Rede Nacional. III. Título.

CDD 23.ed. 658

FERNANDA PAULA MANOSSO

**ROADMAP TECNOLÓGICO PARA O TRATAMENTO DO RESÍDUO BORRA DE  
TINTA**

Projeto de Pesquisa submetido ao Programa de Pós Graduação em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para Inovação da Universidade Estadual de Maringá, como requisito para a obtenção do título de Mestre.

Aprovado em:

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Wilker Caetano (Orientador)  
Universidade Estadual de Maringá

---

Prof. Dr. Silvio Claudio da Costa  
Universidade Estadual de Maringá

---

Prof. Dr. José Roberto Dias Pereira  
Universidade Estadual de Maringá

---

Prof. Dr. Dainel Tait  
Universidade Estadual de Maringá

Há uma força motriz mais poderosa que o vapor, a eletricidade e a energia atômica: a vontade.

Albert Einstein

## RESUMO

A geração de resíduo sólidos é considerada um ponto de preocupação da sociedade, devido a quantidade de rejeitos produzidos e a poluição causada pela sua destinação, principalmente nos recursos hídricos e solo. Nesse cenário, o resíduo de tinta se destaca em razão de sua alta toxicidade. Para tanto, o desenvolvimento de tecnologias para o tratamento desse rejeito industrial é de extrema importância e o Roadmap apresenta uma metodologia eficiente para a prospecção de novos processos de tratamento. Nesse contexto, este trabalho apresenta um estudo de prospecção tecnológica sobre o tratamento de borra de tinta, por meio de um *RoadMap* Tecnológico, que consiste em uma ferramenta de planejamento estratégico utilizada pelos diversos atores na cadeia produtiva de modo a auxiliar na tomada de decisão apresentando os resultados em análises temporais de curto, médio e longo prazos, relacionando-os com fatores críticos referentes a mercado, produto e tecnologia. O estudo de prospecção tecnológica foi realizado com base em pesquisas publicadas em forma de artigos científicos na base de dados Scopus e em bases de registros de patentes obtidos por meio da plataforma Orbit. O aproveitamento do rejeito como aditivos em outros materiais, principalmente na segregação em materiais de construção civil, como cimento e cerâmica, destacou-se em médio e longo prazo. Já em curto prazo, o método de destinação final, apenas para minimizar os impactos ambientais, como incineração e aterro, são determinantes como forma de tratamento para o resíduo. O estudo também mostrou que a metodologia escolhida foi bastante apropriada para entender o estado da arte no tratamento da borra de tinta, no âmbito de mercado, produto e tecnologia.

**Palavras-chave:** Borra de Tinta; Roadmap Tecnológico; Sustentabilidade.

## ABSTRACT

The generation of solid waste is considered a point of concern for society, due to the quantity of tailings produced and the pollution caused by their disposal, mainly in water and soil resources. In this scenario, the ink residue stands out due to its high toxicity. To this end, the development of technologies for the treatment of this industrial waste is of extreme importance and the Roadmap presents an efficient methodology for the prospection of new treatment processes. In this context, this paper presents a technological prospecting study on the treatment of paint sludge, through a Technological RoadMap, which is a strategic planning tool used by the various actors in the production chain in order to assist in decision making the results in short-, medium- and long-term temporal analyzes, relating them to critical factors related to market, product and technology. The study of technological prospecting was carried out based on research published in the form of scientific articles in the Scopus database and on patent registry databases obtained through the Orbit platform. The use of tailings as additives in other materials, especially in the segregation of civil construction materials, such as cement and ceramics, stood out in the medium and long term. In the short term, the destination method, only to minimize environmental impacts, such as incineration and landfill, are determinant as a form of treatment for the waste. The study also showed that the chosen methodology was quite appropriate to understand the state of the art in the treatment of paint sludge, in the scope of market, product and technology.

**Keywords:** Ink Waste; Technology Roadmap; Sustainability.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Evolução da população mundial.....	17
<b>Figura 2</b> - Doença de Minamata .....	21
<b>Figure 3</b> - Caracterização e classificação de resíduos. ....	24
<b>Figure 4</b> - Classificação dos resíduos sólidos .....	26
<b>Figura 5</b> - Cabine de pintura.....	35
<b>Figura 6</b> - Elementos do Roadmap .....	39
<b>Figura 7</b> - Estrutura de <i>Roadmap</i> .....	41
<b>Figura 8</b> - Metodologia <i>Roadmap</i> .....	42
<b>Figure 9</b> - Metodologia de Albright e Kappel .....	43
<b>Figura 10</b> - Sequência Temporal .....	46
<b>Figure 11</b> - Linguagem Visual Utilizada no Roadmap.....	47
<b>Figura 12</b> - Sequência temporal.....	54
<b>Figure 13</b> - Documentos utilizados no trabalho.....	54
<b>Figure 14</b> - Modelo proposto de Roadmap .....	77
<b>Figure 15</b> - Proposta de Roadmap para o tratamento do resíduo borra de tinta .....	78



## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1</b> - Resíduos Industriais do Paraná, Conforme Inventário, 2015.....	32
<b>Gráfico 2</b> - Desempenho Ambiental ( <i>Environmental Performance Index</i> ) no ano de 2016 ...	51
<b>Gráfico 3</b> - Distribuição dos Artigos Científicos nas Áreas de Pesquisa .....	58
<b>Gráfico 4</b> - Evolução Cronológica de Artigos com o Tema Resíduos de Tratamento de Borra de Tinta.....	59
<b>Gráfico 5</b> - Número de Publicações por País de Maior Produção no Tema .....	60
<b>Gráfico 6</b> - Documentos por filiação .....	60
<b>Gráfico 7</b> - Produtos Resultantes das Pesquisas Científicas.....	64
<b>Gráfico 8</b> - Tecnologias Contidas nas Pesquisas Científicas.....	65
<b>Gráfico 9</b> - Classificação das Patentes de Tratamento de Resíduo de Tinta .....	67
<b>Gráfico 10</b> - Evolução Cronológica de Depósito de Patentes.....	68
<b>Gráfico 11</b> - Quantidade de Depósito de Patentes por País .....	69
<b>Gráfico 12</b> - Produto das Patentes Ativas .....	71
<b>Gráfico 13</b> - Produtos Prospectados a Curto Prazo .....	74
<b>Gráfico 14</b> - Produtos dos Documentos Ativos em Análise.....	75

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Informações de Geração de Resíduos Industriais no Brasil.....	31
<b>Tabela 2</b> - Estratégia de Busca utilizada na base de dados Scopus .....	55
<b>Tabela 3</b> - Estratégia de Busca utilizada na base de dados Scopus com limitação da área de aplicação .....	55
<b>Tabela 4</b> - Estratégia de Busca utilizada de documentos de patentes.....	56
<b>Tabela 5</b> - Estratégia de Busca utilizada de documentos de patentes.....	57
<b>Tabela 6</b> - Classificações Internacionais de Patentes .....	66
<b>Tabela 7</b> - Empresas com Maior Número de Patentes no Tema.....	70
<b>Tabela 8</b> - Tratamentos Proyectados a Longo Prazo .....	75

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

CNEN	Comissão Nacional de Energia Nuclear
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
COVs	Compostos Orgânicos Voláteis
CTF	Cadastro Técnico Federal
EPO	Organizações Europeia de Patentes
INPI	Instituto Nacional da Propriedade Industrial
IPC	Classificação Internacional de Patentes
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
NBR	Normas Brasileiras
OMPI	Organização Mundial de Propriedade
SGA	Sistema de Gerenciamento Ambiental
TRM	Technology RoadMapping

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>15</b>
2.1 DEFINIÇÃO DE RESÍDUO SÓLIDO .....	15
2.2. HISTÓRICO DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS .....	16
2.3. RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS .....	20
2.4 CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS .....	22
2.5 ASPECTOS LEGAIS NO TRATAMENTO E GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS.	26
2.6 PRINCIPAIS DESTINAÇÕES DOS RESÍDUOS SÓLIDOS PRATICADAS NO BRASIL .....	29
2.7 DIAGNÓSTICO DA DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL .....	30
2.8 TINTAS .....	33
2.8.1 BORRA DE TINTA .....	35
2.9 ROADMAP .....	37
2.9.1 COMO ELABORAR UM <i>ROADMAP</i> .....	40
2.9.2 ROADMAP DE MEIO AMBIENTE DO ESTADO DO PARANÁ .....	47
2.9.3 MAPA ESTRATÉGICO DE MEIO AMBIENTE REALIZADO PELA CNI .....	50
<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>53</b>
3.1 ESTRATÉGIA DE BUSCA DE ARTIGOS CIENTÍFICOS NO TEMA DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS DE TINTA .....	55
3.2 ANÁLISE DE DOCUMENTOS DE PATENTES .....	56
<b>4 RESULTADOS .....</b>	<b>58</b>
4.1. ANÁLISE DOS ARTIGOS CIENTÍFICOS .....	58
4.2 PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA DO TRATAMENTO DO RESÍDUO BORRA DE TINTA REALIZADO EM BASE DE PATENTES .....	65
4.2.1 ANÁLISE DAS PATENTES ATIVAS .....	70
4.3 ANÁLISE CURTO, MÉDIO E LONGO PRAZO .....	74
4.4 SUGESTÃO DE CONFIGURAÇÃO DE <i>ROADMAP</i> .....	76
4.5 <i>ROADMAP</i> .....	77
<b>4 CONCLUSÃO .....</b>	<b>81</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>84</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Produzidos em todos os estágios das atividades humanas, os resíduos, tanto em termos de composição como de volume, variam em função das práticas de consumo e dos métodos de produção. Na época do Império, o lixo era essencialmente orgânico e assim era possível depositá-lo diretamente no solo, entretanto, após a Revolução Industrial, a evolução tecnológica, proveu, além do aumento da qualidade de vida, o crescimento acelerado e desordenado da população mundial e um aumento do montante de resíduos gerado por pessoa diariamente (SANTOS, 2011).

Nesse cenário, Santos (2011) apresenta em sua pesquisa o estudo realizado pelo Banco Mundial, denominado “Indicadores do Desenvolvimento Mundial” (WORLD BANK, 2010). Esses indicadores revelam que a população mundial duplicou em apenas 44 anos, passando de 3,324 bilhões de habitantes em 1965, para mais de 6,750 bilhões em 2009. No que diz respeito à destinação e tratamento dos resíduos sólidos, o crescimento da população mundial torna-se um desafio no que se refere à gestão destes materiais.

Além do aumento da quantidade de rejeitos, o desenvolvimento de novos materiais e processos fabris incrementaram a toxicidade existente nos dejetos. Muitos dos resíduos industriais podem apresentar-se na forma sólida, líquida ou gasosa, afetando locais muitas vezes distantes de sua geração.

Nesta conjuntura, o resíduo denominado borra de tinta, classificado como perigoso (Classe 1), destaca-se, devido sua produção em diversos ramos industriais (fábrica de peças, automobilísticas, indústrias de móveis e eletrodomésticos) e por possuir alto teor de agentes tóxicos. A borra de tinta é formada em processos de pintura e acontece durante a aplicação da tinta, geralmente por spray manual ou robotizado, onde a tinta que não ficou aderida à superfície da peça é coletada em exaustores nas cortinas de água (PRAXEDES, 2013). O fator responsável pela alta toxicidade da borra de tinta está na presença dos metais pesados, que são conferidos às tintas pelos corantes e resultam em potencial contaminação dos solos e consequentemente dos lençóis freáticos.

A destinação mais conhecida deste material são os aterros especializados, que aferem um alto custo às empresas. Esse fato é explorado pela pesquisa realizada por Trigueiro (2012), que atribui um custo por quilo, praticado pelas empresas de destinação, de mil reais, já Praxedes (2013) afirma que o custo anual de destinação do resíduo em questão chega a meio milhão de reais, na empresa objeto de seu estudo.

Os dados apresentados sugerem uma real necessidade de aplicações de novas tecnologias a fim de reduzir os custos e impactos ambientais negativos no tratamento do resíduo borra de tinta, e a prospecção tecnológica, utilizando a metodologia Roadmap, mostra um caminho viável para o conhecimento e identificação das tecnologias pujantes na área estudada.

A prospecção é uma forma de acompanhar as tendências tecnológicas e obter informações úteis para o desenvolvimento de inovações, por meio de informação contida em documentos de patente. Esses dados são estimuladores de pesquisas, indícios de tendências tecnológicas, táticas de proteção de mercados, lideranças setoriais e/ou distribuição de tecnologias (OBERZINER, 2016).

A metodologia de *Technology RoadMapping* (TRM), dentro do conceito de prospecção tecnológica, consiste em uma ferramenta de planejamento estratégico utilizada pelos diversos atores na cadeia produtiva de modo a auxiliar na tomada de decisão, apresentando os resultados em análise temporal de curto, médio e longo prazos. O Roadmap permite representações gráficas simplificadas que estruturam a exploração de caminhos de crescimento e acompanhamento das ações que buscam chegar aos objetivos (SENAI/PR, 2008).

Nesse contexto, esta pesquisa visa apresentar um *Roadmap Tecnológico*, construído por meio de um levantamento de dados bibliométricos sobre o tratamento do rejeito de tinta de forma a auxiliar a tomada de decisão, de forma geral, dos geradores dos resíduos, empresas de tratamento e empreendedores da área de gestão ambiental.

Além do cenário atual caracterizado pela necessidade de novas tecnologias de tratamento para o resíduo sólido, o trabalho foi motivado pelo caso específico da necessidade de uma empresa fabricante de implementos rodoviários, que produz em média trinta toneladas do resíduo de tinta por mês e realiza a destinação para aterros, com custo mensal médio de quinze mil reais, totalizando cento e oitenta mil reais ao ano, para o seu tratamento. Essa procura formas de destinação do rejeito que sejam menos impactantes ao meio ambiente, e em longo prazo, economicamente viáveis. Dessa forma, este estudo também apresenta sugestões de tecnologias pujantes para a resolução deste problema, fornecendo informações para a tomada da decisão da empresa.

A pesquisa foi realizada em base mundial de patentes, publicações científicas, relatórios técnicos publicados por entidades governamentais e não governamentais sobre o tema, além de buscas em mídia especializada. Por meio da metodologia Roadmap e análise das normas técnicas e legislações que norteiam a aplicação da tecnologia, o produto desta pesquisa é a proposição de aplicação de tecnologias sustentáveis para o tratamento ambiental do rejeito

industrial borra de tinta, no âmbito ambiental e econômico e com atendimento aos aspectos legais envolvidos.

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

### **2.1 DEFINIÇÃO DE RESÍDUO SÓLIDO**

O conceito de resíduo ou lixo, termos utilizados no Brasil, está continuamente alusivo com o método de organização de sociedade adotada pelo ser humano, e assim pode diversificar com o espaço, tempo e cultura (ROCHA, 2006).

Na esfera legislativa federal, a Política Nacional de Resíduos Sólidos define resíduo sólido como material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquido cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos de água, exijam para isso soluções técnicas ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia possível (BRASIL, 2010). Exemplos de resíduo no estado líquido, considerados resíduo sólido, são os solventes orgânicos, óleo e reagentes de laboratório, em que o tratamento do material como efluente é inviabilizado pela não existência de tecnologia disponível. Esses materiais são reciclados ou dispostos em aterros especialmente dimensionados para não poluir o solo e os recursos hídricos. Os recipientes contendo resíduos gasosos radioativos também são considerados exemplos de resíduos sólidos e sua destinação é realizada em estabelecimentos especialmente dimensionados para o decaimento de sua atividade nuclear, atendendo as especificações das Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN).

No âmbito estadual, a Lei 12493, de 22 de janeiro de 1999, estabelece princípios, procedimentos, normas e critérios referentes à geração, acondicionamento, armazenamento, coleta, transporte, tratamento e destinação final dos resíduos sólidos no Paraná, e define resíduo sólido como “matéria ou substância, no estado sólido e semi-sólido, que resulte de atividade industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, serviços, varrição e outras atividades da comunidade, capazes de causar poluição ou contaminação ambiental” (PARANÁ, 1999). Embora a legislação federal tenha sido atualizada em 2010, com a instituição da Política Nacional de Resíduos Sólidos, os regulamentos estaduais do Paraná não foram modificados, não incluindo no conceito de resíduo sólido materiais dos líquidos ou gases contidos em

recipientes que não apresentam tecnologia de tratamento para a posterior destinação em corpos hídricos.

As legislações federais e estaduais apresentam os conceitos apresentados pela Norma Brasileira NBR 10.004 de 2004, Resíduos Sólidos - Classificação. A NBR foi elaborada pela Comissão de Estudo Especial Temporária de Resíduos Sólidos, formada por representantes dos setores produtivos, consumidores e neutros, como universidades e laboratórios. A elaboração da norma técnica ainda contou com as contribuições da sociedade em Consulta Pública, conforme Edital número 08 de 30.08.2002. A NBR 10.004 (2004) define resíduo sólido como:

Resíduos nos estados sólido e *semi-sólido*, que resultam de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição”. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos de água, ou exijam para isso soluções técnica e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível.

Nas publicações científicas, o termo resíduo foi definido com base nas legislações e na morfologia da palavra. Bidone (2001) afirma que a palavra lixo provém do latim *lix*, que tem sentido de cinzas, já resíduo sólido deriva do latim *residuu*, que significa o que sobra de alguns materiais. Outrossim, Monteiro et. al (2001) definem resíduo sólido ou lixo como todo material sólido ou semissólido indesejável e que necessita ser removido por ter sido considerado inútil por quem o descarta, em qualquer recipiente destinado a este ato. Os autores ainda ressaltam a particularidade da inutilidade do lixo, pois aquilo que já não confere utilidade para quem o despreza é possível ser transformado em material para um novo produto ou processo pelo trabalho de outras pessoas e por esse ângulo o resíduo é conceituado como a ausência de alguém que possa reutilizá-lo ou reciclá-lo.

O estabelecimento de quais materiais são definidos como resíduos sólidos é de grande importância para a destinação correta com menor impacto ambiental, conforme preconizado nas legislações.

## 2.2. HISTÓRICO DO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

O homem sempre procurou alternativas para a destinação dos resíduos produzidos por suas atividades. No período dos primórdios das civilizações, as comunidades eram pequenas e a diluição dos dejetos nos próprios recursos naturais era a solução adotada. Com o aumento das comunidades, o acúmulo destes materiais tornou-se um grave problema. Nas sociedades

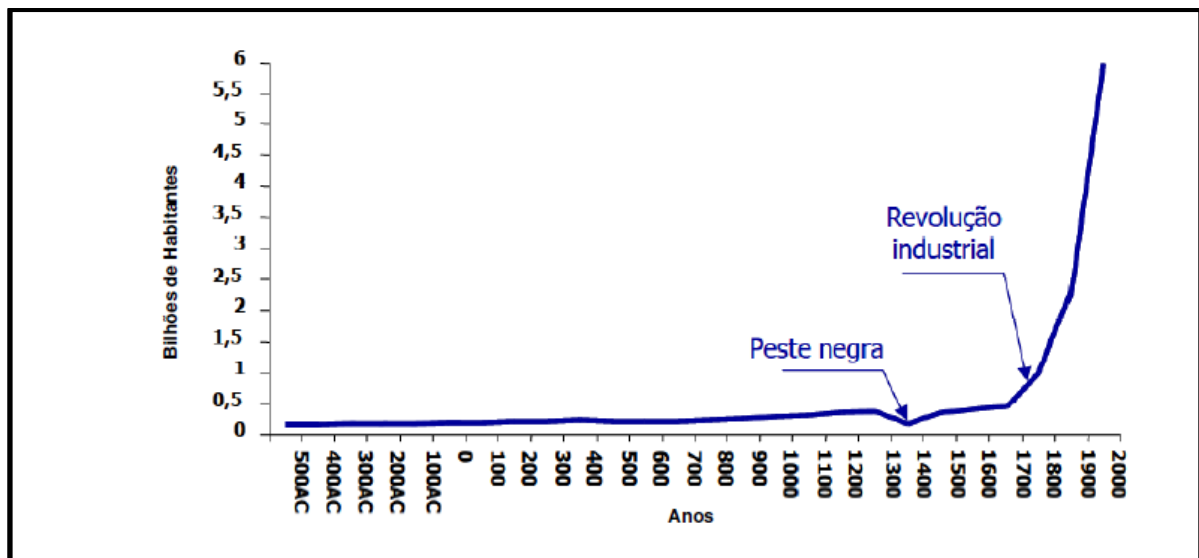


medievais, a prática de depositar lixo e resíduos líquidos em terrenos vazios, rios e mares resultou na proliferação de ratos e com eles as pulgas, que causaram a peste bubônica, conhecida como a Morte Negra, que dizimou a metade dos europeus no século XIV (SIMIÃO, 2011).

Na era medieval a limpeza urbana, incluindo a remoção de corpos humanos e todos os resíduos produzidos pela sociedade, era realizada por prostitutas, escravos e mendigos, todos os dejetos eram apenas levados para longe das cidades, sem a realização de qualquer tratamento sanitário.

Com a Revolução Industrial, no século XVIII, os problemas ambientais devido ao lançamento de resíduos aumentaram, pois com a implantação dos processos industriais, estes aderiram características tóxicas, com a produção de metais pesados, que antes eram apenas orgânicos. Além disso, as comunidades cresciam ao redor das indústrias e a quantidade de dejetos domésticos também aumentava nas cidades. Outro fato que agravou a poluição oriunda de resíduos sólidos foi o grande aumento populacional que a revolução resultou, com a melhoria da qualidade de vida da sociedade. Conforme apresentado pela Figura 1, a população apresentou crescimento exponencial, após o marco histórico (SIMIÃO, 2011).

**Figura 1** - Evolução da população mundial.



Fonte: SIMIÃO, 2011.

As consequências para a saúde pública da falta de gestão dos resíduos urbanos só foram conhecida no final do século XIX, quando *Pasteur* (1850-1890) atestou a teoria mais importante para a história da medicina, a Teoria Germinal, que afirmava que maioria das doenças humanas

eram ligadas a microrganismos, como bactérias, fungos, protozoários e helmintos (vermes). Esta teoria passou a ter uma forte ligação com os problemas de poluição ambiental e falta de estrutura sanitária. Assim, com a conclusão que os dejetos atraíam vetores de doenças, como ratos, a difusão da teoria resultou na ampliação dos sistemas de limpeza e tratamento de resíduos (LOPES, 2006).

Apenas no Século XIX a preocupação com o meio ambiente se intensificou, com início do compromisso do poder público em prover a coleta dos dejetos gerados pela sociedade. Seria uma primeira medida capaz de reduzir o risco de aparecimento e propagação de doenças (TROTA, 2011). Algumas mudanças no processo de disposição do lixo foram modificadas, como a substituição das fogueiras por incineradores de lixo e o reaproveitamento rudimentar dos catadores pelos primeiros conceitos de coleta seletiva. Estes processos começaram nos Estados Unidos e propagaram na Europa (TORRES, 2014).

Machado e Casadei (2007) afirmam que as primeiras incineradoras de lixo para produzir energia surgiram em 1874 na cidade de Nothingan, na Inglaterra, sendo assim os primeiros processos de coleta e destinação de lixo.

A partir do século XX, além do aumento significativo dos resíduos, a ocorrência de uma série de acidentes ambientais causou preocupação e a mobilização da sociedade para a degradação ambiental e os impactos na qualidade de vida dos seres humanos (SIMIÃO, 2011). Dentre os principais marcos relativos a acidentes ambientais no século XX, destacam-se:

- Na Inglaterra, entre 4 e 13 de dezembro de 1952, um nevoeiro cinzento formado por dióxido de enxofre e outros poluentes, tomou conta da cidade de Londres. Este fenômeno foi resultante da queima de carvão para a produção de energia e aquecimento das residências, processo que causa grandes emissões de enxofre e particulados para a atmosfera. O fato ficou conhecido como *Big Smog* e suas consequências foram a morte de 100 pessoas devido a um ataque cardíaco decorrentes da dificuldade de respiração, além de provocar aproximadamente 8000 mortes por bronquite, enfisema pulmonar, gripe e pneumonia durante esses quatro dias (SIMIÃO, 2011).
- Em 1984, o vazamento de 25 toneladas de isocianato de metila, causado pela União Caribe, em Bhopal, na Índia, resultou na morte de cerca de 3000 pessoas e intoxicação de mais 200.000.
- Em 1985, se inicia a discussão dos impactos do aquecimento global, causado pelo buraco na camada de ozônio (SIMIÃO, 2011).

- Em 1986, a explosão de um reator da usina de Chernobyl, causada pelo desligamento de um refrigerador, acarretou um incêndio que durou uma semana, lançando uma radiação 30 vezes maior que a bomba de Hiroshima. As consequências foram 80 mortes e mais de 2.000 pessoas hospitalizadas. Acredita-se que 135.000 pessoas desenvolveram câncer e os descendentes das pessoas contaminadas possam sofrer mutação genética por mais de 150 anos (SIMIÃO, 2011).

- Em 1989, a Exxon-Valdez causou o vazamento de 44 milhões de litros de petróleo resultando na morte de milhares de animais (SIMIÃO, 2011).

Diante desses fatos, a sociedade passou a refletir sobre suas ações e os impactos ambientais. Esta nova percepção da relação entre os homens e o meio ambiente, concretizou-se por meio de vários e importantes eventos, com a participação das mais importantes potências econômicas mundiais e criação de metas para mitigar as consequências dos problemas ambientais.

A primeira grande conferência, com objetivo de debater as relações entre a vida humana e o meio ambiente, foi realizada pela Organização das Nações Unidas (ONU), em 1972, em Estocolmo, na Suécia. O evento contou com a presença de 113 países e foi cercada de impasses entre os países desenvolvidos e os em desenvolvimento. Os países desenvolvidos defendiam ações preventivas em relação a poluição da água, ar e solo, enquanto os em vias de desenvolvimento, não concordavam, pois afirmavam que estas ações seriam um bloqueio para o crescimento das economias da América Latina, África e Ásia (SIMIÃO, 2011). Ainda assim, esta conferência representou um importante marco mundial, pois foi a primeira discussão sobre crescimento populacional, econômico e seus impactos no meio ambiente. Resultou também na definição do conceito de desenvolvimento sustentável (SIMIÃO, 2011): “O desenvolvimento sustentável é o desenvolvimento que encontra as necessidades atuais sem comprometer a possibilidade das futuras gerações de atender suas próprias necessidades” (ONU, 1972).

No Rio de Janeiro, em 1992, foi realizada a Cúpula da Terra, ou também conhecida como Eco 92. Nas duas décadas que intercalam as conferências de Estocolmo e a ocorrida no Rio de Janeiro, o conceito de desenvolvimento sustentável passou a ser aceito por todas as Nações. A Eco 92 foi marcada pela origem da Agenda 21, que é um documento onde constam os planos de ações para o atingimento de todas as metas citadas no evento (SIMIÃO, 2011).

Embora a preocupação com o meio ambiente seja uma questão atualmente discutida e haja um consenso entre as Nações de que os impactos ambientais, como o aquecimento global e escassez dos recursos naturais seja uma verdade consolidada, a humanidade ainda continua degradando dia a dia o meio ambiente. Na esfera dos resíduos sólidos, o consumismo, a alta

geração de dejetos e a destinação incorreta é uma realidade que causa a poluição do solo e da água.

No âmbito da geração de resíduos sólidos a produção de dejetos no mundo triplicou nos últimos trinta anos e aferiu a responsabilidade deste fato essencialmente ao consumismo, desperdício de materiais e embalagens.

### 2.3.RESÍDUOS SÓLIDOS INDISTRIAIS

Pereira et.al (2015) argumenta que os resíduos industriais são significantes no que se refere a degradação do meio ambiente. O autor afirma que esses dejetos contêm produtos químicos, metais e solventes que ameaçam os ciclos naturais onde são despejados, impactando assim a saúde do meio ambiente e conseqüentemente dos seres que nele vivem.

Nesse contexto, o primeiro registro de desastre ambiental relacionado com resíduos sólidos industriais ocorreu em 1953, em Minamata no Japão. Uma planta química da *Chisso Corporation*, fabricante de ácido acético e cloreto de vinila, com catálise com mercúrio, lançou resíduos contendo o metal perigoso em corpo hídrico onde havia a atividade de pesca para consumo da comunidade. A contaminação ambiental atingiu a biota marinha, águas de sua vizinhança e atingiu a população através da ingestão de peixes e frutos do mar, resultando na “Doença de Minamata”, que foi oficialmente reconhecida em 1956 (MICARONI et.al, 2000).

A “Doença de Minamata” afeta o sistema nervoso e foi detectada a partir da ocorrência do grande número de pessoas que apresentavam o entorpecimento de seus dedos, lábios e língua. Além disso, foram observadas mortes de peixes e mariscos, enquanto pássaros e gatos morriam violentamente com desordens nervosas. Micaroni et. al (2000) afirma que até 1960, mais de 110 pessoas já haviam sido constatadas com a doença, resultando em 20% de mortalidade e incapacidade dos demais pacientes. O autor ressalta que os dados quantitativos não são exatos, devido a existência de grande número de publicações, entretanto, os autores mais pessimistas descrevem que até 1997, o número de vítimas fatais já havia chegado a 887, sendo que mais 2209 casos da chamada “Doença de Minamata” haviam sido registrados e que mais de 40 anos após a descoberta oficial do problema, ainda havia presença de mercúrio nos peixes dos corpos hídricos localizados na vizinhança (concentração de mercúrio maior que 0,04 mg.kg-1).

**Figura 2 - Doença de Minamata**



Fonte: [http://professoralucianekawa.blogspot.com/2015/04/o-desastre-de-minamata\\_9.html](http://professoralucianekawa.blogspot.com/2015/04/o-desastre-de-minamata_9.html)

Outro fato de repercussão mundial ocorreu em 1978 no bairro de *Love Canal*, em Niágara Falls nos Estados Unidos (HERCULANO, 2006). O bairro era utilizado pela empresa *Hooker Chemical Co*, desde 1920 como depósito de resíduos químicos compostos com substâncias como diclorodifeniltricloroetano, solventes, bifenilos policlorados, dioxinas e metais pesados. Após o término das atividades industriais, em 1950 o local foi ocupado por habitações e no mesmo ano os moradores já relatavam sentir odores característicos de produtos tóxicos de seus quintais, além de relatar vertigens ao permanecerem no local. As principais consequências identificadas na população foram aumento de abortos, natimortos, crises nervosas, hiperatividade, epilepsia e distúrbios no trato urinário dos moradores.

Nesse contexto, o Brasil também registrou contaminações oriundas de resíduos sólidos, em 1987 o acidente com um equipamento de radioterapia descartado erroneamente e vendido a um ferro velho, chamou a atenção da população para a falta de cuidados com o gerenciamento de resíduos, principalmente os radioativos, que neste caso causou a contaminação com o Césio 137, comprometendo a saúde de 110 pessoas e causando 4 mortes (SIMIÃO, 2011).

Nesse âmbito, as legislações que apresentam medidas para o gerenciamento dos resíduos sólidos estão cada vez mais restritivas. Entretanto, no segundo milênio, a contaminação ambiental devido à falta de consciência no processo de gerenciamento dos resíduos sólidos continua a ocorrer. No setor de mineração, em 5 de novembro de 2015 ocorreu o rompimento da barragem de Fundão, da mineradora Samarco, em Mariana (MG), que resultou

no despejo de 45 milhões de metros cúbicos de rejeitos na natureza, causando a morte de dezenove pessoas; o isolamento de áreas habitadas; desalojamento de comunidades pela destruição de moradias e estruturas urbanas; fragmentação de habitats; destruição de áreas de preservação permanente e vegetação nativa; mortandade de animais domésticos, silvestres e de produção; restrições à pesca; dizimação de fauna aquática silvestre em período de defeso; dificuldade de geração de energia elétrica pelas usinas atingidas; alteração na qualidade e quantidade de água; além de sensação de perigo e desamparo da população em diversos níveis (IBAMA, 2019).

O descaso no tratamento resíduo das mineradoras é a causa de uma tragédia ambiental ainda maior que a de Mariana, ocorrida em Brumadinho, também localizada no estado de Minas Gerais. O rompimento de uma barragem da mineradora Vale resultou no total 186 mortos, devastação de 133,27 hectares de vegetação nativa de Mata Atlântica e 70,65 hectares de Áreas de Preservação Permanente (APP), segundo dados divulgados pelo IBAMA (2019).

As diretrizes de gerenciamento de resíduos industriais são discutidas dentro do contexto de resíduos urbanos, para tanto desde a década de setenta o assunto tem sido alvo de grande mobilização em termos legislativos e boas práticas objetivando a preservação do meio ambiente, entretanto, em vista dos fatos apresentados, os resíduos sólidos ainda resulta em grande impacto ambiental, assim a exploração do tema, por meio de estudos e pesquisas que apresentem soluções e diretrizes para reduzir a geração de resíduos e estabelecer formas de destinação mais sustentáveis é de extrema importância para a sociedade.

## 2.4 CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS

A Política Nacional de Resíduo Sólido e a legislação estadual do Paraná consideram a classificação redigida pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), por meio da norma de Classificação de Resíduos Sólidos, Norma Brasileira (NBR) 10004:2004.

A classificação dos dejetos sólidos, conforme essa norma, considera o estudo do processo que originou o material, os ensaios laboratoriais para identificar os seus constituintes e características, além de comparar estes resultados com listagens de substâncias, no qual as alterações provocadas à saúde e ao meio ambiente sejam conhecidas (ABNT NBR 10004:2004). Apresenta ainda a listagem de substâncias e resíduos, nos Anexos de A a H:

- Anexo A: apresenta uma lista de resíduos perigosos produzidos por diversas atividades industriais, sem uma origem específica. Os resíduos listados no Anexo A são enquadrados como perigosos.

- Anexo B: apresenta uma lista de resíduos perigosos produzidos por atividades industriais específicas, como por exemplo refino de óleo, fabricação de tintas e pesticidas. Todos os materiais descritos nesse anexo também são considerados perigosos.
- Anexo C: apresenta substâncias que conferem periculosidade aos dejetos. O anexo apresenta 105 substâncias químicas que quando são identificados, por meio de análise ou componentes das matérias-primas utilizadas no processo de fabricação em que o resíduo foi gerado, caracterizam o resíduo como perigoso.
- Anexo D e E: apresenta uma listagem substâncias tóxicas, que quando são identificadas no rejeito caracterizam-no como perigoso.
- Anexo F: fornece o limite máximo de concentração obtido no ensaio de laboratório do extrato de lixiviado para identificá-lo como não perigoso.
- Anexo G: fornece o limite máximo de concentração obtido no ensaio de laboratório de solubilização para identificá-lo como não perigoso.
- Anexo H: apresenta o código de alguns resíduos classificados como não perigosos.

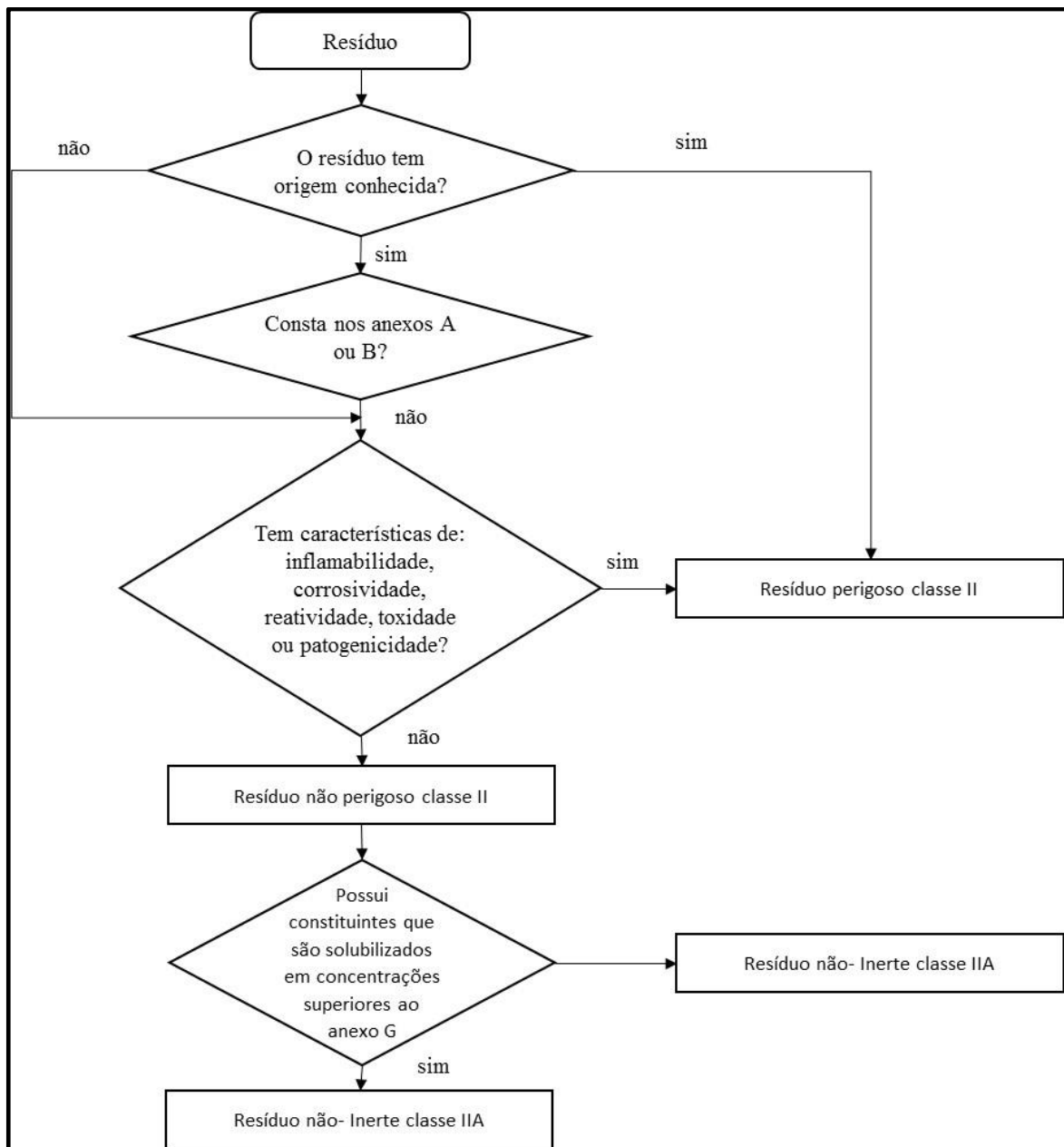
A Figura 3 mostra a forma como a referida norma enquadra os resíduos sólidos, no que se refere ao risco para a saúde pública e meio ambiente. São classificados em dois grupos: perigosos (Classe I) e não perigosos (Classe II). Os não perigosos ainda são classificados como inertes (Classe II B) e não inertes (Classe II A).

Os Resíduos Classe I, são os denominados resíduos perigosos, ou seja, são os dejetos que, por meio de suas propriedades físicas, químicas ou biológicas, podem conferir ameaças à saúde humana ou ao meio ambiente, quando realizada a gestão de modo irregular. Outras características do resíduo classe I são: inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e ou patogenicidade.

Os Resíduos Classe IIA (Não Inertes) são os materiais que não se classificam como classe I - Perigosos ou de resíduos classe IIB – Inertes. Estes se caracterizam por aspectos, tais como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água. Os Resíduos classe IIB (Inertes) são os dejetos que submetidos aos testes de solubilização estabelecidos na norma ABNT NBR 10006:2004, não apresentam alterações na água antes da adição do resíduo.

A Figura 3 indica a utilização dos Anexos A e B da norma NBR 10004:2004 para os casos em que a origem do material seja conhecida; e a análise dos aspectos de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxidade e patogenicidade, para o enquadramento de rejeitos de origem desconhecida, assim, neste caso faz-se necessária a análise laboratorial do material para identificação das características.

**Figure 3 - Caracterização e classificação de resíduos.**



Fonte: NBR 10004:2004

A Política Nacional de Resíduos Sólidos, elaborada em 2010, além de utilizar as diretrizes estabelecidas pela NBR10004:2004, classifica os resíduos sólidos de acordo com a sua origem, quanto a periculosidade, composição e volume (BRASIL, 2010).

Quanto à origem, os dejetos são classificados como: *i*) resíduos domiciliares originados de atividades em residências; *ii*) resíduos de limpeza urbana, originados da varrição, limpeza de vias públicas e outros serviços de limpeza das cidades; *iii*) resíduos sólidos urbanos: todos os citados em “*i*” e “*ii*”; *iv*) resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços; *v*) resíduos dos serviços de saneamento básico; *vi*) resíduos industriais, gerados em processos



produtivos e instalações industriais; *vii*) resíduos de serviços de saúde: gerados nos serviços de saúde, incluindo farmácias e clínicas diversas; *viii*) resíduos da construção civil, rejeitos de reformas, demolições e escavações de obras civis; *ix*) resíduos de serviço de transportes, dejetos de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários; *x*) resíduos agrossilvopastoris: gerados em atividades agropecuárias e silviculturais; e *xi*) resíduos de mineração: originários de pesquisa, beneficiamento ou extração de minérios (BRASIL, 2010).

Segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos (2010), estes são enquadrados conforme sua periculosidade em: *i*) perigosos, que são aqueles que possuem características de inflamabilidade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade e capacidade de produzir malformações congênitas no feto e *ii*) resíduos não perigosos, são aqueles não classificados em *i*). Os Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) são classificados no grupo de resíduos não perigosos.

Russo (2003) apresenta em um quadro (Figura 4) a classificação dos resíduos dadas pelas normas e legislações pertinentes e afirma que a classificação é realizada por meio de análises físicas, químicas, biológicas ou infecto-contagiosas presentes no material. O autor ainda afirma que os requisitos que mais influenciam na resolução de qualquer questão sobre resíduos sólidos, são a composição, a origem e a quantidade gerada. Além das classificações dos resíduos como perigosos e não perigosos, utiliza a categoria de Resíduo Inerte, análoga a Classe II B da NBR 10004:2004, que são materiais que, no aterro, não apresentam modificações físicas, químicas ou biológicas significantes, além de satisfazerem os requisitos dos testes de solubilização, ou seja, que apresentem seus constituintes solubilizados, em concentrações superiores aos estipulados pela normas ABNT NBR 10005 (2004) e ABNT NBR 10006:2004.

**Figure 4 - Classificação dos resíduos sólidos**



Fonte: RUSSO, 2003.

## 2.5 ASPECTOS LEGAIS NO TRATAMENTO E GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS

A Política Nacional do Meio Ambiente (Brasil, 2010) apresenta como principais princípios: *i*) precaução e prevenção, com o estabelecimento de exigências que reduzem os impactos ambientais antes do dano ser causado; *ii*) o conceito global no gerenciamento dos resíduos sólidos, considerando os fatores social, cultural, econômico, tecnológico e de saúde pública; *iii*) o desenvolvimento sustentável, com a preocupação na preservação dos recursos naturais para as próximas gerações; *iv*) a exigência da eco eficiência, por meio da combinação entre o fornecimento de itens de consumo que satisfaçam as necessidades da sociedade e competitividade comercial, resultem em qualidade de vida, mitiguem a poluição e utilização dos recursos naturais a um patamar que corresponde à capacidade de renovação e absorção do

planeta; v) o trabalho conjunto entre setor público, empresarial e comunidade; e vi) a responsabilidade compartilhada entre fabricantes, distribuidores, comerciantes e consumidores, pelo ciclo de vida dos produtos, por meio do estabelecimento do conceito de logística reversa, que objetiva na reciclagem dos materiais envolvidos desde a fabricação até o fim de sua vida útil.

A legislação estabelece as responsabilidades do poder público nas esferas federal, estadual e municipal, com a necessidade de implementar o gerenciamento de resíduos integrado e atribui a responsabilidade da correta destinação dos resíduos sólidos urbanos, que são os rejeitos produzidos pelos domicílios e pequenos comerciantes, além de integrar com a comunidade e o setor privado para a prática de ações sustentáveis.

O setor empresarial, integrando os fabricantes, distribuidores, comerciantes e consumidores, por sua vez é responsável pelo tratamento dos dejetos durante todo o ciclo de vida do produto, até se tornarem inservíveis para a sociedade. Este processo deve ser realizado por meio de acordos setoriais, que é definido como ato de natureza contratual firmado entre o poder público e fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes, tendo em vista a implantação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto.

A legislação federal ressalta que toda a destinação final dos resíduos deve priorizar a reciclagem, conceituando o resíduo como fonte de geração de renda e riqueza para a comunidade, fato que demanda o desenvolvimento de novas tecnologias para materiais que atualmente não são passíveis de reciclagem.

Para suprir a necessidade da responsabilidade compartilhada entre fabricantes, distribuidores, comerciantes e consumidores na destinação dos resíduos, inclusive após o final da vida útil do material, a lei traz o conceito da logística reversa, que conforme apresentado no trabalho de Marchini (2011), deve ser uma ferramenta estratégica de negócios das empresas, para assim aumentar o faturamento com a economia gerada pela reciclagem e aumento da participação de novos mercados, por meio de certificações ou estratégias de marketing que divulgam o conceito de empresa ambientalmente correta, minimizando os impactos ambientais e reduzindo passivos legais.

Embora a legislação que institui a logística reversa tenha sido promulgada em 2010, a população ainda não conta com pontos de descartes instalados por comerciantes e fabricantes, de itens exigidos pela Lei (lâmpadas fluorescentes, eletrodomésticos, pilhas e baterias pneus e óleos lubrificantes). Estes materiais, muitas vezes são descartados no lixo comum ou abandonados em fundos de vale, resultando na degradação do meio ambiente e risco a saúde dos seres humanos. Isto ocorre possivelmente por falta de fiscalização do poder público e

conhecimento da sociedade sobre a problemática ambiental, seus direitos e deveres enquanto consumidores.

As ações punitivas, no âmbito federal, para atos que resultem em poluição e tragam prejuízos à saúde humana, ou que causem a mortalidade de animais ou a destruição significativa da flora, são regidas pela Lei Federal de Crimes Ambientais, Lei 9605, de 12 de fevereiro de 1998. Os crimes ambientais oriundos do lançamento de resíduos sólidos em desacordo com os regulamentos vigentes, podem resultar em reclusão de um a cinco anos, de acordo com a gravidade da ocorrência.

No âmbito do estado do Paraná a legislação que estabelece as diretrizes para a gestão dos resíduos sólidos é a Lei 12493 de 22 de janeiro de 1999. A legislação estabelece que a geração de resíduos no estado deve ser minimizada, por meio de utilização de tecnologias de baixa geração de resíduos, e/ou reutilização e reciclagem, que deve ser priorizada entre outras formas de destinação e tratamento dos dejetos. O Art. 14 da referida legislação, proíbe:

I - lançamento "in natura" a céu aberto, tanto em áreas urbanas como rurais;

II - queima a céu aberto;

III - lançamento em corpos d'água, manguezais, terrenos baldios, redes públicas, poços e cacimbas, mesmo que abandonados;

IV - lançamento em redes de drenagem de águas pluviais, de esgotos, de eletricidade e de telefone.

As proibições estabelecidas nas determinações legais do Paraná são contempladas na Política Nacional de Resíduos Sólidos de 2010, e incluem ainda no artigo 48 a impedição para a catação, utilização como alimentação, criação de animais e fixação de habitações.

Os resíduos sólidos industriais, no Paraná, deverão ser acondicionados, transportados e tratados, conforme diretrizes específicas do Instituto Ambiental do Paraná (IAP) e as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e para os casos de resíduos radioativos é necessário o atendimento aos critérios da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CENEN).

No caso de infração dos termos estatuais estabelecidos, a legislação estadual estabelece a punição de: “Art. 19. Sem prejuízo das sanções civil e penais, as atividades geradoras, transportadoras e executoras de acondicionamento, de tratamento e/ou de disposição final de resíduos sólidos no Estado do Paraná, que infringirem o disposto na presente Lei, ficam sujeitas às seguintes penalidades administrativas, que serão aplicadas pelo Instituto Ambiental do Paraná - IAP:

I - multa simples ou diária, correspondente no mínimo a R\$ 500,00 e no máximo, a R\$ 50.000,00, agravada no caso de reincidência específica;

II - perda ou restrição de incentivos e benefícios fiscais concedidos pelo Poder Público;  
III - perda ou suspensão de participação em linhas de financiamento em estabelecimento oficial de crédito.

Atualmente no estado do Paraná, devido ao baixo número de trabalhadores efetivos nos órgãos ambientais, as sanções cíveis e penais estão restritas apenas a casos em que são evidenciados os crimes que afetam o meio ambiente, por meio de acidentes ou denúncia da população, ou no processo de requerimento ou renovação do licenciamento ambiental.

## 2.6 PRINCIPAIS DESTINAÇÕES DOS RESÍDUOS SÓLIDOS PRATICADAS NO BRASIL

A minimização na fonte, a reutilização e a reciclagem de resíduos são formas de tratamento menos impactantes ao meio ambiente, já que minimizam a utilização dos recursos naturais, além de economizar recursos financeiros e resultar em novas fontes de renda para sociedade.

A minimização da geração de resíduos pode ser realizada nos processos industriais, por meio de (RUSSO, 2003):

- modificações dos insumos utilizados na produção, com substituições ou purificação de materiais utilizados no processo fabril, sendo que na maioria dos casos este trabalho é realizado devido ao aumento de rentabilidade ou para o atendimento às legislações pertinentes.
- adoção de novas tecnologias de processo e revisão nos métodos de trabalho da organização, realizadas a partir de estudos de outras formas de produção, com menor volume de resíduos e periculosidade diferente. Esta ação é muito importante, embora, muitas vezes, exige investimentos na aquisição de equipamentos.
- redução da produção e consumo de embalagens, com a responsabilização dos fornecedores para a modificação nos processos e produtos, reduzindo assim o volume de embalagens geradas.

Para Russo (2003), no processo de gerenciamento de resíduos sólidos, a reciclagem é outra forma de tratamento que deve ser incentivada, pois diversos dejetos de atividades industriais, comerciais e urbanas podem ser recuperados ou transformados por outras empresas. As principais vantagens da reciclagem são:

- redução dos rejeitos para deposição final em aterros e, assim, aumento de sua vida útil;

- melhoramento das condições de saúde, devido à redução de materiais dispostos inadequadamente, resultando em epidemias como as causadas pelo mosquito *Aedes Aegypti*, cólera e verminoses; e
- redução dos impactos ambientais, por meio da economia dos recursos naturais e redução do volume de resíduos para a disposição final.

Entretanto, não são todos os resíduos, que possuem tecnologia de reciclagem. Nesse âmbito, Moreira (2006) destacou em seu trabalho os principais processos desenvolvidos ao longo dos anos para tratamento e disposição de resíduos sólidos:

- incorporação do resíduo em outro produto;
- produção de energia (coprocessamento);
- redução de seu volume (incineração);
- redução de sua toxicidade (encapsulamento, adsorção);
- processamento para reutilização no próprio processo gerador (calcinação);
- processamento para reutilização em processo distinto do original (vários processos visando a reciclagem);
- *landfarming*, que é um método de biorremediação que consiste na degradação biológica de resíduos em uma camada superior de solo, que é periodicamente revolvida para haver aeração; e
- disposição em aterro.

As aplicações das tecnologias de reuso são preferencialmente utilizadas, devido a descaracterização total do resíduo, transformando-o em outro material. Outra vantagem das incorporações dos resíduos em outro produto, ou produção de energia, é a economia de recursos naturais, como água e materiais de fontes não renováveis neste processo, além da redução dos custos de destinação.

## 2.7 DIAGNÓSTICO DA DESTINAÇÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS NO BRASIL

Atualmente, a única fonte de dados da geração nacional de resíduos sólidos é por meio dos Inventários Estaduais de Resíduos Sólidos, preconizados pela Resolução nº 313/2012 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). A resolução dispõe sobre as diretrizes para elaboração do inventário nacional de rejeitos a partir dos inventários estaduais de resíduos sólidos entregues pelas empresas.

Segundo o Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas (IPEA) (2012), as informações referentes ao volume de resíduos sólidos industriais produzidos no Brasil não possibilita a

obtenção de um uma análise completa e atualizada, devido ao fato dos inventários estaduais apresentarem falhas, tais como: *i*) alguns estados ainda não apresentam os inventários anuais de resíduos; *ii*) os dados dos inventários não são padronizados; *iii*) há inventários que apresentam apenas os dados das principais atividades produtivas do Estado; e *iv*) a maioria dos Estados não apresenta a versão atualizada dos inventários. O IPEA ainda sugere a publicação pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis (IBAMA), dos dados relativos a resíduos sólidos industriais existentes no Cadastro Técnico Federal (CTF), assim, com a disponibilidade de dados confiáveis será possível estabelecer diretrizes para atender a Política Nacional de Resíduos Sólidos (IPEA, 2012).

Os dados de geração de resíduos do Brasil, referentes ao ano de 2011, divulgados pelo IPEA (2012) foram obtidos pelo inventário nacional de resíduos sólidos, que é a única fonte da quantidade de dejetos gerados em todo o País. Na Federação, segundo o Instituto, as informações existentes são referentes a apenas doze estados, e totalizam 97.655.438 toneladas de materiais, sendo que 3.783.028 toneladas são consideradas resíduos perigosos e 93.869.046 toneladas não perigosos. A Tabela 1, apresenta a distribuição de rejeitos produzidos por Estado.

**Tabela 1-** Informações de Geração de Resíduos Industriais no Brasil.

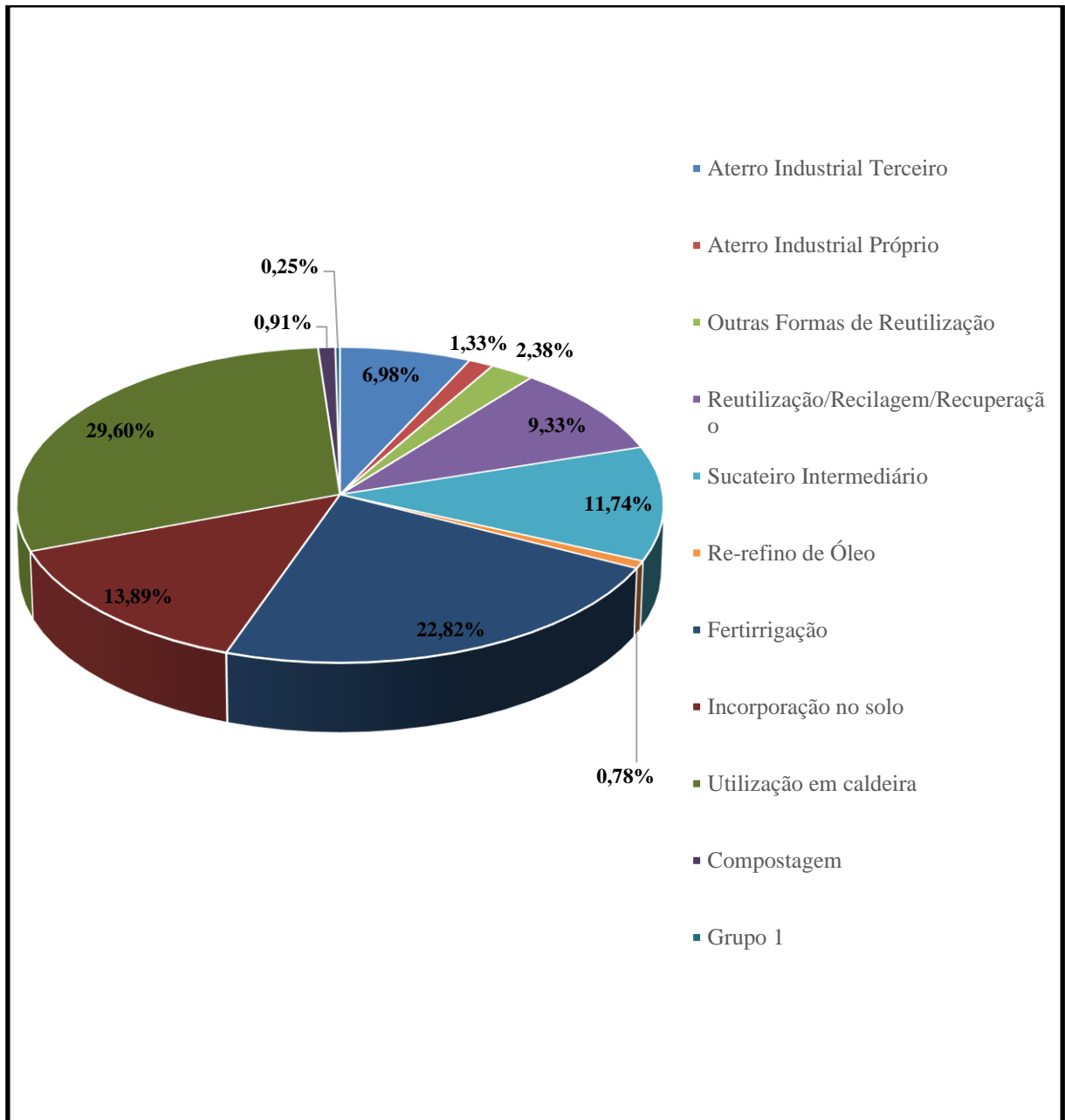
<b>Estado</b>	<b>Perigosos (ton)</b>	<b>Não Perigosos (ton)</b>	<b>Total (ton)</b>
Acre	5.500	112.765	118.265
Amapá	14.341	73.211	87.552
Ceará	115.238	393.831	509.069
Goiás	1.044.947	12.657.326	13.702.273
Mato Grosso	46.298	3.448.856	3.495.154
Minas Gerais	828.183	14.337.011	15.165.194
Paraíba	657	6.128.750	6.129.407
Pernambuco	81.583	7.267.930	7.349.513
Paraná	634.543	15.106.393	15.740.936
Rio Grande do Norte	3.363	1.543.450	1.546.813
Rio Grande do Sul	182.170	946.900	1.129.070
Rio de Janeiro	293.953	5.768.562	6.062.515
São Paulo	535.615	26.084.062	26.619.677
<b>Total</b>	<b>3.786.391</b>	<b>93.869.046</b>	<b>97.655.438</b>

Fonte: IPEA (2011)

No Estado do Paraná, as informações sobre a geração de resíduos são declaradas *online*, por meio do Sistema de Gerenciamento Ambiental (SGA), onde todas as empresas destinadoras e quantidades de dejetos devem ser informadas. A não declaração dos dados imputa à empresa a não possibilidade de renovação de sua licença ambiental junto ao órgão fiscalizador.

No Estado do Paraná, os dados apresentados por meio do Inventário Estadual de Resíduos Sólidos, apresentaram a geração de 17.926.438,06 toneladas de resíduos no ano de 2015 e estes foram destinados conforme mostrado no Gráfico 1.

**Gráfico 1 - Resíduos Industriais do Paraná, Conforme Inventário, 2015**



Fonte: IAP (2016)

De acordo com o Gráfico 1, os resíduos industriais foram destinados em sua maioria para a utilização em caldeira, seguido pela fertilirrigação e incorporação no solo, apresentando a disposição em aterros em menor escala. Estes dados foram obtidos de 252 empresas que



declaram o inventário de resíduos sólidos, sendo que o Estado conta com 46 mil indústrias cadastradas na Federação das Indústrias do Estado do Paraná (FIEP), ou seja, apenas 0,5% das empresas declararam os dados conforme preconiza a legislação (FIEP, 2016). Com isso, é possível que os resultados divulgados pelo Instituto Ambiental do Paraná (IAP, 2016) não representem todo o volume de dejetos produzidos e destinados no Estado.

O descumprimento da legislação por parte das empresas no envio do relatório, de acordo com a execução de suas atividades, e a falta de um relatório padronizado, resulta na ausência de dados substanciais para a elaboração de programas e metas de redução de impactos ambientais, por meio de políticas públicas e o desconhecimento de futuras consequências devido à geração e disposições atuais dos materiais.

No âmbito do impacto ambiental, os resíduos que resultam em maior dano ao meio ambiente em sua destinação são os rejeitos perigosos, já que contém substâncias tóxicas capazes de poluir o ambiente e causar doenças aos seres humanos. Neste sentido, os dejetos produzidos nos processos de pintura destacam-se pela alta geração e possuir componentes com metais pesados e solventes orgânicos, que são materiais considerados de alta periculosidade.

## 2.8 TINTAS

A composição da tinta é realizada com objetivo de fornecer ao produto baixo custo, durabilidade (resistência a ação mecânica, intempéries, radiação ultravioleta, agentes químicos e intempéries) e embelezamento (cores, brilho e texturas). Os componentes básicos encontrados nas tintas são solventes, resinas, pigmentos e aditivos.

As resinas são também conhecidas como o componente básico das formulações de tintas, não apresentam volatilidade e conferem características protetivas aos revestimentos (flexibilidade, proteção a corrosão, resistência a radiação ultravioleta e diluem os pigmentos) (SUAREZ, 2012). É por meio da resina usada que se determina o nome dado à tinta, por exemplo, as tintas acrílicas são formadas por resinas acrílicas (PRAXEDES, 2013). Fazano (2002) afirma que resinas acrílicas, alquídicas, vinílicas, epóxi e poliuretanas, como as mais utilizadas no mercado.

Praxedes (2013) ressaltou as características dessas resinas:

- As resinas acrílicas são copolímeros de alto peso molecular, que são obtidas pela reação de esterificação dos ácidos acrílicos com vários álcoois e contém três grupos de monômeros (pequenas moléculas, com baixo peso molecular, que podem ligar-se a outras,

formando um polímero): um composto acrílico, que geralmente contém grupos reativos como hidroxila, carboxila ou amida; um éster acrílico e outro do tipo estireno.

- As resinas do tipo alquídicas, ou poliéster, são resultantes de uma reação entre um álcool mono, um polivalente e um ácido carboxílico, que são muito utilizadas nas tintas imobiliárias e industriais, com objetivo de conferir à superfície resistência a batidas de pedra e corrosão.
- As resinas tipo vinílicas são processadas por meio da adição dos monômeros do tipo vinílico, sendo os mais utilizados: acetato de vinila, cloreto de vinila e estireno butadieno.
- As resinas epóxi, são formadas por longas cadeias de carbono, com o grupo epoxídico em suas extremidades. Conferem às superfícies ótima proteção contra corrosão, resistindo assim até à ação de alguns produtos químicos e alta dureza.
- As resinas de poliuretanas são formadas a partir de uma reação de condensação entre um isocianato e compostos como polióis e poliésteres. Esta resina é muito utilizada na indústria automobilística devido a sua reologia que evita escorrimientos.

Os pigmentos são formados por uma grande variedade de metais e são os agentes responsáveis por conferir cor, preenchimento e cobertura à tinta, além de contribuir para a proteção contra a corrosão, alteração das propriedades ópticas e mecânicas do fluido (FUZANO, 2002). O estudo realizado por PRAXEDES (2013) evidenciou a presença dos seguintes compostos de metais, no resíduo de borra de tinta:

- Dióxido de Titânio: o pigmento é de cor branca e possuem maior aplicação em tintas industriais, plásticos, borrachas e papeis. Confere a tinta opacidade, ausência de toxidez, alvura, resistência ao ataque químico e poder de cobertura.
- Óxido de Ferro: conferem coloração amarela aos revestimentos e também proporcionam uma variedade de cores, baixo custo e estabilidade.
- Sulfeto de Cádmio: são pigmentos com a variedade de cores do amarelo claro até o marrom e apresentam alto brilho, resistência a radiação UV e resistência química.
- Cromatos de Chumbo: variam a coloração dos tons de amarelo esverdeado, ouro até o laranja médio, devido a variação dos tamanhos das partículas e as diferentes formas cristalinas do composto.
- Sulfossilicato de sódio: possui coloração azul esverdeado para o azul avermelhado, chamado de azul ultramar.

Por fim, o solvente é usado para diminuir a viscosidade do material e facilitar a aplicação da tinta, conferindo as características de tempo de secagem e brilho a pintura (SUAREZ, 2012).

Os diluentes são a parte volátil da tinta, com baixos pontos de fulgor e ebulição e tem a função de manter a mistura da tinta homogênea (FAZANO, 2002). Os solventes parafínicos (querosene e águarras mineral), aromáticos (toluol) e oxigenados (álcoois) são os mais utilizados (PRAXEDES, 2013).

### 2.8.1 BORRA DE TINTA

O resíduo denominado borra de tinta destaca-se dos outros rejeitos sólidos industriais devido a sua produção em diversos ramos da indústria, como fábricas de eletrodomésticos, peças em geral, implementos e automóveis, além de possuir alto teor de agentes tóxicos, que somado a sua inflamabilidade caracteriza o material como Perigoso, ou Classe I, conforme os requisitos da norma NBR 10004:2004.

A borra de tinta é gerada durante o processo de aplicação da tinta, geralmente por *spray* manual ou robotizado, onde a tinta que não ficou aderida à superfície da peça é coletada em exaustores que direcionam a névoa para as cortinas de água, localizadas na parede e na parte inferior das cabines de pintura (PRAXEDES, 2013). A Figura 5 apresenta um exemplo de cabine utilizada nos processos de pintura.

**Figura 5** - Cabine de pintura



Fonte: <http://www.tecnipar.ind.br/ei/produtos/cabine-de-pintura-liquida-via-seca>

Os impactos adversos no meio ambiente causados pelo resíduo de tinta são consequência dos componentes do material, como por exemplo a grande quantidade de orgânicos voláteis (COVs) dos solventes, que apresentam alta absorção pelo organismo

humano, via inalação. Outro contaminante preocupante presente no dejetos é a concentração de metais, oriundos dos corantes e pigmentos, que segundo estudo realizado por Rigoletto (2005) chegam a 18% na composição das tintas.

Neste contexto, a legislação brasileira prevê a limitação da concentração do metal Chumbo presente em revestimentos tintas imobiliárias, de uso infantil e escolar, vernizes e materiais similares de revestimento de superfícies, em 0,06% em peso, sendo proibida a fabricação, comercialização, distribuição e importação dos produtos referidos em desacordo com a norma (BRASIL, 2008).

As consequências do descarte irregular do resíduo, no que se refere a degradação da camada de ozônio, devido as grandes quantidades de VOC presente no rejeito, implicam no aumento do Efeito Estufa e conseqüentemente no desencadeamento das mudanças climáticas e descongelamento de geleiras, além do aumento da incidência dos raios ultravioleta.

A Associação Brasileira dos Fabricantes de Tintas (ABRAFATI, 2006) publicou um manual para a minimização dos impactos ambientais causados pelos resíduos sólidos nos processos de pintura. O manual recomenda a utilização de gradação de cores e formulações compatíveis no estabelecimento do sequenciamento de produção, partindo de cores mais claras para as mais escuras, sempre utilizando a mesma linha de tintas para evitar a incompatibilidade. Dessa forma, o residual da tinta anterior não afetará a tonalidade da cor de produtos seguintes. Com isso, há a redução da produção de resíduos sólidos e líquidos, devido a diminuição da frequência das operações de limpeza entre lotes, o que resulta na redução na geração dos resíduos.

A ABRAFATI (2006), no âmbito da fabricação das tintas, propõe a substituição de materiais considerados danosos à saúde, segurança e ao meio ambiente por outras de menor toxicidade. A medida mais praticada nas tintas comerciais é a alteração dos pigmentos de metais pesados (base chumbo, cromo, cádmio) por outros menos tóxicos. Ademais, a associação também recomenda a eliminação do formaldeído, substância considerada cancerígena, utilizada como conservante em tintas e vernizes. Outras substâncias que a entidade recomenda a extinção nas formulações dos revestimentos são agentes anticorrosivos como a base de cromo hexavalente, que vêm sendo substituídos por Organo-silanos.

De acordo com a norma NBR 10004:2004, os resíduos de borra de tinta são classificados como Classe I, perigosos e assim destinados a aterros industriais especializados. O resíduo consta no anexo A da norma, que relaciona os resíduos perigosos de fontes não específicas, e elenca os componentes cádmio, cromo, chumbo, cianeto, tolueno e tetracloroetileno presentes no dejetos como tóxicos.

Os efeitos maléficos dos metais pesados e dos solventes na saúde humana são citados na literatura, conforme abordado por Martin e Griswold (2009), principalmente por produzirem disfunções renais e efeitos carcinogênicos. Já o chumbo, conforme dados divulgados no site do Ministério da Saúde (2019), além de ser classificado como carcinogênico e atingir os rins, ao ser inalado é absorvido pelos pulmões e atinge rapidamente a corrente sanguínea resultando em danos no sistema nervoso (encefalopatia crônica, alterações cognitivas e de humor, neuropatia periférica). No caso do Cianeto, a consequência mais importante da exposição aguda é o bloqueio da cadeia respiratória e a inibição do metabolismo do oxigênio, o que resulta em dores de cabeça, dificuldade para falar, distúrbios gastrintestinais, fraqueza muscular, confusão, perda da acuidade visual e aumento da tireoide, segundo estudo divulgado pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) (2017).

Nessa perspectiva, os custos para o tratamento dos resíduos de tintas atingem valores expressivos, devido à periculosidade à saúde humana e ao meio ambiente. Segundo Trigueiro (2012), o valor alcança o montante de mil reais por tonelada de material destinado, já Praxedes (2013), na sua pesquisa afirmou que os custos na empresa alvo de seu estudo alcançaram em torno de meio milhão de reais em um ano.

## 2.9 ROADMAP

Atualmente as mudanças na sociedade ocorrem de forma muito intensa, resultando em uma necessidade cada vez maior de estudos voltados para a prospecção, diagnósticos e visões do futuro das organizações públicas e privadas. O objetivo da utilização destes estudos nas instituições é de promover uma ferramenta aos líderes, de forma que esta os abasteça com informações para a tomada de decisões assertivas, auxiliando-os a trabalhar antevendo as mudanças (BORSCHIVER; LEMOS, 2016).

A prospecção tecnológica é realizada por meio de diversos métodos, dentre eles destacam-se: *i*) levantamento de patentes e artigos científicos, que é um exame de documentos como indicativos de novas descobertas, novos conceitos e desenvolvimento tecnológico; *ii*) *Data Mining*, que objetiva a descoberta de novas correlações, padrões e tendências futuras; *iii*) análise de tendências, realizada por extrapolação do passado para buscar a compreensão do futuro, com uso de técnicas matemáticas; *iv*) técnica de impactos cruzados, que utiliza simulações para analisar relações causais entre eventos; *v*) método *Delphi*, elaborado por meio da opinião de especialistas sobre tendências de futuro de um específico fator crítico para a organização e *vi*) estudos de cenários, que envolvem a busca por informações mais complexas

e precisas, que não constam em documentos oficiais, embora relevantes ao estudo (BORSCHIVER E LEMOS , 2016).

Nesse cenário, os mapas tecnológicos ou *technology roadmaps* destacam-se por apresentar metodologias criadas e utilizadas por empresas, com o objetivo de analisar as tecnologias emergentes, em um horizonte temporal de longo prazo, e com isso desenvolver estratégias para mudanças de acordo com sua capacidade tecnológica. Lee e Park (2005) afirmam que a produção científica utiliza diferentes grafias para os mapas tecnológicos, tais como *technology roadmap*, *technology road map*, *TRM* ( forma abreviada de *technology road map*), ou ainda *Roadmap*.

O termo em inglês *Roadmap* possui tradução para o idioma português como “Mapa”, neste contexto, o método *technology roadmapping* (TRM), é definido como uma representação gráfica, ou mapeamento da evolução das tecnologias, produtos e mercados existentes na atualidade que serão estabelecidos no futuro (MATTOS NETO, 2005). Para Albright e Kappel (2003), *Technology Roadmapping* é um método flexível cuja finalidade é contribuir com o planejamento estratégico de desenvolvimento de mercado, produto e tecnologia ao longo do tempo.

Do mesmo modo, PROFNIT (2018) argumenta que a expressão *Technology Roadmaps* (TRM) é empregada para identificar, selecionar e desenvolver caminhos alternativos para o alcance de metas mediante mudanças e demandas de produtos e serviços. O autor também define *Technology Roadmapping*, como o processo prospectivo e *Technology Roadmaps* como a prospecção, ou seja, o mapeamento tecnológico.

O desenvolvimento da sistemática *TRM* foi realizado pela indústria automobilística americana na década de setenta, mas o método tornou-se conhecido a partir de 1980, a partir da aplicação com sucesso nas grandes companhias de tecnologia, como Corning e Motorola, levando assim o conceito à indústria de eletrônica em empresas como Philips, Lucent Technologies e SIA. A primeira produção científica sobre o *TRM* foi publicada no final de 1980, por Willyard e McCless (1987), sendo que o estudo apresentou o método e as vantagens de sua aplicação no ambiente empresarial (LEITE et al., 2017). Em 2011 mais de 2.000 *roadmaps* foram publicados, principalmente nos setores de energia, transportes, materiais, eletrônica, tecnologia da informação, defesa, saúde e construção civil (LEITE et al., 2017).

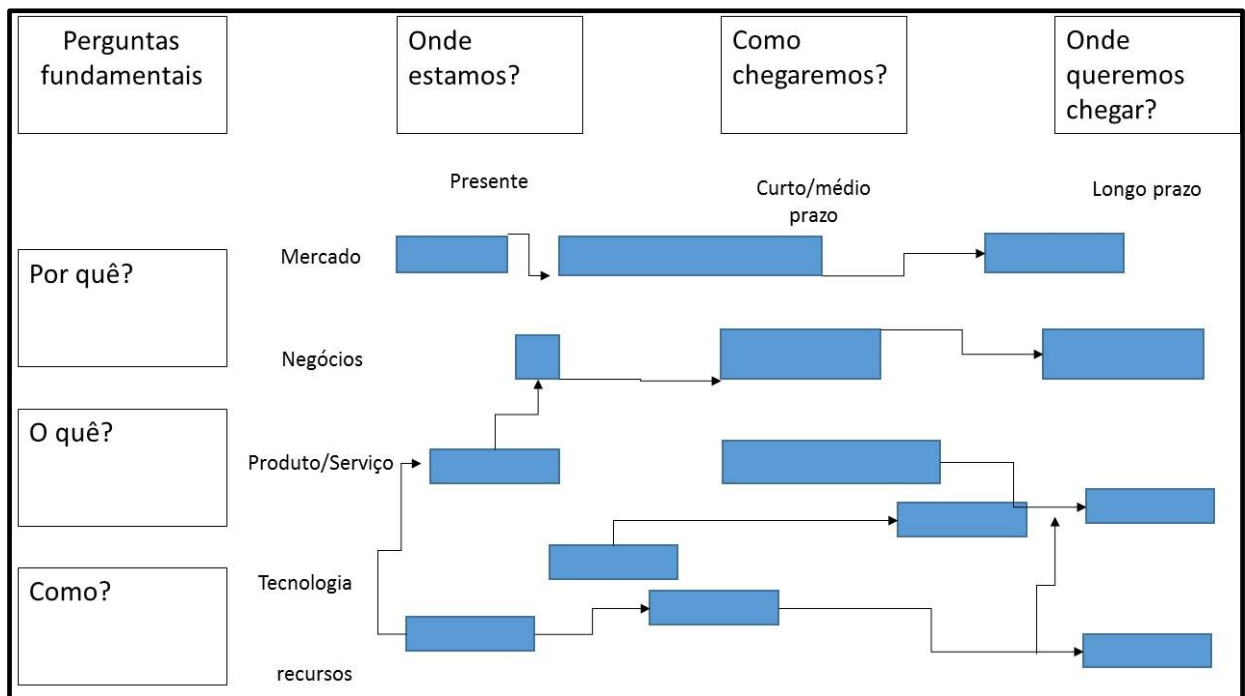
Atualmente, segundo Leite et al. (2017), o *roadmapping* é sempre voltado para o gerenciamento dos cenários futuros relacionados com inovação, promovendo assim uma visão antecipada dos desafios e oportunidades futuros. Além disso, o autor afirma que a aplicação do método propicia:

- facilidade de aplicação de novas tecnologias na organização, por meio da integração entre as estratégias comercial e tecnológica
- desenvolvimentos de inovações, por meio da visualização de oportunidade para a exploração de produtos, tecnologias e recursos.
- estabelecimento de um objetivo comum no setor industrial resultando assim um maior desenvolvimento para todos os integrantes (Leite et al., 2017).

Assim, o procedimento *Roadmapping* favorece a incorporação de todas as etapas do negócio, como mostrado na Figura 6, na medida em que apresenta a relação entre produtos e tecnologias em uma linha temporal, além de auxiliar as instituições a planejar seu percurso com o objetivo de aplicar ou desenvolver uma determinada tecnologia. A Figura 6 também apresenta a necessidade de estabelecer as seguintes perguntas, durante o desenvolvimento do trabalho: “Onde estamos?”, “Aonde queremos ir?” e “Como chegaremos lá?” (LEITE et al., 2017).

Na Figura 6, os retângulos indicam os elementos do Roadmap, em que as dimensões que configuram esta forma geométrica representam o tempo de duração e as setas delimitam a relação entre os elementos e camadas. Assim ao término do trabalho é possível obter os caminhos estratégicos para projeto.

**Figura 6** - Elementos do Roadmap



Fonte: Leite et al. (2017)

O resultado da análise proposta pela figura 6 são diretrizes estratégicas para a organização sobre mercados, negócios, produtos e serviços, assim como tecnologias e recursos. Os elementos são plotados num gráfico, ao longo do tempo (presente, curto, médio e longo prazos).

### 2.9.1 COMO ELABORAR UM *ROADMAP*

A elaboração de um *Roadmap* é uma forma simples e flexível de prospecção tecnológica, contudo a metodologia de aplicação deve ser adaptada a cada especialidade da área estudada e realidade de cada organização. Neste cenário, Phaal et al. (2001) e Albright (2007) definiram diretrizes básicas que as metodologias adotadas pelos diversos autores devem atender.

Para Phaal et al. (2001), todos os *Roadmaps* devem conter:

- determinação de um horizonte temporal, localizado no eixo horizontal, elaborado por meio de marcos históricos.
- construção do eixo vertical do mapeamento gráfico, formado por camadas e subcamadas com informações significativas para o projeto e organização, possibilitando assim, apresentar conteúdo de forma organizada.
- estabelecimento do plano de ação, com as principais necessidades para o alcance do objetivo final do projeto.

Os autores também complementam que, para promover resultados significativos nas instituições, públicas ou privadas, é necessário manter o *RoadMap* vivo, por meio da atualização constante dos conteúdos do mapa, com o estabelecimento de uma periodicidade para realizar a revisão das informações de acordo com as estratégias estabelecidas, além de ser replicado a toda a organização, em todos os níveis hierárquicos.

Albright (2007) apresentou, de maneira geral, o planejamento da realização de um processo de *Roadmapping* estabelecido em quatro etapas: i) definição do escopo, em que se determinam os objetivos e estratégias para o desenvolvimento do trabalho, considerando a análise de mercado e da concorrência; ii) direção ou planejamento do *Roadmap*, etapa em que se definem os desafios, a apresentação, o método de desenvolvimento e os indicadores de monitoramento em cada fase da pesquisa; iii) *Technology Roadmap*, que estabelece todas as tecnologias que serão utilizadas no projeto; iv) Plano de Ação e Estratégia e Desenvolvimento, propondo ações importantes para o alcance das metas em cada fase do projeto e por fim o



objetivo global, com relevância a todas as ameaças e oportunidades identificadas no trabalho. Estas etapas, propostas Albright (2007) são apresentadas na Figura 7.

**Figura 7 - Estrutura de *Roadmap***



Fonte: Albright (2007)

As informações para a confecção do *Roadmap* são originárias de prospecção tecnológica e neste contexto, Mayerhoff (2008) afirma que a prospecção pode ser realizada por meio de três métodos diferentes:

- método de monitoramento, com uma análise contínua dos fatos e fatores promotores de mudanças
- métodos de previsão, em que o futuro é projetado por meio de informações históricas e tendenciais; e
- métodos baseados na visão, em que a projeção do futuro é determinada com a opinião de especialistas.

A autora ainda relata que os dados para a elaboração de estudos de Prospecção Tecnológica, encontrados no sistema de patentes, são um recurso valioso que fornece uma importante base de dados e estão publicadas nas páginas na internet dos escritórios de patentes.

Neste trabalho, serão apresentadas as metodologias estabelecidas por Phaal, Farrukh e Probert (2000); Albright e Kappel (2003) e Oberziner (2016). Phaal, Farrukh e Probert (2000), desenvolveram sua pesquisa ao longo de três anos, com a elaboração de cerca de 20 *Roadmaps*

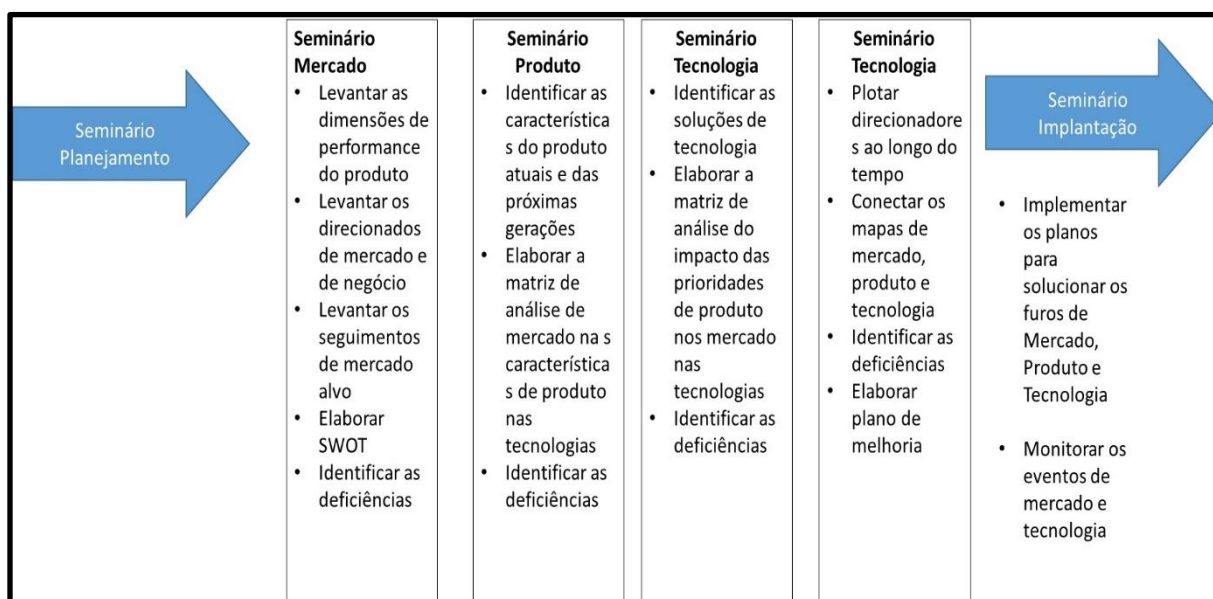
no ambiente empresarial, o trabalho de Albright e Kappel (2003) é resultado de vários anos de experiência na Lucent Technologies, enquanto que o trabalho de Oberziner (2016) é produto de uma tese de doutorado visando a elaboração de um *Roadmap* para biorrefinaria de lignina. Todas essas metodologias atendem aos princípios básicos estabelecido por Phaal et. al (2001) e Albright (2007).

As metodologias de *Roadmap* abordadas por Phaal, Farrukh e Probert (2000) e Albright e Kappel (2003) foram elaborados de acordo com a visão de especialistas e estão fundamentadas em quatro etapas principais ações:

- i) Etapa análise de mercado, que define os segmentos de mercado que a organização deseja atender, considerando tamanho, crescimento, necessidades dos consumidores, concorrentes e tendências, identificando as forças e fraquezas do projeto.
- ii) Produto que estabelece as particularidades julgadas pelos consumidores na compra e utilização do produto e são descritas de forma técnica e mensurável.
- iii) Tecnologia, onde se concentram as informações tecnológicas que são de importância crucial para o processo de *roadmapping*.
- iv) Estabelecimento de ações e mapa de risco a ser elaborado para o atingimento dos objetivos da organização.

A metodologia de elaboração de *Roadmap* elaborada por Phaal, Farrukh e Probert (2000) é ilustrada na Figura 8.

**Figura 8 - Metodologia *Roadmap***



Fonte: Phaal, Farrukh e Probert (2000)

A sistemática elaborada por Phaal, Farrukh e Probert (2000) apresenta seis seminários, elaborados com a opinião de especialistas e contemplam: planejamento inicial, análise de mercado, produto, tecnologia, mapeamento e seminário final de implantação.

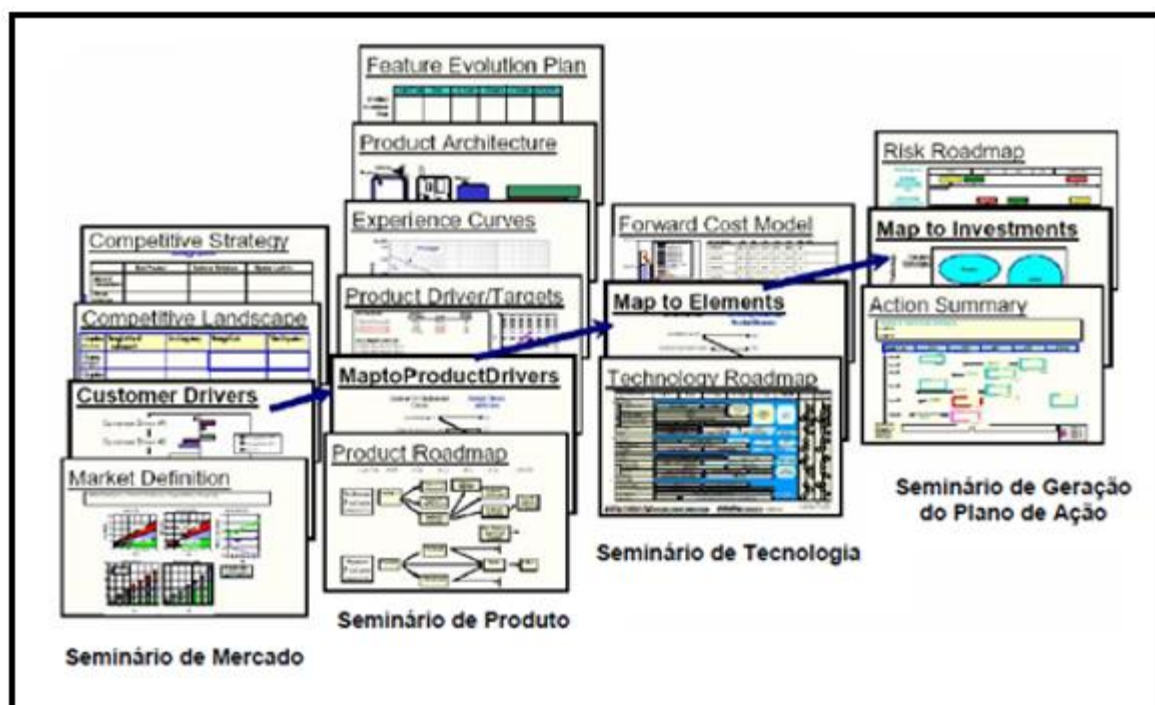
No seminário inicial, nessa metodologia, são abordados os objetivos do *Roadmap* e o planejamento do projeto. No Seminário de Mercado, são determinados os direcionadores do mercado, por meio da ferramenta *SWOT*, que é uma sigla oriunda do inglês e um acrônimo de Forças (*Strengths*), Fraquezas (*Weaknesses*), Oportunidades (*Opportunities*) e Ameaças (*Threats*). As forças e fraquezas são determinadas pela posição atual da empresa e se relacionam, quase sempre, a fatores internos. Já as oportunidades e ameaças são antecipações do futuro e estão relacionadas a fatores externos.

Os seminários de produto e tecnologia, da sistemática proposta por Phaal, Farrukh e Probert (2000), realizam uma matriz de prioridades de impacto respectivamente entre produto e mercado e produto e tecnologias. Por conseguinte, o seminário de mapeamento apresenta o esquema gráfico das conexões entre mercado, produto e tecnologia, além dos planos de melhoria. Enfim, no seminário de implantação são executados os planos estabelecidos nos demais seminários e os resultados são monitorados por meio de indicadores.

Para Neto (2005) o principal ponto negativo do método é não estabelecer de forma clara o meio pelo qual as informações levantadas constituíram a representação gráfica do mapa.

O esquema apresentado por Albright e Kappel (2003) está descrito na Figura 9.

**Figure 9 - Metodologia de Albright e Kappel**



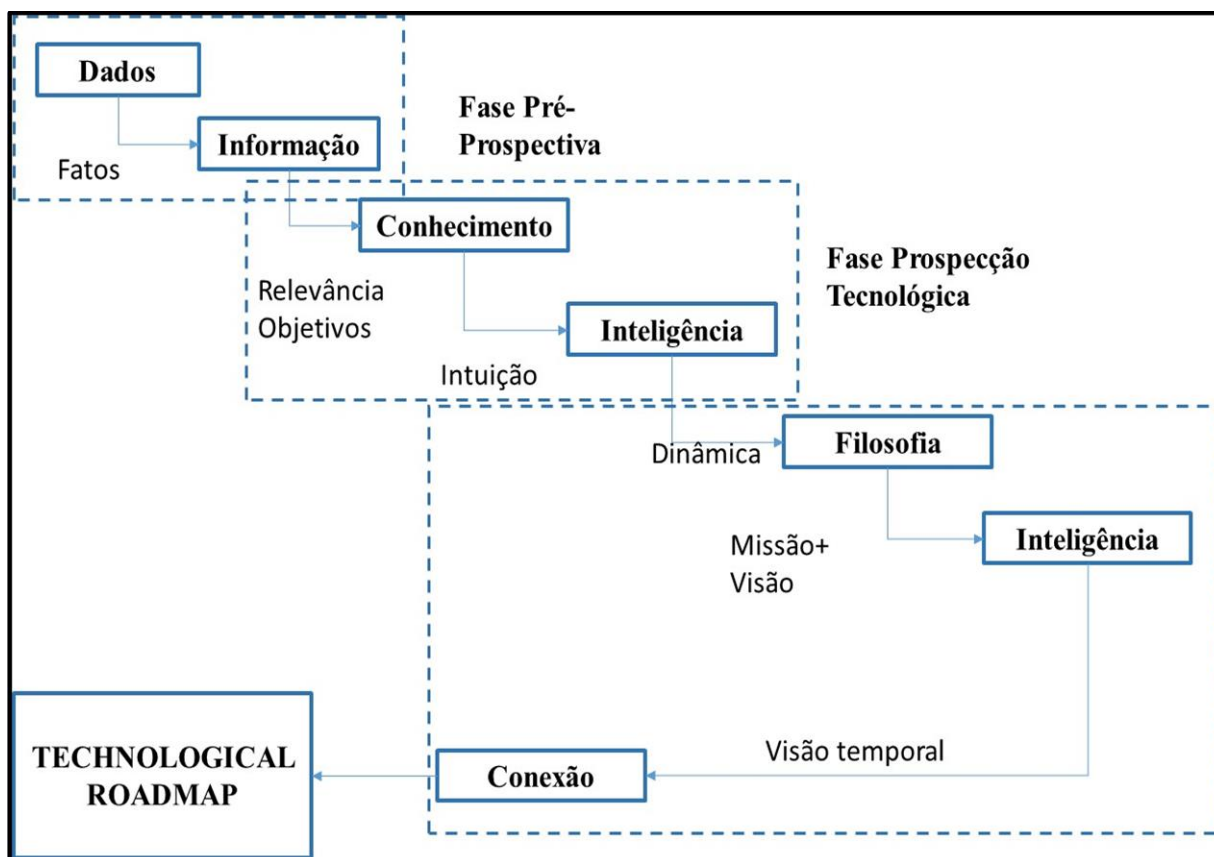
Fonte: Albright e Kappel (2003)

No procedimento utilizado por Albright e Kappel (2003), o seminário de mercado determina os itens de mercado que a organização almeja alcançar, em termos de tamanho, crescimento, necessidades dos consumidores e tendências. Também são analisados neste seminário, os concorrentes e estratégia competitivas. No seminário de produto, os requisitos divulgados pelos consumidores são convertidos em características técnicas dos produtos. Em seguida, o seminário de tecnologia resume os resultados obtidos, por meio do mapeamento, além de expressar como as estratégias de negócio são convertidas em produto por meio da utilização dos processos tecnológicos. Por fim, o seminário de plano de ação contempla a análise de risco do processo e um planejamento de ações e investimentos.

As vantagens de aplicação do método descrito por Albright & Kappel (2003), segundo Neto (2005) são: *i*) construção de gráficos consistentes; *ii*) apresentação etapa de análise da opinião do consumidor; *iii*) definição metas; *iv*) estabelece a atividade de plano de investimento.

Outrossim, Borschiver et al. (2014) desenvolveram um modelo de trabalho para identificar tendências tecnológicas e mercadológicas de exploração da fibra de sisal e dos seus resíduos como matérias-primas para o desenvolvimento de diversas aplicações. O modelo contempla três etapas, sendo que a primeira, a “Fase Pré-prospectiva”, se constitui em uma busca menos direcionada, procurando informações acerca do objeto de estudo. O objetivo desta fase é estabelecer uma visão ampla do assunto, para fundamentar a base teórica para as outras fases. A segunda etapa, denominada “Fase de Prospecção Tecnológica”, é fundamentada nas definições das palavras-chaves, para determinar os métodos de busca e as pesquisas em documentos técnicos (artigos científicos e patentes) seguida de uma análise profunda, com autores ou depositante, local de origem e objeto de estudo. Por fim a “Fase Pós-prospectiva”, conta com a classificação dos dados em função do tempo, conforme apresenta a Figura 10.

**Figura 10** - Metodologia de Albright e Kappel



Fonte: Borschiver et al. (2014)

O esquema apresentado na Figura 10 foi utilizado por Oberziner (2016), que apresentou o *Roadmap* tecnológico como resultado do trabalho, com as novas tendências tecnológicas (em termos de matérias-primas, insumos do processo, tecnologias de produção, áreas de aplicação do produto), e mercadológicas (novos processos e inovações incrementais) para os próximos anos, na área de produção de amônia. O autor considerou como fontes de informações, sites e dados de empresas ou entidades significativas no negócio de produção de amônia, artigos científicos e patentes concedidas e depositadas.

A pesquisa classificou as informações na atualidade e períodos de longo, médio e curto prazo no horizonte temporal:

- atualidade ou tempo zero foram feitas buscas em sites de empresas detentoras de tecnologia e conceituadas no segmento de produção de amônia, além de artigos científicos que relatam testes e produção piloto em indústrias.
- no período de curto prazo foram consideradas as patentes concedidas, considerando o fato de estarem mais próximas da aplicação industrial.

- no médio prazo foram consideradas as patentes depositadas e ainda não concedidas, pois sua aplicação comercial custaria um tempo maior.
- no longo prazo, que compreende um período superior a dez anos, foram consideradas as tecnologias descritas em artigos científicos em fase de pesquisa.

A qualificação temporal utilizada por Oberziner (2016) é esquematizada na figura 11.

**Figura 10** - Sequência Temporal

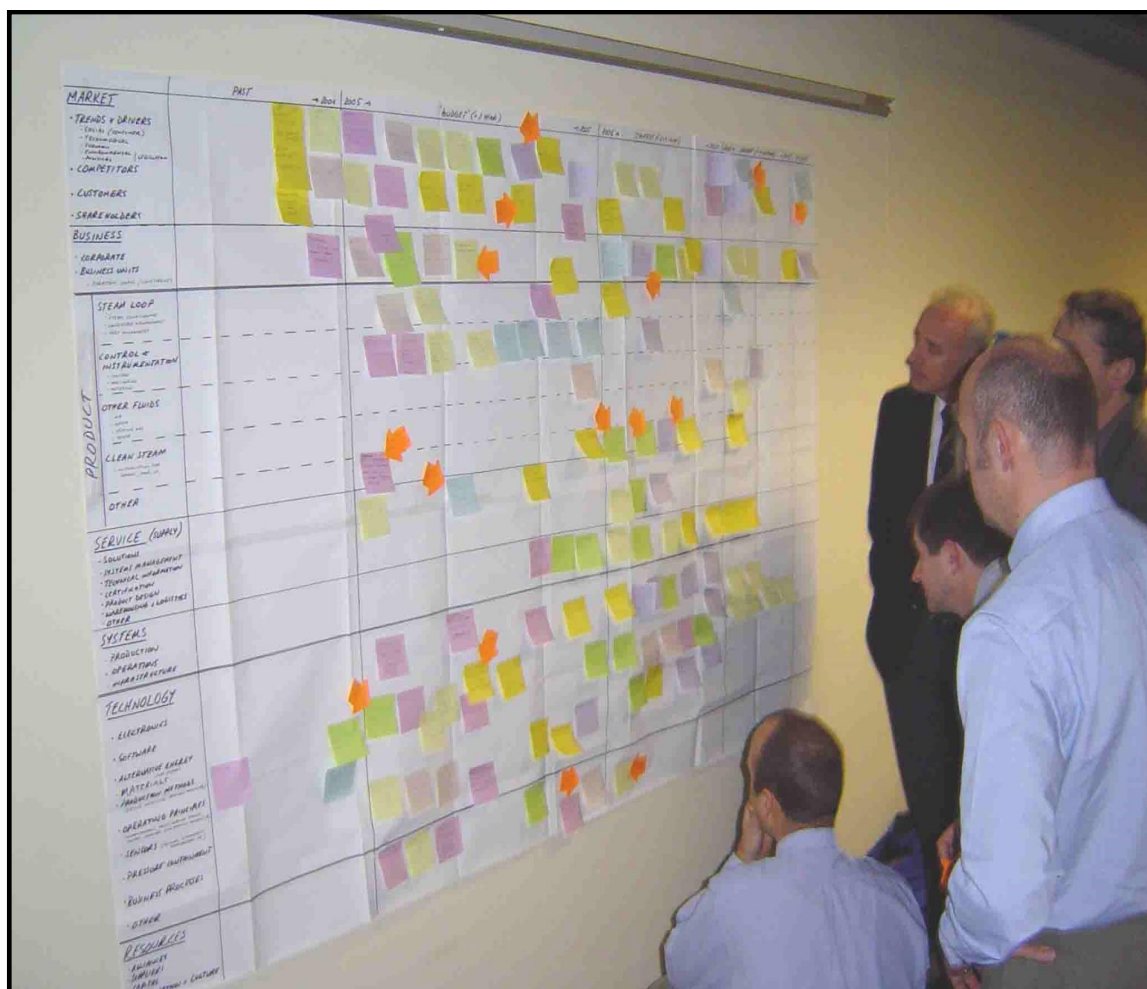


Fonte: Oberziner (2016).

Além das ferramentas e esquematização do conteúdo no *Roadmap*, a integração de todos da instituição no projeto é extremamente importante para o atingimento dos objetivos traçados, já que torna o documento mais rico de informações e desenvolve o comprometimento dos envolvidos nas execuções das ações oriundas da metodologia. Neste contexto Oliveira et al.(2012) argumentam que a ferramenta deve ser aplicada de maneira visual, por meio de cores, formas ou símbolos para a apresentação das informações, com o objetivo de tornar-se entendível e acessível a todos os interessados no projeto, independentemente de sua escolaridade ou nível hierárquico na organização, conforme o exemplo da Figura 12.



**Figure 11 - Linguagem Visual Utilizada no Roadmap**



Fonte: Oliveira et al. (2012)

## 2.9.2 ROADMAP DE MEIO AMBIENTE DO ESTADO DO PARANÁ

Um *Roadmap* específico da área ambiental foi realizado pela Federação das Indústrias do Estado do Paraná (FIEP), por meio do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) (2008). O estudo foi integrante do projeto Rota Estratégica para o Futuro da Indústria Paranaense, que objetivou apontar os caminhos de construção do futuro em um horizonte de dez anos da indústria no Estado. O projeto abarcou doze setores da economia elencados como mais promissores: Indústria Agroalimentar; Produtos de consumo; Biotecnologia; Agrícola e Florestal; Biotecnologia Animal e Microtecnologia; Energia; Papel e Celulose; Metal Mecânico; Plástico; Saúde; Turismo e Meio Ambiente.

SENAI (2008) utilizou a opinião de especialistas para a elaboração do *Roadmap* e a metodologia adotada foi análoga ao estabelecido por Albright (2007), sendo o trabalho realizado em quatro etapas: i) definição da situação atual; ii) estabelecimento do futuro

desejado; iii) definição dos desafios; e iv) elaboração de plano de ação para superar os desafios e alcançar o futuro desejado.

No estudo, a situação atual foi definida por meio da realização de um *Brainstorming* (metodologia que incentiva a participação e exposição das ideias de toda a equipe) e direcionada em: Processos Industriais; Produto; Tecnologia; Resíduos; Efluente; Certificação e Recursos Humanos.

Para os participantes, o panorama dos processos industriais encontra-se em fase de maturação diferente nos diversos setores industriais do estado, mas de maneira geral a gestão dos processos industriais e o cumprimento das normas e legislações são prejudicados pela falta de influência positiva dos órgãos fiscalizadores para com as empresas, que geralmente se porta apenas de maneira punitiva em relação às problemáticas ambientais da sociedade, por meio de aplicação de sanções jurídicas, como multas, suspensão de atividades ou em casos mais severos, reclusão dos responsáveis.

No âmbito dos produtos paranaenses, o estudo detectou que não há projetos de desenvolvimento de produtos que objetivem a redução dos impactos ambientais e é grande a massa de industriais que não reconhecem a sustentabilidade como fonte de retornos financeiros, seja pela redução dos custos ou fortalecimento da marca.

Em termos de tecnologia, o cenário desenhado pelo trabalho detecta que as indústrias desenvolvem apenas pesquisa de melhoria de produto ou de tratamento após a geração do resíduo e não há produção de pesquisa de processos e métodos de gestão para evitar ou minimizar a produção do dejetos. No Paraná, as pesquisas atuais são direcionadas principalmente para o tratamento das emissões atmosféricas e reuso de água.

A emissão de resíduos é apontada pelo trabalho do SENAI (2008) como um ponto de preocupação no estado, pois há muito descarte inadequado, não há programas de minimização integrada da geração de resíduos e são mínimos os índices de utilização dos dejetos em outros processos. Também foi indicado no estudo, a incipiência na parceria entre universidade e empresas e isto poderia desenvolver novos processos para melhorar a gestão de resíduos no Estado.

As conferências realizadas pelo Painel de Especialistas resultaram em quatro visões de cenário futuro da indústria paranaense sustentável. Para cada tal foram estabelecidos os desafios para atingir a excelência desejada, as soluções e ações para vencer tais obstáculos. As visões identificadas foram: i) gestão ambiental internalizada na cadeia industrial, que indica uma gestão integrada e holística em toda rede de indústria, com o objetivo de gerar grandes oportunidades na construção de uma sociedade sustentável; ii) excelência em Políticas Públicas;



que precisam ser capazes de prover um equilíbrio global nos âmbitos econômico, social e ambiental; iii) referência em educação em sustentabilidade e assim possibilitando o desenvolvimento de inovações para grandes transformações; e, iv) modelo de interação governo indústria acadêmica em prol do Meio Ambiente.

O trabalho culminou em ações para todos os atores envolvidos no processo. O poder público deve: i) definir metas; ii) induzir pesquisa básica e aplicada; iii) formalizar compromissos públicos de continuidade dos programas ambientais nas mudanças de gestão pública; iii) potencializar programa de eficiência energética; iv) estruturar secretarias municipais de meio ambiente; v) criar plano de redução de CO<sub>2</sub>; vi) criar plano de regularização do uso da água; e, vii) induzir a educação para a sustentabilidade. Já os empresários devem: i) inserir a sustentabilidade na formação dos profissionais da indústria; ii) desenvolver competências relacionados a sustentabilidade; e, iii) incentivar mudanças na gestão da indústria; mapear as capacidades ligadas a sustentabilidade. As ICTs devem: i) ofertar capacitações em tecnologias de Meio Ambiente; ii) introduzir P&D na esfera ambiental; iii) ofertar formações em Meio Ambiente para gestores; iv) favorecer o intercâmbio de experiências nacionais e internacionais; e, v) promover a imersão de professores na indústria.

Os especialistas também levantaram as tecnologias chaves necessárias para atingir os objetivos vislumbrados no futuro. Estas são apresentadas de forma ampla e envolvem métodos de gestão como redução, reuso e reciclagem, certificação ambiental e técnicas analíticas de análises laboratoriais, além de meios de recuperação de resíduos como a utilização de filtragem por meio de membranas, conforme é mostrado no Quadro 1.

### **Quadro 1:** Tecnologias identificadas para atingimento do objetivo do estudo

---

• Redução, reuso e reciclagem	• Captura e armazenamento geológico do CO <sub>2</sub> com nova concepção de carvão
• Indústrias verdes	• Diminuição dos resíduos dispostos em aterros
• Certificação ambiental	• Automação da degradação de resíduos.
• Produção mais limpa	• Tratamento de odores não confinados
• Gestão integral dos resíduos industriais	• Conservação dos recursos hídricos.
• Métodos e sistemas avançados de caracterização	• Medida dos poluentes da água
• Técnica analíticas “In Situ”	• Tecnologia de filtração com membranas
• Bioensaios rápidos e confiáveis	• Gestão do ciclo de vida dos produtos.
• Produção limpa como fator de competitividade.	• Educação na sustentabilidade
	• Educação e interação a distancia
	• Sistema de informação.

---

- 
- Serviços de apoio aos planos de minimização de resíduos.
  - Introdução das melhores técnicas disponíveis na empresa
  - Valorização de resíduos mediante a recuperação de materiais e energia.
  - Recuperação de materiais.
  - Tecnologia de controle de impacto e fugas.
  - Uso sustentável e manutenção da qualidade dos recursos hídricos
  - Diminuição do consumo específico de água em todos os setores.
  - Tratamentos avançados (físico-químico e biológico).
  - Tecnologias avançadas de co-geração de energia.
  - Reutilização da água como fonte alternativa de recursos.
  - Redução da quantidade de CO<sub>2</sub> jogados na atmosfera.
  - Convergência tecnológica
  - Tecnologias sociais.
  - Arquitetura bioclimática.
  - Construções sustentáveis
  - Energias alternativas.
  - Realidade virtual.
  - Eficiência energética
  - Tecnologia de informação e comunicação
  - Redes sociais.
  - Tecnologia de gestão.
  - Dialogo social.
- 

Fonte: SENAI (2008)

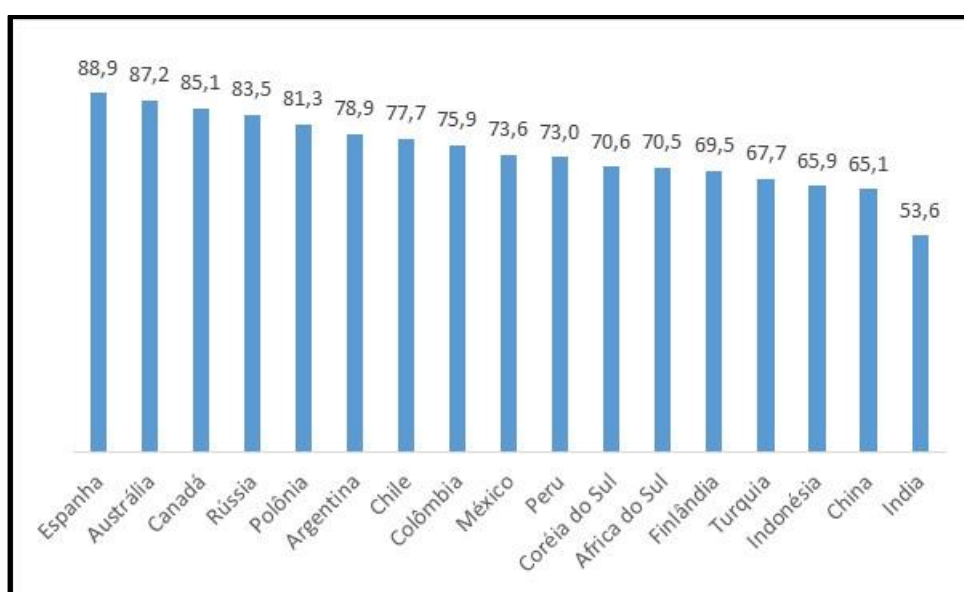
### 2.9.3 MAPA ESTRATÉGICO DE MEIO AMBIENTE REALIZADO PELA CNI

Recursos Naturais e Meio Ambiente foram abordados com destaque na elaboração do Mapa Estratégico da Indústria, na esfera nacional para os anos de 2018 a 2022, em documento divulgado pela Confederação Nacional da Indústria (CNI) (2018). A Confederação argumenta que as novas tecnologias e modelos de gestão relacionados à redução do impacto ambiental estão em destaque e as empresas que melhor aproveitarem essas oportunidades terão mais vantagens competitivas.

O trabalho da CNI (2018) foi resultado de debates realizados com a opinião de especialistas da área ambiental e definiu a visão da indústria de 2018 a 2022. Segundo os participantes, a visão da indústria brasileira é de tornar-se referência no uso eficiente dos recursos naturais, aproveitamento de oportunidades associadas à economia de baixo carbono e no uso dos ativos da biodiversidade.

O estudo caracteriza a situação atual do Brasil como bem posicionado no âmbito de desenvolvimento ambiental, citando o País como 46º colocado no Índice de Desempenho Ambiental (*Environmental Performance Index*) no ano de 2016, conforme mostrado no Gráfico 2. Em contrapartida, o estudo evidência a necessidade de melhoria na área de Clima e Energia, relacionada às tendências de emissão de CO<sub>2</sub>. As metas estabelecidas no documento, ou seja, onde se deseja chegar em 2022, são aumentar a eficiência da indústria no uso de recursos naturais e melhorar a produtividade da indústria no uso de energia em 10% .

**Gráfico 2** - Desempenho Ambiental (*Environmental Performance Index*) no ano de 2016



Fonte: CNI (2018)

Nesse sentido, os temas prioritários a serem desdobrados para o alcance das metas estabelecidas são: *i*) uso dos recursos naturais; *ii*) economia de baixo carbono; *iii*) licenciamento ambiental e *iv*) saneamento básico.

No âmbito do uso dos recursos naturais, o trabalho elaborado pela CNI (2018) concluiu que o Brasil avançou na reutilização dos resíduos em vários setores industriais, mas é possível aumentar a reciclagem dos dejetos, a partir de políticas públicas eficientes, que estimulem as empresas na direção correta sem criar custos desnecessários. Além disso, o Brasil é o país que detém a maior biodiversidade e para a exploração deste ativo, é necessário investimento, conhecimento e estratégia. Nessa lógica, os objetivos para o uso dos recursos naturais são: *i*) gerir os resíduos sólidos como recursos de valor dentro dos conceitos da economia circular; *ii*) melhorar a gestão dos recursos hídricos, garantindo estabilidade no provimento e nos preços; e *iii*) ampliar o uso econômico e sustentável da biodiversidade e dos recursos florestais

Para o alcance dos objetivos estabelecidos, os especialistas propuseram nos debates o desenvolvimento das iniciativas: *i)* regulamentação dos instrumentos econômicos da Política Nacional de Resíduos Sólidos; *ii)* regulamentação da recuperação energética de resíduos sólidos urbanos; *iii)* regulamentação da cobrança pelo uso da água, incluindo mecanismo de aplicação reembolsável de arrecadação; *iv)* regulamentação e estruturação de um mercado de reuso de água; *v)* aumento da eficiência da gestão das águas para prover mais segurança hídrica para os setores usuários; *vi)* estímulo à ampliação do uso econômico e sustentável da biodiversidade e dos recursos florestais *vii)* aperfeiçoamento de normas para ampliar o uso econômico dos recursos genéticos; e, *viii)* identificação de oportunidades e riscos dos acordos internacionais sobre usos e conservação da biodiversidade.

Na perspectiva do desenvolvimento da economia de baixo carbono, a preocupação com os efeitos das mudanças climáticas ganhou espaço na agenda das organizações multilaterais, do governo, das empresas e da sociedade. Assim, a gestão de carbono se torna um aspecto determinante para a competitividade das empresas. Nessa estratégia, em CNI (2018) é estabelecido o objetivo de reduzir a intensidade de emissões de CO<sub>2</sub> equivalente pela produção industrial brasileira. Para tanto, foram determinadas as seguintes ações: *i)* identificação de oportunidades e riscos da implementação da Contribuição Nacionalmente Determinada; *ii)* avaliação dos impactos da precificação de carbono na competitividade da indústria; *iii)* promoção da inovação para o aumento da eficiência nas emissões de gases de efeito estufa; *iv)* promoção de ações alinhadas aos princípios da economia circular e da eficiência no uso dos recursos; e, *v)* promoção e estímulo da eficiência energética na indústria.

Referente ao licenciamento ambiental, o arcabouço legal que estabelece as diretrizes do licenciamento ambiental no Brasil implica em morosidade e burocracias para a emissão de licenças, resultando em custos elevados para as empresas, redução de investimentos e poluição ambiental resultante pela demora de estabelecer medidas mitigadoras do impacto ambiental das atividades empresariais. O objetivo traçado neste tema é o aperfeiçoamento o sistema de licenciamento ambiental. Para tanto as ações estipuladas são: *i)* aprovação de norma nacional para o licenciamento ambiental; *ii)* regulamentação do marco legal do licenciamento; e, *iii)* estímulo ao uso de instrumentos de planejamento para orientar e agilizar o licenciamento ambiental.

Na ótica do saneamento básico no País, em CNI (2018) é considerado que o tratamento adequado do esgoto, o atendimento da população com água potável e a extinção dos lixões aumentará a produtividade industrial, pois ampliará a quantidade e qualidade da água disponível para a produção e irá conferir mais saúde e qualidade de vida aos trabalhadores. Atualmente,

segundo a Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) (2017), 50% do esgoto gerado no País é tratado. Devido à importância do tema, a CNI (2018) estabeleceu os objetivos de melhorar a eficiência da prestação de serviços de gestão de resíduos sólidos urbanos e universalizar o atendimento de água e esgoto. As ações definidas foram: i) aperfeiçoamento da Política Nacional de Resíduos Sólidos e da Política Nacional de Saneamento Básico; ii) aperfeiçoamento da regulamentação do saneamento básico; iii) regulamentação do Regime Especial de Incentivos para o Desenvolvimento do Saneamento Básico; e, iv) simplificação dos procedimentos para a liberação de recursos públicos.

### 3 METODOLOGIA

A pesquisa é classificada como exploratória, definida por Gil (2007) como o método que proporciona maior familiaridade com o problema, com o objetivo de torná-lo mais explícito ou constituir hipóteses. A abordagem do estudo é definida como qualitativa, pois analisa, compara e interpreta dados da literatura.

O *Roadmap* foi elaborado conforme a metodologia optada por Oberziner (2016), que utiliza dados bibliométricos, pesquisados em publicações científicas e documentos de patentes, para o desenvolvimento da prospecção tecnológica, com os dados organizados em curto, médio e longo prazos. O método foi selecionado devido a disponibilidade dos documentos em base de dados atualizadas, já que a reunião de especialistas de diversas áreas do conhecimento para a realização dos seminários descritos nos demais métodos, como os utilizados por Phaal, Farrukh e Probert (2000) e Albright e Kappel (2003), seria dificultada pelo acesso aos profissionais.

Inicialmente foi realizada uma pesquisa exploratória sobre o gerenciamento de resíduos sólidos e os tratamentos adotados para os dejetos, com atenção especial aos aplicados no rejeito de borra de tinta, a fim de obter as palavras chaves para adoção da estratégia de busca artigos científicos e documentos patentários.

Esta pesquisa explora artigos científicos e publicações em mídia especializada, além de patentes depositadas (solicitadas) e concedidas. Os documentos foram analisados procurando identificar o ramo de atividades empresarias de aplicação, os produtos resultantes das pesquisas e as tecnologias aplicadas nos estudos, com o intuito de obter o conteúdo necessário para a projeção da forma gráfica do *Roadmap*, disposto em mercado, tecnologia e produto.

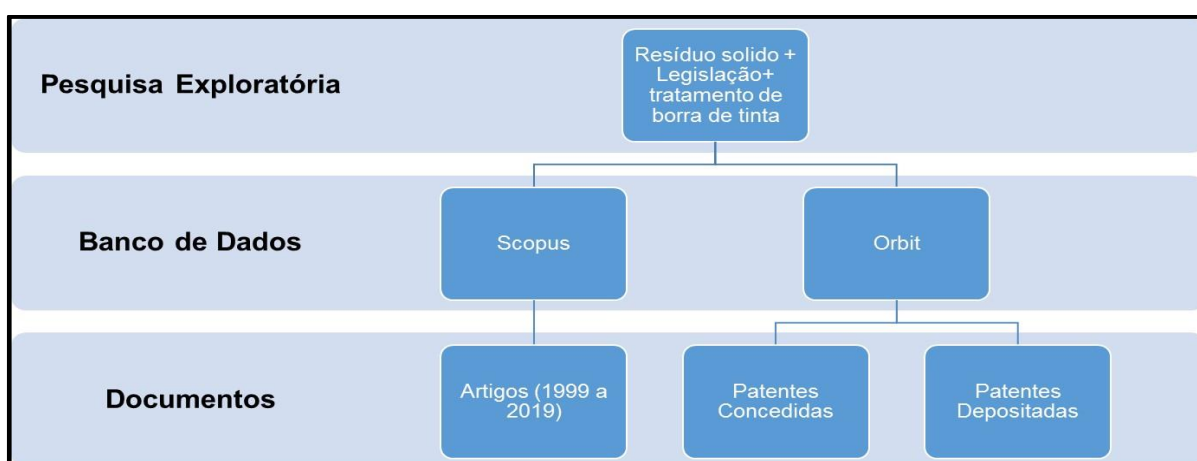
A sistematização adotada para avaliar a prospecção do tratamento aplicado ao resíduo borra de tinta de curto a longo prazo, será executada conforme mostra a Figura 13.

**Figura 12** - Sequência temporal

Fonte: Elaborada pela autora.

No curto prazo foram consideradas as patentes concedidas devido ao fato de estarem mais próximas da aplicação industrial, esta fase é avaliada entre 0 e 5 anos. No médio prazo, são examinadas as patentes depositadas e as ainda não concedidas em análise, pois sua aplicação comercial acarretaria um tempo maior, esta fase é determinada pelo período de 5 a 10 anos. Já no longo prazo, que compete o período superior a dez anos, foram estudadas as tecnologias descritas em artigos científicos em fase de pesquisa, publicados no período de 2008 a 2019.

Os documentos e as bases de dados utilizados para a elaboração do *Roadmap* são dados pela Figura 14:

**Figure 13** - Documentos utilizados no trabalho

Fonte: Elaborado pela autora

A estratégia de busca utilizada para a obtenção dos artigos científicos e documentos de patentes são discutidas nos capítulos seguintes.

### 3.1 ESTRATÉGIA DE BUSCA DE ARTIGOS CIENTÍFICOS NO TEMA DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS DE TINTA

A pesquisa nas publicações de artigos científicos, foi realizada na base de dados Scopus, acessado por meio do portal de Periódico da Capes. A base de dados Scopus pertence à editora Elsevier e foi utilizada por apresentar a maior base de dados bibliográficos da literatura revisada por pares, contendo informações técnicas e científicas com mais 22.000 títulos de mais de 5.000 editores em todo o mundo, abrangendo as áreas de ciência, tecnologia, medicina, ciências sociais e artes e humanidades. Além disso, a base conta com ferramentas gráficas e bibliométricas para acompanhar, analisar e visualizar a pesquisa (SCOPUS, 2016).

Para realização da pesquisa das publicações que abordam o tratamento do resíduo de tinta, foi utilizado o uso das palavras chaves "ink waste", "paint residue", "ink residue", "paint waste", "ink sludge", "paint sludge" nos campos título do artigo, resumo e palavras chave, de forma a obter o maior número possível de documentos. A estratégia da busca e o total de artigos resultantes são mostrados na tabela 2.

**Tabela 2** - Estratégia de Busca utilizada na base de dados Scopus

Busca Avançada por Palavras-chave	Total de Documentos
<i>TITLE-ABS-KEY(("ink waste" OR "paint residue" OR "ink residue" OR "paint waste" OR "ink sludge" OR "paint sludge"))</i>	161

Fonte: Elaborado pela autora

Como a maioria das publicações científicas no estudo de tratamento do resíduo de borra de tinta se enquadra nas áreas de Engenharia, Ciência dos Materiais, Ciências Ambientais e Engenharia Química, foi realizada uma nova busca na base de dados Scopus, além das palavras chaves, considerando as áreas citadas, conforme revela a Tabela 3.

**Tabela 3** - Estratégia de Busca utilizada na base de dados Scopus com limitação da área de aplicação

Busca Avançada por Palavras-chave	Total de Documentos
<i>TITLE-ABS-KEY(("ink waste" OR "paint residue" or "ink residue" or "paint waste")) and (limit-to (subjarea,"engi") or limit-to (subjarea,"mate") or limit-to (subjarea,"envi") or limit-to ( subjarea,"ceng" ) or limit-to ( subjarea,"chem" ) )</i>	144

Fonte: Elaborado pela autora

Esses artigos foram analisados considerando os objetivos do trabalho, por meio da leitura dos resumos dos documentos, e foram identificadas 18 publicações que atendem o objetivo da pesquisa. Os artigos selecionados limitam-se a tecnologias de tratamento de resíduo de borra de tinta líquida de aplicação industrial e imobiliária, excluindo a aplicação de tinta em pó, tinta de impressões gráficas, fabricação de tinta a partir de outros resíduos que não são oriundos de tinta, tratamento de efluentes e tratamento das emissões atmosféricas.

### 3.2 ANÁLISE DE DOCUMENTOS DE PATENTES

Para a análise de patentes, foram realizadas pesquisas de patentes nas bases de dados Spacenet e Orbit Inteligence. As palavras chaves utilizadas foram “*ink*“, “*paint*“, “*waste*“, “*residue*“, “*sludge*“, e excluídos os termos que não atendem os objetivos da pesquisa, conforme realizado na busca dos artigos científicos: “*water*“, “*print*“, “*gas*” no campo título. A estratégia de busca adotada e a quantidade de documentos obtidos em cada base de dados estão descritos na Tabela 4.

**Tabela 4** - Estratégia de Busca utilizada de documentos de patentes

Base de dados	Busca Avançada por Palavras-chave	Total de Documentos
Spacenet	<i>((((INK OR PAINT) AND</i>	706
Orbit Inteligence	<i>(WASTE OR RESIDUE)) NOT (WATER OR GAS OR PRINT))/TI</i>	1047

Fonte: Elaborado pela autora

A busca na base de dados Orbit Inteligence apresentou um número maior de documentos que os fornecidos pelo Spacenet, assim esta foi considerada para a pesquisa, por comportar um número maior de documentos.

Mesmo com a exclusão dos termos relacionados à impressão gráficas, tratamento de efluentes atmosféricos e líquidos, a pesquisa apresentou documentos com a classificação internacional de patentes (IPC) relacionados a esse tema. Com isso, foi estabelecido um novo critério de busca, restringindo os resultados com as classificações:



- F23G: Fornos crematórios, incineração de refugos ou combustíveis de baixo teor por combustão;
- C09D: Composição de revestimentos;
- C08J: Compostos macromoleculares orgânicos; sua preparação ou seu processamento químico; processos gerais para formar misturas; pós-tratamento não abrangido pelas subclasses;
- C04B: Cimento; concreto; pedra artificial; cerâmica; refratários: cal; Magnésia; escória; cimentos; suas composições, p. ex. argamassa, concreto ou materiais de construções similares; pedra artificial; cerâmica
- C02F: Tratamento de água, de águas residuais, de esgotos ou de lamas e lodos;
- B05C: Aparelhos para aplicação de líquidos ou de outros materiais fluentes a superfícies em geral;
- B01D: Separação; e,
- B29B: Preparo ou pré-tratamento do material a ser modelado; fabricação de grânulos ou pré-formados; recuperação de matérias plásticas ou outros constituintes de material de refugo contendo matérias plásticas.

A Tabela 5 indica a tática de pesquisa dos documentos de patente, adotada na base de dados Orbit Intelligence.

**Tabela 5** - Estratégia de Busca utilizada de documentos de patentes

Busca Avançada por Palavras-chave	Total de Documentos
((((INK OR PAINT) AND (WASTE OR RESIDUE)) NOT (WATER OR GAS OR PRINT))/TI AND (F23G OR C09D OR C08J OR C04B OR C02F OR B05C OR B01D OR B29B))/IPC	408

Fonte: Elaborado pela autora

Na base de dados do Orbit foram obtidos 408 documentos, assim foram identificados os Países, organizações e ano em que mais patentes foram depositadas.

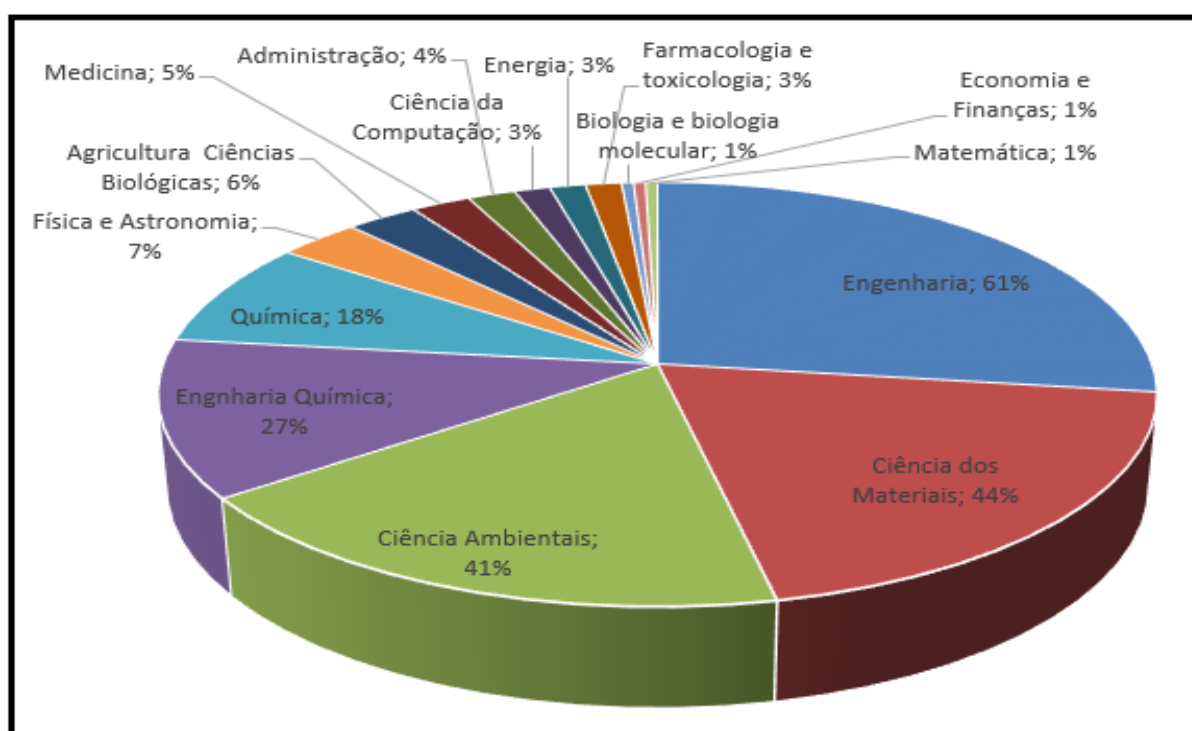
Os documentos de patentes que se encontram ativos dentre os obtidos na base de dados Orbit foram selecionados de acordo com o título e resumo, resultando por fim em 51 documentos.

## 4 RESULTADOS

### 4.1. ANÁLISE DOS ARTIGOS CIENTÍFICOS

Os artigos científicos publicados na base de dados Scopus, referentes ao tratamento de borra de tinta, apresentaram maior concentração nas áreas de Engenharia, Ciência dos Materiais, Ciência Ambientais, Engenharia Química e Química. O Gráfico 3 apresenta a distribuição dos artigos encontrados na literatura.

**Gráfico 3** - Distribuição dos Artigos Científicos nas Áreas de Pesquisa



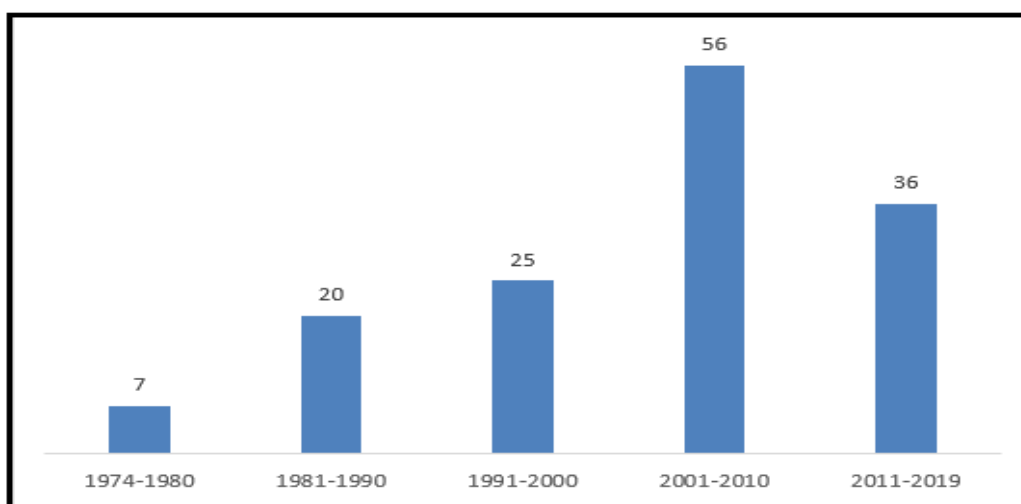
Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados obtidos na base de dados Scopus

A partir desses dados, foi aplicado outro filtro na pesquisa, contendo apenas as áreas do conhecimento com maior densidade de artigos publicados no tema do tratamento do dejetos de tinta (Engenharia, Ciência dos Materiais, Ciência Ambientais, Engenharia Química e Química). Assim, foi possível reduzir o número de documentos para a análise individual dos títulos e resumos. A nova pesquisa resultou em 144 documentos, a partir dos quais então foi realizado o levantamento de dados pertinentes à evolução cronológica, principais países e instituições que realizam pesquisas na área do tratamento do dejetos de tinta.

O Gráfico 4 apresenta os resultados fornecidos pela base de dados Scopus e identifica uma evolução do número de publicações na área a partir da década de 90. Isto se deve à ênfase dada aos assuntos ambientais resultante da publicação do relatório "Nosso Futuro Comum", também conhecido como "Relatório Brundtland", pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, em 1987, onde é estabelecido o conceito de desenvolvimento sustentável como aquele que “atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade das gerações futuras de atenderem as suas próprias necessidades”. Outro marco que justifica o aumento de publicações sobre tratamento de resíduo foi a realização da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, em 1992, na cidade do Rio de Janeiro e popularizada como "Rio-92" ou "Cúpula da Terra", que atingiu o domínio público como ainda não havia se presenciado.

O encontro “Rio 92” foi realizado visando prover soluções para o equilíbrio ambiental, social e econômico, além de instituir acordos com maiores privilégios para os países em desenvolvimento. O incentivo a projetos ambientais com retornos financeiros reflete nas pesquisas de desenvolvimento de novas tecnologias para a recuperação de resíduos, resultando assim em mais publicações na área a partir desta década. O número de pesquisas seguiu em constante evolução até 2010, ano em que se instituiu o cenário de crise mundial que interferiu na redução do aporte financeiro para a ciência de maneira geral, principalmente nas áreas ambientais.

**Gráfico 4** - Evolução Cronológica de Artigos com o Tema Resíduos de Tratamento de Borra de Tinta

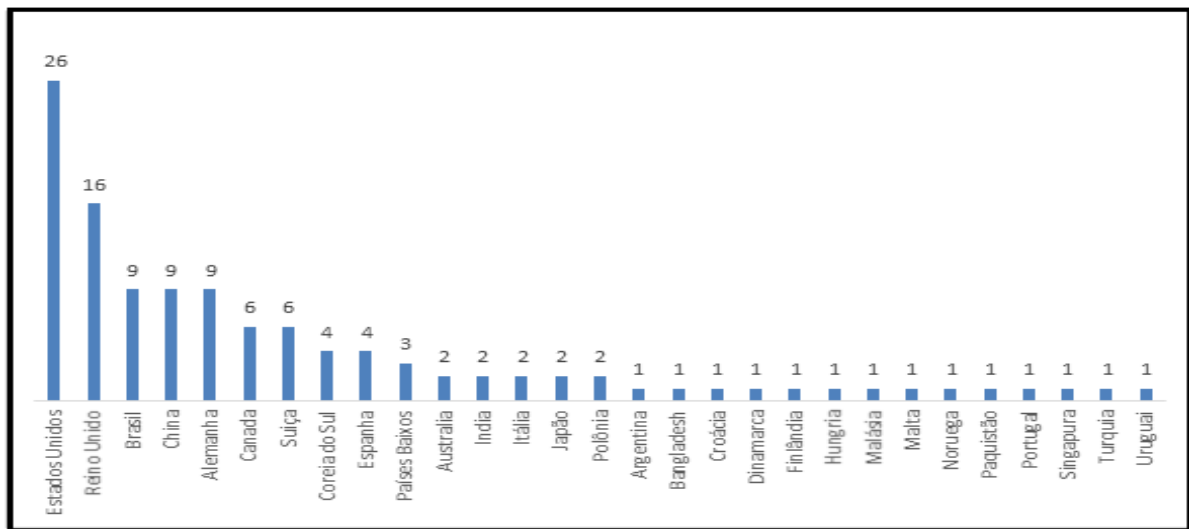


Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados obtidos na base de dados Scopus

O país com maior número de publicações científicas no tratamento do resíduo borra de tinta é os Estados Unidos, com vinte e seis publicações apresentadas na pesquisa na base de

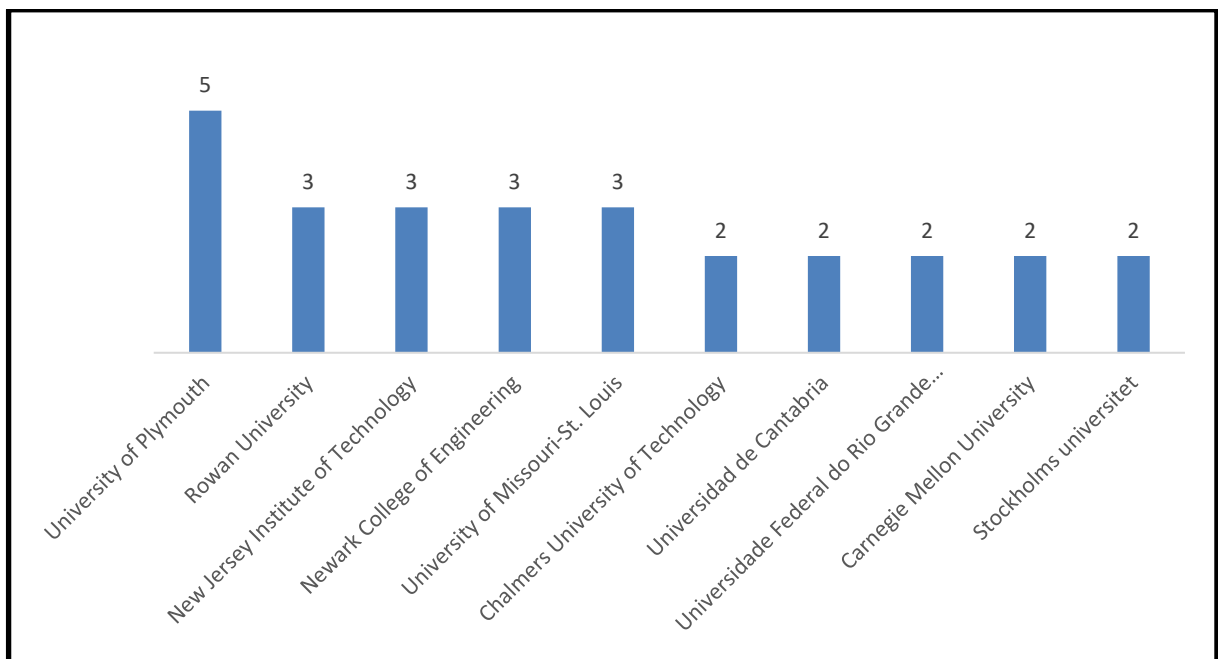
dados Scopus, seguido por Reino Unido (16 publicações), Alemanha (9), Brasil (9), China (9), Canadá (6), Espanha (4), Suíça (3), Itália (2) e Japão (2), conforme demonstrado no Gráfico 5. Os principais pesquisadores que tiveram seus trabalhos publicados de acordo com a base de dados consultada estão filiados a instituições de ensino americanas, conforme demonstra o Gráfico 6. No Brasil a Universidade do Rio Grande do Norte é citada com duas publicações no tema.

**Gráfico 5 - Número de Publicações por País de Maior Produção no Tema**



Fonte: Elaborador pela autora a partir dos dados obtidos na base de dados Scopus

**Gráfico 6 - Documentos por filiação**



Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados obtidos na base de dados Scopus

A leitura dos 18 artigos selecionados da base de dados Scopus possibilitou a análise da evolução dos tratamentos dos dejetos de tinta. Os dados da pesquisa revelam que até 1989, as publicações científicas amparavam apenas o desenvolvimento de tecnologias de tratamento de efluentes líquidos no processo de pintura. Os primeiros trabalhos visando o tratamento do dejetos sólido de tinta foram publicados somente após a década de noventa.

A análise dos documentos publicados também indicou que as primeiras pesquisas para o desenvolvimento de tecnologias para a redução do impacto ambiental da destinação do resíduo sólido de tinta não contemplavam a reciclagem, somente amparavam as técnicas de incineração, aterro, métodos de redução de volume e meios de segregação dos resíduos. Somente a partir de 2014 os estudos no âmbito da reciclagem foram frequentemente explorados.

De 1989 a 2014 os processos de separação e redução do volume dos rejeitos foram exaustivamente explorados pelos autores, além dos métodos de gestão de resíduos e recuperação energética, que também foram instituídos por meio de pesquisa e publicados em forma de artigo científico.

Bazell e Clyde (1989) utilizaram o processo de centrifugação, que consiste em um método de fragmentação de misturas feita por um aparelho que faz a separação dos componentes via sedimentação dos líquidos imiscíveis de diferentes densidades, aplicado para reduzir o volume do rejeito. Neste contexto, Johnson (1993) empregou o processo de secagem para a compactação do resíduo. Ainda com o objetivo de reduzir a quantidade de resíduos, o processo de gestão dos resíduos foi utilizado pelos autores Kapsanis e Karen (1990), Williams (2001) e Gopalakrishnan et al. (2002), com o objetivo de separar os materiais, reduzindo a quantidade de geração dos resíduos classe I.

No âmbito do tratamento do material para a disposição final, Fjelsted e Christensen (2007) estudaram o processo de incineração. No mesmo ano, Saft (2007) fez um comparativo entre os processos de gaseificação, pirólise e incineração convencional do dejetos de tinta, concluindo que a utilização da tecnologia de pirólise é o processo mais economicamente viável para o tratamento do material. Nesse contexto, já em 2010, Arce et al. (2010), comprovou a eficiência da estabilização com utilização de óxido de cálcio (CaO) para encapsulamento dos metais.

No campo de reaproveitamento do resíduo como componente para a fabricação de outros produtos, o desenvolvimento de tecnologia começou a ser apresentado em publicações científicas em 1997, quando o dejetos foi utilizado para reforço de materiais plásticos com a utilização do processo de pirólise para preparação do material para a reciclagem no estudo de Nanila et al. (1997). A reciclagem do rejeito de tinta também foi abordada por Nehdi e Sumner

(2003) para aproveitamento no concreto e por Basegio et al. (2006) na fabricação de cerâmica vermelha. Neste contexto, a partir do ano de 2014 o aproveitamento do resíduo de tinta em outros materiais tem sido alvo intensamente das publicações.

Os dados explorados nos artigos científicos foram tabulados em autor, ano e processo que expressa as tecnologias utilizadas para a obtenção do produto. O Quadro 2 apresenta os resultados da pesquisa.

**Quadro 2 - Resumo dos Artigos Publicados**

<b>Título</b>	<b>Autor</b>	<b>Ano</b>	<b>Processo</b>	<b>Produto</b>
Um simples e efetivo processo para reciclagem de resíduo de pintura.	Xing, P., Ma, B., Wang, C., Wang, L., Chen, Y	2018	Lixiviação Eletrozepagem Tratamento térmico do resíduo lixiviado	Recuperação do Zn <sup>+2</sup>
Verniz de nitrocelulose regenerado a partir de resíduo de pintura de móveis	Xiao, S., Yu, Y., Yang, N., Huang, Q., Yang, Y., Liao, Y.	2017	Floculação	Nitrocelulose Regenerado
Incorporação de resíduo de pintura na argamassa	Ribeiro, R.R., Bellon, F.G., Alvarenga, R.C.S.S., Rezende, A.A.P., De Carvalho, J.M.M., Santos, R.F.	2017	Mistura	Argamassa
Recuperação de dióxido de titânio e outros pigmentos de pintura por pirólise	Karlsson, M.C.F., Corr, D., Forsgren, C., Steenari, B.-M.	2015	Pirolise	Reciclagem de TiO <sub>2</sub> e outros pigmentos.
Comportamento de dióxido de titânio em nanopartículas em um incinerador de resíduo sólido de tinta.	Massari, A., Beggio, M., Hreglich, S., Marin, R., Zuin, S.	2014	Incineração	Cinzas com TiO <sub>2</sub> em vidro

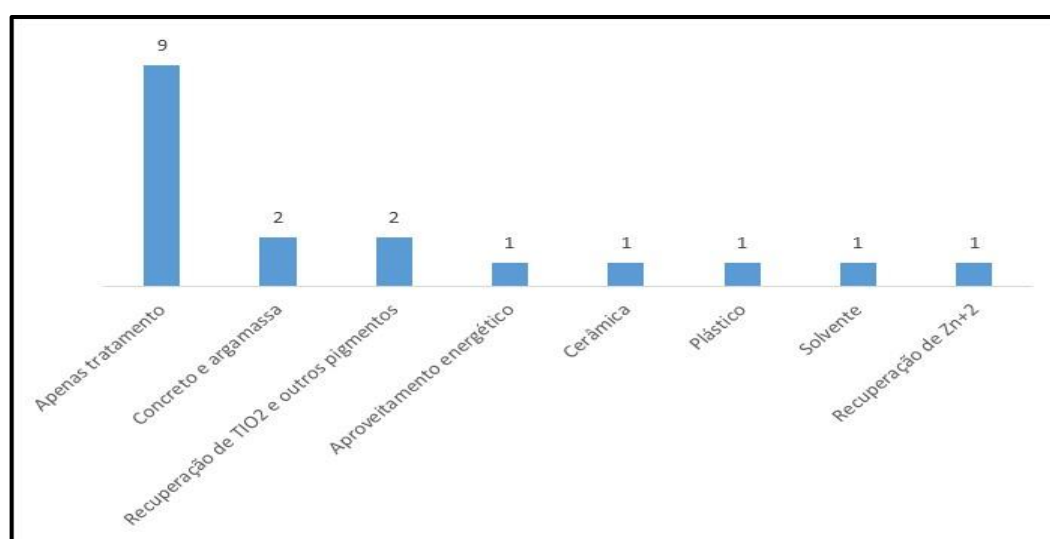
<b>Título</b>	<b>Autor</b>	<b>Ano</b>	<b>Processo</b>	<b>Produto</b>
Estabilização e solidificação de resíduo de tinta alquídica por carbonação com cal.	Arce, R., Galán, B., Coz, A., Andrés, A., Viguri, J.R	2009	Estabilização (tratamento)	-
Resíduo perigoso doméstico: composição de resíduo de tinta.	Fjelsted, L., Christensen, T.H	2007	Incineração	-
Avaliação do ciclo de vida de uma instalação de pirólise/ gaseificação para resíduos perigosos de tinta	Saft, R.J	2007	Pirolise Gaseificação Incineração tradicional (tratamento)	-
Resíduo de pintura eletrostática alternativo para cerâmica velha.	Basegio, T., Machado, A., Bernardes, M.A., Bergmann, P.C	2006	Prensagem Aquecimento em forno Mistura	Cerâmica Vermelha
Caracterização e destilação de resíduo de tinta alquídica	Viguri, J., Onandía, R., Arce, R., Irabien, A	2005	Destilação	Solvente
Propriedade de um resíduo perigoso de uma indústria de móveis.	Vajasaari, K., Kulovaara, M., Joutti, A., Schultz, E., Soljamo, K	2004	Tratamento	-
Resíduo de tinta como mistura no concreto.	Nehdi, M., Sumner, J.	2003	Mistura	Concreto
Redução de resíduo de borra de tinta através de sistema de minimização de resíduo.	Gopalakrishnan, B., Plummer, R.W., Kulkarni, R., Mangalampalli, P	2002	Gerenciamento para a redução	-
Gestão de resíduos de tinta	Williams, C.H.	2001	Gerenciamento para a redução	-

<b>Título</b>	<b>Autor</b>	<b>Ano</b>	<b>Processo</b>	<b>Produto</b>
Combustão de resíduo de tinta líquida em caldeira de leito fluidizado como elemento no gerenciamento de resíduos em uma fábrica de tintas.	Soko, Wodzimierz A., Biaiecka, Barbara	1998	Combustão em Caldeira	Aproveitamento energético
Reforço plástico de compósito cerâmico derivado da reciclagem	Nanila, C.K., Nakouzi, S.R., Mielewski, D., Bauer, D.	1997	Pirolise	Reforço plástico

Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados obtidos na base de dados Scopus

Os artigos que apontam apenas o tratamento para o resíduo, sem o reaproveitamento deste como matéria-prima para a fabricação de outros produtos, foram os mais publicados, isto pode estar relacionado à incipiência da cultura da prática da reciclagem no gerenciamento de resíduos. Ainda de acordo com as publicações científicas, os produtos resultantes do reaproveitamento da borra de tinta são concreto, argamassa, recuperação de dióxido de titânio e outros pigmentos, reaproveitamento energético, fabricação de cerâmica e utilização como componentes de peças plásticas, conforme demonstrado no Gráfico 7. Sendo que o aproveitamento do dejetos de tinta em argamassa e concreto, foi o produto mais obtidos pelas pesquisas dos artigos publicados, seguido da recuperação de dióxido de titânio (TiO<sub>2</sub>) e outros pigmentos.

**Gráfico 7 - Produtos Resultantes das Pesquisas Científicas**

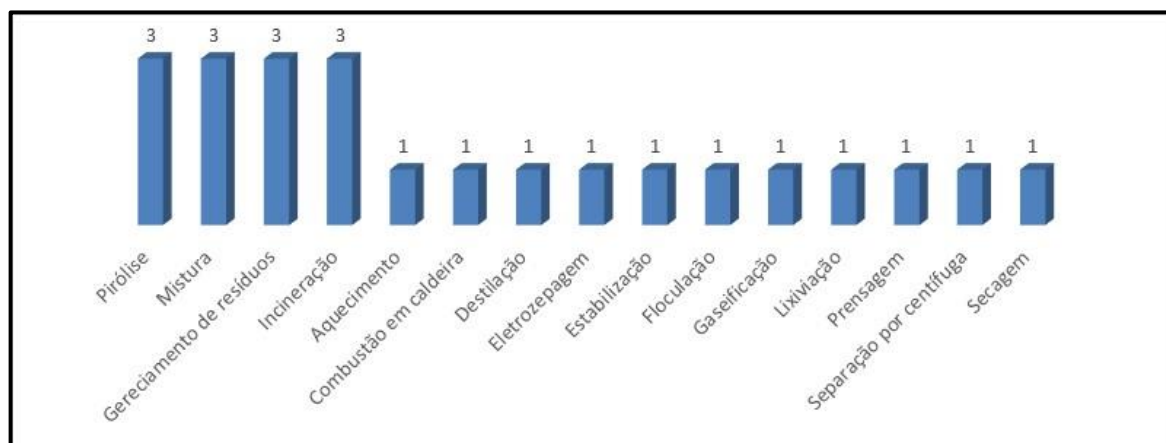


Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados obtidos na base de dados Scopus



As tecnologias mais utilizadas nas pesquisas com resíduos de tinta são pirólise, mistura, gerenciamento de resíduos e incineração e estão ilustradas no Gráfico 8.

**Gráfico 8** - Tecnologias Contidas nas Pesquisas Científicas



Fonte: Elaborador pela autora a partir dos dados obtidos na base de dados Scopus

O método de gerenciamento de resíduos é aplicado a fim de reduzir a produção dos resíduos com processos que visam a separação dos rejeitos. Esses processos são economicamente viáveis, já que reduzem o volume de dejetos produzidos e consequentemente os custos de destinação do material, além de muitas vezes evitar o desperdício de matérias-primas, com a mudança nos processos industriais.

No âmbito da destinação final dos resíduos, as tecnologias que utilizam tratamentos térmicos como a Pirólise e Incineração são muito utilizadas, já que transformam os resíduos em cinzas, diminuindo o volume e periculosidade.

Já nos processos de reutilização do resíduo, as técnicas de mistura do dejetos de tinta com outros materiais são utilizadas para a fabricação de argamassa, cimentos e cerâmicas.

#### 4.2 PROSPECÇÃO TECNOLÓGICA DO TRATAMENTO DO RESÍDUO BORRA DE TINTA REALIZADO EM BASE DE PATENTES

A Tabela 6 apresenta a classificação das patentes obtidas na pesquisa, de acordo com a Classificação Internacional de Patentes (IPC). Mesmo excluindo o termo “*PRINT*”, que remete aos documentos que tratam de impressões, na estratégia de pesquisa, a classificação B41 (Impressão; máquinas para imprimir; máquinas de escrever e carimbos) apresentou o maior número de documentos apresentada pela busca.

**Tabela 6 - Classificações Internacionais de Patentes**

IPC	DESCRIÇÃO	NÚMERO DE PATENTES
B41J	Máquinas de escrever; mecanismos de impressão seletiva, i.e. mecanismos que imprimam de outra forma que não a partir de uma forma; correção de erros tipográficos	370
C09D	Composições de revestimento, p. ex. tintas, vernizes ou lacas; pastas de enchimento; removedores químicos de tintas para pintar ou imprimir; tintas para imprimir; líquidos corretivos; corantes para madeira; pastas ou sólidos para colorir ou imprimir; uso de materiais para esse fim	245
B29B	Preparo ou pré-tratamento do material a ser modelado; fabricação de grânulos ou pré-formados; recuperação de matérias plásticas ou outros constituintes de material de refugo contendo matérias plásticas	116
D21C	Produção da celulose por eliminação de substâncias não celulósicas de materiais contendo celulose; regeneração de licores de polpa; aparelhos para esse fim	94
C02F	Tratamento de água, de águas residuais, de esgotos ou de lamas e lodos	89
B05C	Aparelhos para aplicação de líquidos ou de outros materiais fluentes a superfícies em geral	76
C08J	Compostos macromoleculares orgânicos; sua preparação ou seu processamento químico; composições baseadas nos mesmos elaborações; processos gerais para formar misturas; pós-tratamento não abrangido pelas subclasses	51
B01D	Separação	48
F23G	Fornos crematórios; incineração de refugos ou combustíveis de baixo teor por combustão	31
D21B	Matérias-primas fibrosas ou seu tratamento mecânico	27
C04B	Cimento; concreto; pedra artificial; cerâmica; refratários: cal; magnésia; escória; cimentos; suas composições, p. ex. argamassa, concreto ou materiais de construções similares; pedra artificial; cerâmica	12

Fonte: Elaborador pela autora a partir dos dados obtidos na base de dados Orbit

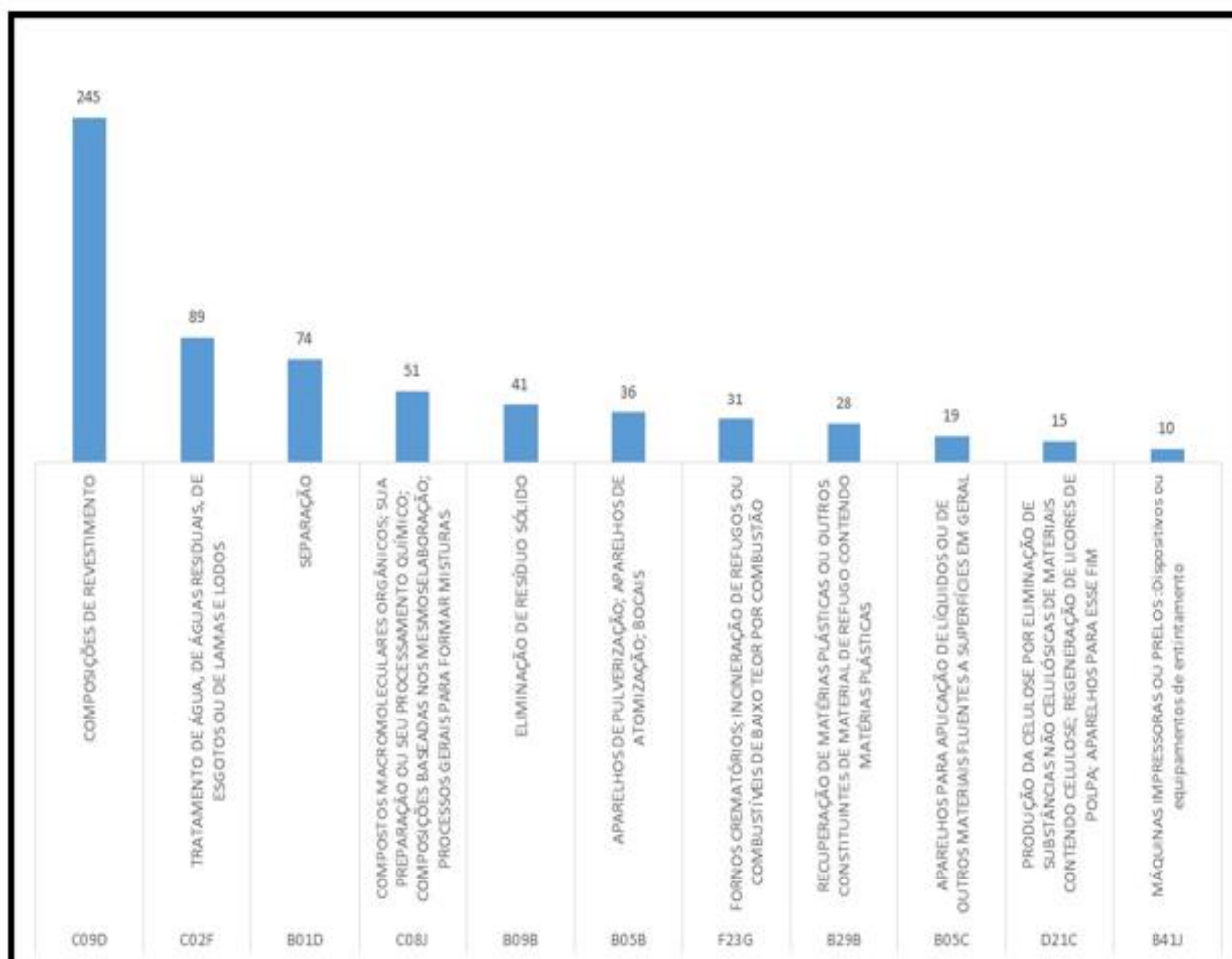
Como o objetivo da pesquisa é o estudo prospectivo dos tratamentos de resíduos de borra de tinta provenientes de processos de pintura industrial e imobiliária com tinta líquida, foi realizada uma nova pesquisa com as classificações: F23G, C09D, C08J, C04B, C02F, B05C, B01D e B29B, sendo retiradas da pesquisa as classificações B41J, referente a impressoras, D21C, fabricação de papel, e B29B, reaproveitamento de matérias plásticas. A pesquisa resultou em 408 patentes.

O Gráfico 9 apresenta a distribuição dos 408 documentos encontrados na busca de acordo com a Classificação Internacional de Patentes. É importante ressaltar que um único documento pode conter várias classificações. De acordo com o Gráfico 9, a classificação com

mais artigos enquadrados foi a C09D, com 245 arquivos, que abrange especificamente composições de revestimento, por exemplo tintas, vernizes ou lacas; pastas de enchimento; removedores químicos de tintas para pintar ou imprimir; tintas para imprimir; líquidos corretivos; corantes para madeira; pastas ou sólidos para colorir ou imprimir e uso de materiais para esse fim. (WIPO, 2018). As patentes enquadradas nesta classificação, conforme observado pela leitura dos documentos, são destinadas a reciclagem ou reutilização dos resíduos de tinta para a fabricação de novos componentes de revestimento.

O Gráfico 9 também destaca a classificação C02F, definida pela WIPO (2018) como tratamento de águas residuais, de esgoto ou de lamas e lodos, com 89 patentes, seguida pela B01D, que engloba tecnologias de separação dos materiais, exceto de sólidos-sólidos, com 74 documentos. Também são apresentados documentos classificados como C08J, definido pela WIPO (2018) como elaboração; processos gerais para formar misturas; B09B que apresenta métodos de eliminação de resíduos e F023 G, determinada por métodos de incineração, que são amplamente utilizados para o tratamento de resíduos sólidos.

**Gráfico 9** - Classificação das Patentes de Tratamento de Resíduo de Tinta

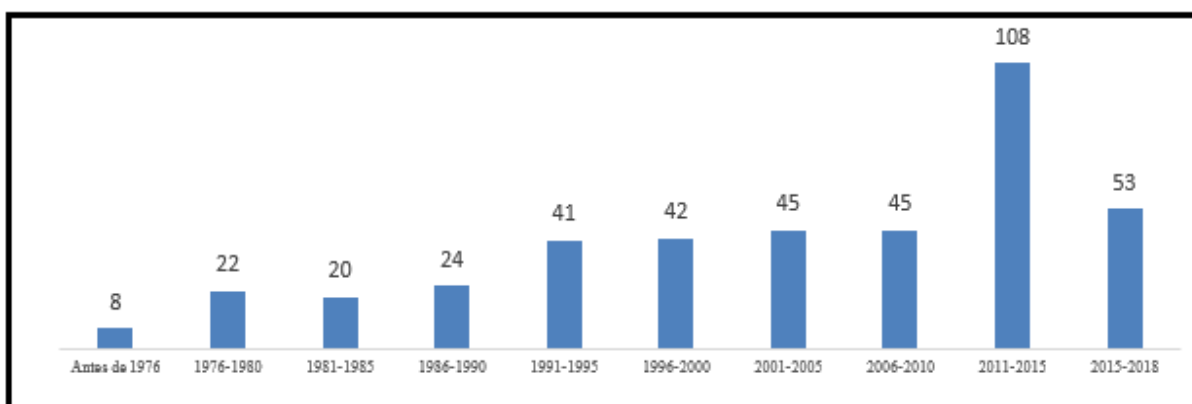


Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados obtidos na base de dados Orbit

O aumento na proteção das patentes referente ao tratamento de borra de tinta foi evidenciado ao longo dos anos, sendo que o número de patentes se elevou em 58,3% nos anos 2011-2015 em relação aos anos de 2006-2010, conforme evidenciado no Gráfico 10.

O aumento das inovações no tratamento de resíduos de borra de tinta segue um comportamento mundial em investimentos ambientais, conforme dados divulgados pela Clean Group e World Wide Fund for Nature (WWF) (2017), que revelam que o ano de 2011 foi recorde em investimentos em empresas de tecnologias limpas. Segundo o mesmo estudo isto se deve às implementações de políticas e incentivos governamentais voltados ao tema. Os maiores investimentos em 2011 são resultantes do Ano Internacional da Biodiversidade, declarado pela Assembleia Geral das Nações Unidas em 2010, e se encontram com uma série de acontecimentos globais relacionados a impactos ambientais, tais como recordes de temperatura desde que as medições se iniciaram em meados do século 19, como identificado no Paquistão, com cinquenta e três graus Celsius em 26 de maio de 2010, além de enchentes, tempestades e incêndios (WWF, 2017).

**Gráfico 10** - Evolução Cronológica de Depósito de Patentes

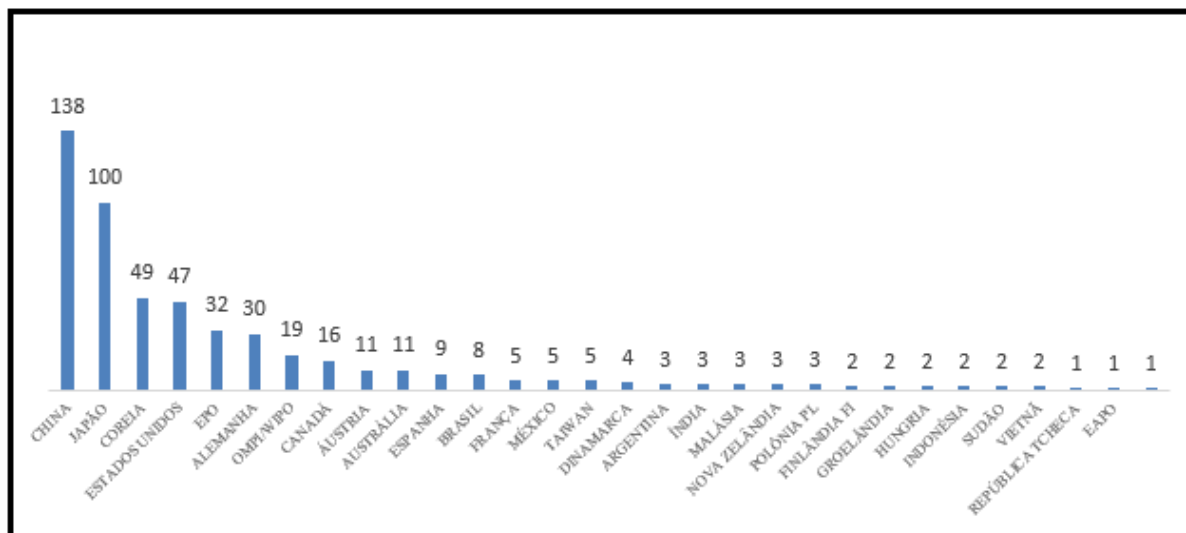


Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados obtidos na base de dados Orbit

A partir de 2013, os investimentos em tecnologias ambientais decaíram muito em virtude de grandes crises econômicas mundiais. Além disso, a preocupação dos países desenvolvidos com os fatores ambientais sofreu um retrocesso, fato simbolizado pela saída dos Estados Unidos do acordo promulgado no Acordo de Paris, evento realizado em 2015 com o objetivo de frear o aquecimento global e garantir o aporte financeiro pelos países desenvolvidos de 100 bilhões de dólares por ano em medidas de combate à mudança do clima.

Os números de patentes publicadas no tema da pesquisa também foram classificadas por países de depósito e são apresentados no Gráfico 11.

**Gráfico 11** - Quantidade de Depósito de Patentes por País



Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados obtidos na base de dados Orbit

O país que apresentou o maior número de patentes protegidas é a China seguido pelo Japão. O resultado apresentado no Gráfico 10 em comparação com o número de publicações em artigos científico, denota o maior interesse pela proteção e aplicação das tecnologias do que a produção científica pelos países China e Japão. A China apresenta quatro publicações científicas e Japão apenas duas, contra respectivamente 138 e 100 patentes.

A China apresenta uma diversidade de organizações e ramos empresariais como maiores detentores do número de patentes no tema, enquanto o Japão apresenta como os maiores detentores dos direitos da propriedade industrial as empresas automobilísticas.

O Brasil apresenta treze patentes depositadas, das quais a partir da leitura dos arquivos, apenas uma se enquadra no tema e aborda processo para o tratamento da borra de tinta por meio do encapsulamento com carvão e óxido de cálcio (CaO) e posterior queima. Nesse aspecto, o Brasil apresenta relevantes oportunidades de desenvolvimento de tecnologias para o tratamento do rejeito de tinta, que é gerado por diferentes ramos empresariais no país.

Neste contexto, foi realizada uma busca dos depósitos que constam no INPI, por meio das palavras “resíduo” ou “borra” ou “tratamento” e “tinta” e foram encontrados três depósitos de patentes dentro dos objetivos da pesquisa, que tratam do encapsulamento do resíduo com carbonato de cálcio (PI 9301585-2), fabricação de blocos cerâmicos com o resíduo (PI 9504280-6) e processo de obtenção de sistema de amortecimento por meio do resíduo (PI 9400297-5).

As empresas com maior número de patentes são relacionadas na Tabela 7. As montadoras automobilísticas japonesas, Toyota Motor, Mitsubishi Heavy Industries e Honda Motor, se destacam em relação ao número de patentes, este fato é atribuído a grande geração de resíduos de borra de tinta por este ramo de empresas e a cultura de organização e limpeza atribuídos aos costumes japoneses e aos sistemas Toyota de Produção, *Lean Manufacture* e ferramentas da qualidade, que combate o desperdício, exige limpeza e organização, incentivando a aplicação de tecnologias de reciclagem e tratamento dos resíduos.

**Tabela 7 - Empresas com Maior Número de Patentes no Tema**

TOYOTA MOTOR	12
DAINIPPON INSATSU	11
MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES	11
HONDA MOTOR	5
ORGANO	4
QINGDAO UNIVERSITY	4
DUJIANGYAN HONGQIANG BUILDING & AUXILIARY MATERIALS FACTORY	3
ETIS	3
GUANGDONG VOCATIONAL COLLEGE OF ENVIRONMENTAL PROTECTION ENGINEERING	3
KANSAI PAINT	3

Fonte: Elaborada pela autora a partir dos dados obtidos na base de dados Orbit

A busca pela base de dados do Orbit também proporcionou a avaliação da proporção das patentes que estão ativas, ou seja, que estão em vigência de proteção nos organismos responsáveis. Dos 408 documentos encontrados, 40,20% são patentes (164) ativas. As patentes não ativas representam 58,80% (244) e estão distribuídas em: 42 revogadas, 69 expiradas e 133 em domínio público.

A análise das patentes ativas foi considerada para estabelecer as tecnologias a curto prazo, e as patentes em análise para as tecnologias que serão implementadas em médio prazo, conforme a metodologia descrita para esta pesquisa.

#### 4.2.1 ANÁLISE DAS PATENTES ATIVAS

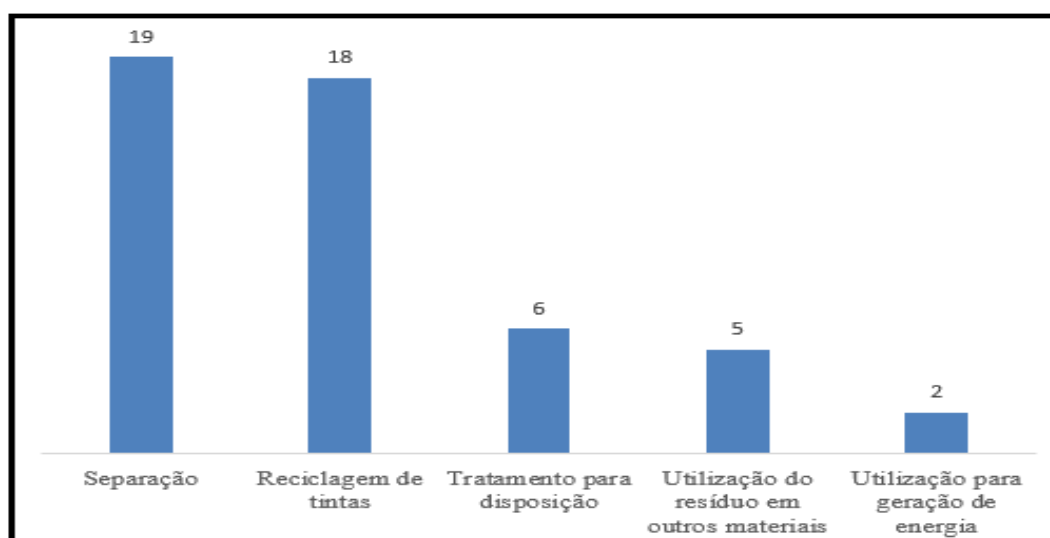
As patentes ativas foram analisadas para a verificação do produto e tecnologias utilizadas, por meio da leitura do resumo e/ou do documento completo. A leitura resultou em

51 documentos que se enquadram no tema da pesquisa de tratamento para o resíduo de borra de tinta, excluindo os resíduos de indústria gráfica, tratamento de efluentes líquidos e gasosos e tinta pó, além da utilização de outros resíduos na fabricação de tintas que não coadjuvam no tratamento da borra de tinta. Os documentos que se enquadram no tema protegem: *i)* sistemas de separação da borra de tinta; *ii)* geração de energia e calor por meio do resíduo; *iii)* formas de tratamento para a disposição final do resíduo; *iv)* meios de reciclagem para tinta; e, *v)* outros materiais utilizando o resíduo como matéria prima.

Os sistemas de separação de borra de tinta do efluente consistem em meios mecânicos, como sedimentação, filtração ou centrifugação, ou químicos, como floculação e coagulação. Já a utilização do resíduo como forma de geração de energia consiste em utilizar o poder calorífico presente no rejeito para alimentação de equipamentos industriais com esta finalidade, como caldeiras e incineradores com turbinas.

A separação da borra de tinta do efluente líquido é o produto de maior proteção, conforme apresentado pelo Gráfico 12, seguido da reciclagem do material para a fabricação de novas tintas. A separação do efluente do resíduo sólido é um processo muito importante, já que a maioria dos processos de pintura é realizados em cabines de pintura líquida, onde a borra de tinta encontra-se sobrenadante no efluente e os resíduos líquidos e sólidos necessitam de tratamentos diferentes. Além disso o bombeamento do efluente líquido para as estações de tratamento com a presença de borra de tinta pode ocasionar entupimentos das tubulações e defeitos nas bombas.

**Gráfico 12** - Produto das Patentes Ativas



Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados obtidos na base de dados Orbit

A reciclagem da borra de tinta é outra forma de tratamento muito evidenciada nas patentes ativas e confere restabelecer as características protetivas e decorativas das tintas ou fabricação de produtos inferiores aos originais. A fabricação de tintas com o resíduo é realizada por meio de processos simples com a adição de outros componentes como pigmentos e utilização de processos adicionais como secagem, moagem e filtração. No caso da reciclagem do solvente o processo utilizado é a destilação.

Nesses aspectos, a patente CN105038370 descreve a utilização do dejetado de tinta com o resíduo seco, nas proporções de 10 a 30% de rejeitos reciclados, 15 a 30% de resina epóxi, 10 a 20% de talco, 5 a 15% de solvente. O acréscimo de aditivos também é evidenciado, especificamente para tinta óleo, conforme o documento CN 102277027. Já o documento CN102558938 utiliza a separação da água por diferença de temperatura antes da adição de materiais para a proteção.

O processo de reciclagem de tinta muitas vezes é prejudicado pela presença de odores no produto final. Neste contexto o documento JP200103839 estabelece um processo de tratamento para esses odores por meio de secagem em forno para a remoção do efluente contido no resíduo sólido e redução do odor negativo. Outro processo de separação de impurezas do resíduo é o de dissolução e posterior filtração, apontado pelo documento CN107760180.

Ainda na esfera da recuperação das tintas, a reciclagem da tinta catalisada destaca-se, pois a presença do catalisador dificulta a utilização do resíduo para a fabricação de novos revestimentos. Esse processo de reciclagem foi protegido pelo documento WO200547408, onde o endurecedor utilizado no documento é o isocianato, e com o objetivo de tornar o resíduo viável para a reciclagem são utilizados os processos de diluição com solvente e extração da resina e pigmentos.

Na busca também foram encontrados a descrição de dois equipamentos para a reciclagem de tinta, dados pelo modelo de utilidade CN206011506U com alimentador, secador, britador e misturador, e CN 20436531U, que realiza a separação da resina por meio de um refulvador.

Outra característica das tintas é oferecer aos materiais características como plasticidade, maior durabilidade e resistência, como evidenciado nos artigos de Ribeiro, et. al (2017), Nehdi e Sumner (2003) e Basegio et al. (2006). Os depósitos de patentes vigentes contemplam a utilização dos resíduos de borra de tinta em: *i*) Cimento Portland; *ii*) concreto; *iii*) cerâmica de construção civil; *iv*) lâmina de amortecimento de asfalto revestimento em pó para parede; e, *v*) separação e utilização dos metais presentes nas tintas.



As aplicações do dejetto de tinta em concreto são protegidas pelas patentes CN103755232, CN203474658U. Os documentos descrevem que o rejeito confere mais aderência, resistência e supre a necessidade de cálcio e minerais, necessários na fabricação do cimento.

Já a patente JP2007269580 aplica a borra de tinta na cerâmica utilizada na construção civil e protege a utilização do material em 1% de utilização do resíduo. A capacidade de amortecimento da borra de tinta é explorada na aplicação de camadas no asfalto na patente EP2802539, e estabelece o composto de 1-5 partes de escória, areia de quartzo 29-59 partes e 0,1-1,5 fibras de PET.

Por fim os tratamentos para a disposição final consistem na preparação do resíduo para a destinação final com a utilização de tecnologias já consolidadas como aterro e incineração. As tecnologias utilizadas para cada produto nos processos de tratamento de borra de tinta constam na Quadro 3.

**Quadro 3 – Processos Utilizados nas Patentes**

PRODUTO	PROCESSO
Separação	Equipamentos mecânicos
	Floculação
	Coagulação
Reciclagem	Secagem e moagem
	Agitação e diluição
	Destilação e moagem
	Filtro para melhorar a reciclagem
	Destilação e centrifugação para recuperar o pigmento
	Secagem, esmagamento e peneiramento
	Secagem e mistura
	Separação magnética
	Flotação, filtração e secagem
Extração	
Utilização do resíduo em outros materiais	Clinker
	Mistura
Utilização para geração de energia	Clinker
	Pirólise
Tratamento	Redução do lodo por bactérias
	Solidificação com fibra de celulose,
	Encapsulamento
	Filtração
	Pirólise

Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados obtidos na base de dados Orbit

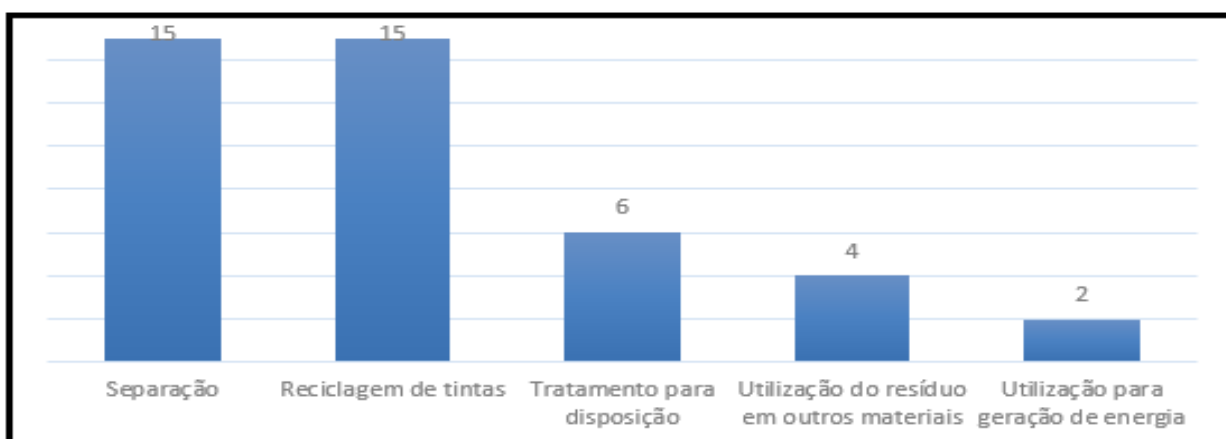
Com o objetivo de classificar as tecnologias pujantes em médio ou longo prazo, as patentes ativas foram divididas em *Concedidas e Em análise*. Do total das 51 patentes ativas que atendem aos objetivos da pesquisa, 82% encontram-se com pedido concedido e 18% com pedido em análise.

### 4.3 ANÁLISE CURTO, MÉDIO E LONGO PRAZO

As patentes já concedidas ativas, conforme a metodologia utilizada por Oberziner (2016), descrevem a prospecção de curto prazo e considera para este período, de zero a cinco anos. Os produtos obtidos nesta classificação são: reciclagem de tinta, separação, utilização do resíduo em outros materiais, tratamento a disposição e utilização para a geração de energia, demonstrados no Gráfico 13.

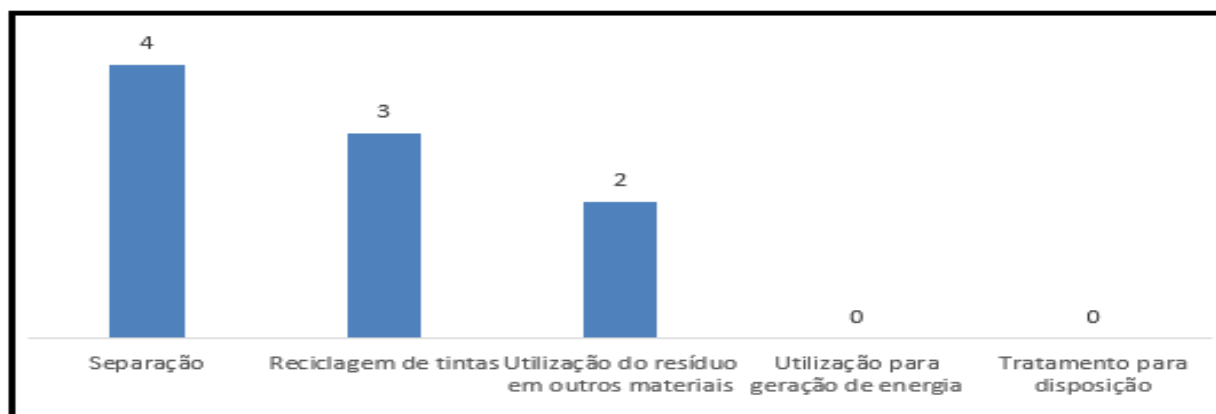
O Gráfico 13 revela que os processos de separação da borra de tinta do efluente presente na cabine de pintura e a utilização do resíduo para a fabricação de novos revestimentos, são as tecnologias prospectadas em curto prazo. Tratamento para disposição final, que contempla os sistemas de prevenção de poluição com aterros, se posicionam em terceiro lugar em quantidade de patentes, seguido pela reutilização do dejetos em outro material.

**Gráfico 13** - Produtos Prospectados a Curto Prazo



Fonte: Elaborador pela autora a partir dos dados obtidos na base de dados Scopus

As patentes em análise, e ainda não concedidas, totalizam nove documentos, e prospectam, segundo a metodologia Oberziner (2016), as tecnologias que serão vigentes em médio prazo. O Gráfico 14 expressa que em médio prazo (5-10 anos) a reciclagem de tintas, utilização dos resíduos em outros materiais e separação da borra de tinta são produtos pujantes oriundos do tratamento do dejetos de tinta.

**Gráfico 14** - Produtos dos Documentos Ativos em Análise

Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados obtidos na base de dados Orbit

Em médio prazo não são contemplados os meios de tratamento para a disposição final, o que se deve a viabilidade da utilização dos resíduos para outras finalidades, que além contribuir com a preservação do meio ambiente apresenta vantagens econômicas com reduções de custo com a destinação e aquisição de matérias-primas. Os meios de separação do resíduo do efluente líquido também estão presentes em médio prazo, já que os processos de pintura são realizados em cabines de pintura providas de cortinas de água, e a separação eficiente do resíduo proporciona a menor geração do mesmo e maior facilidade de tratamento do efluente líquido. Os processos utilizados para a obtenção dos produtos foram: *i)* filtragem; *ii)* mistura; *iii)* clinquer para a obtenção do cimento Portland; e *iv)* separação por filtração.

Para a prospecção em longo prazo foram consideradas as publicações de artigos de pesquisa dos últimos dez anos, de 2008 a 2018. Conforme os dados apresentados na Tabela 8, o maior número de artigos científicos se enquadra na utilização do resíduo em outros materiais, constatando que a longo prazo esta será a destinação para o resíduo.

**Tabela 8** - Tratamentos Propectados a Longo Prazo

	Produto	Ano	Quantidade
Utilização do resíduo em outros materiais	Recuperação do Zn <sup>+2</sup>	2018	4
	Argamassa	2017	
	Reciclagem de TiO <sub>2</sub> e outros pigmentos.	2015	
	Cinzas com TiO <sub>2</sub> em vidro	2014	
Reciclagem	Nitrocelulose Regenerado.	2017	1
Tratamento	Estabilização	2009	1

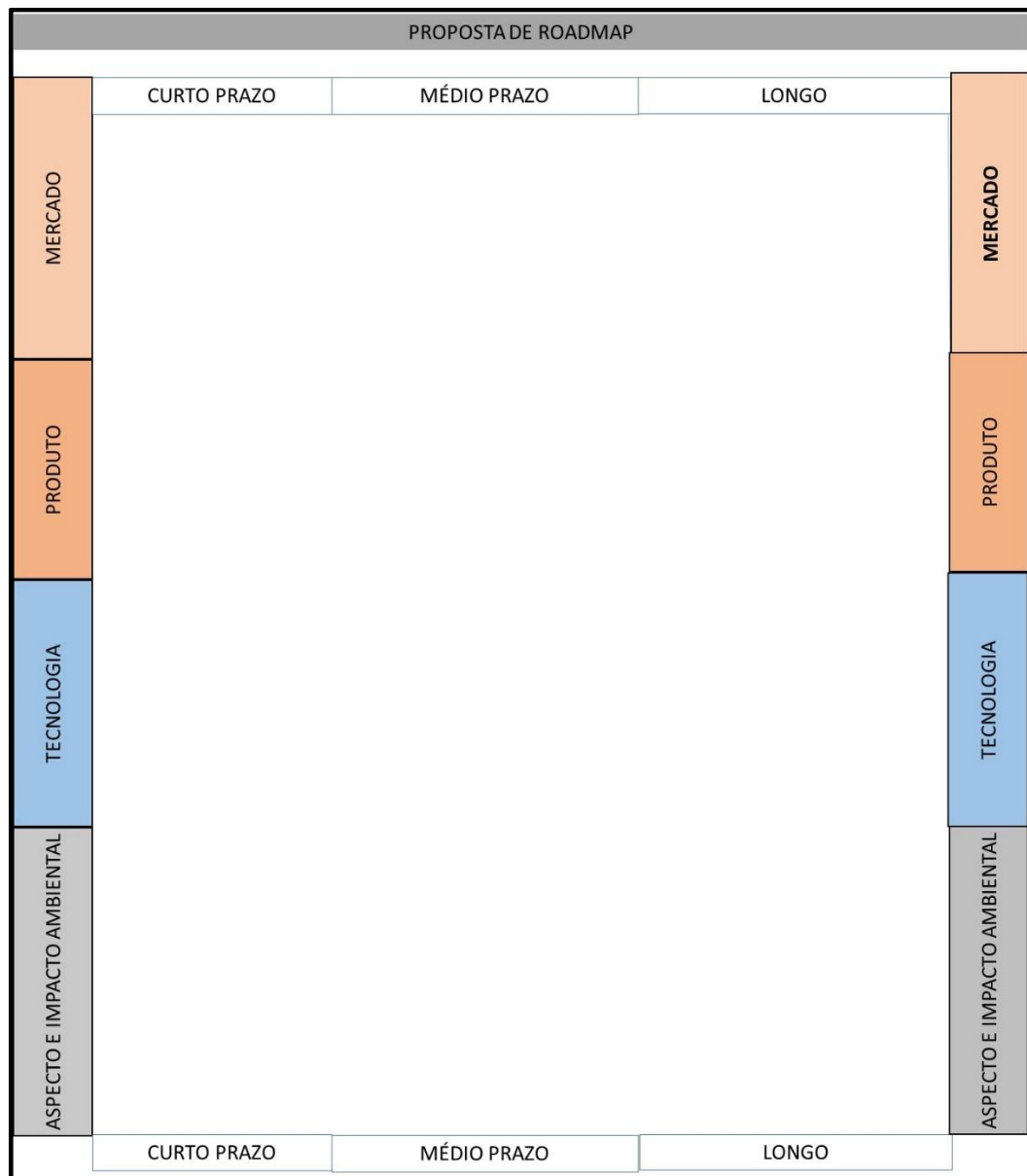
**Fonte:** Fonte: Elaborador pela autora a partir dos dados obtidos na base de dados Orbit

#### 4.4 SUGESTÃO DE CONFIGURAÇÃO DE *ROADMAP*

O *Roadmap* apresenta um método flexível de organização de informações prospectivas, dispostas no horizonte temporal de curto, médio e longo prazos. Após as pesquisas de metodologias aplicadas na literatura científica, foi possível observar a necessidade de um campo de avaliação dos aspectos ambientais, além dos campos de mercado, tecnologia e produtos.

Para tanto, este trabalho sugere a inserção do campo denominado Aspectos Ambientais e Impactos Ambientais, no eixo vertical do gráfico. Segundo a NBR 14001:2015 aspectos ambientais são entendidos como são entendidos como elementos das atividades, produtos ou serviços de uma organização. Eles podem interagir com o meio ambiente, causando ou podendo causar impactos **ambientais**, positivos ou negativos. Já Impactos Ambientais são definidos pela NBR 14001:2015 como “Qualquer modificação do meio ambiente, adversa ou benéfica, que resulte, no todo ou em parte, dos aspectos **ambientais** da organização”.

Contudo a configuração proposta de *Roadmap* resulta na a análise do impacto ambiental das tecnologias e produtos identificados na prospecção, além de identificar as ações mitigadoras de poluição, como a necessidade de ações de logística reversa de algum material, tratamento de emissões líquidas ou gasosas e reciclagem. A Figura 15 ilustra a configuração do Roadmap proposto pelo trabalho.

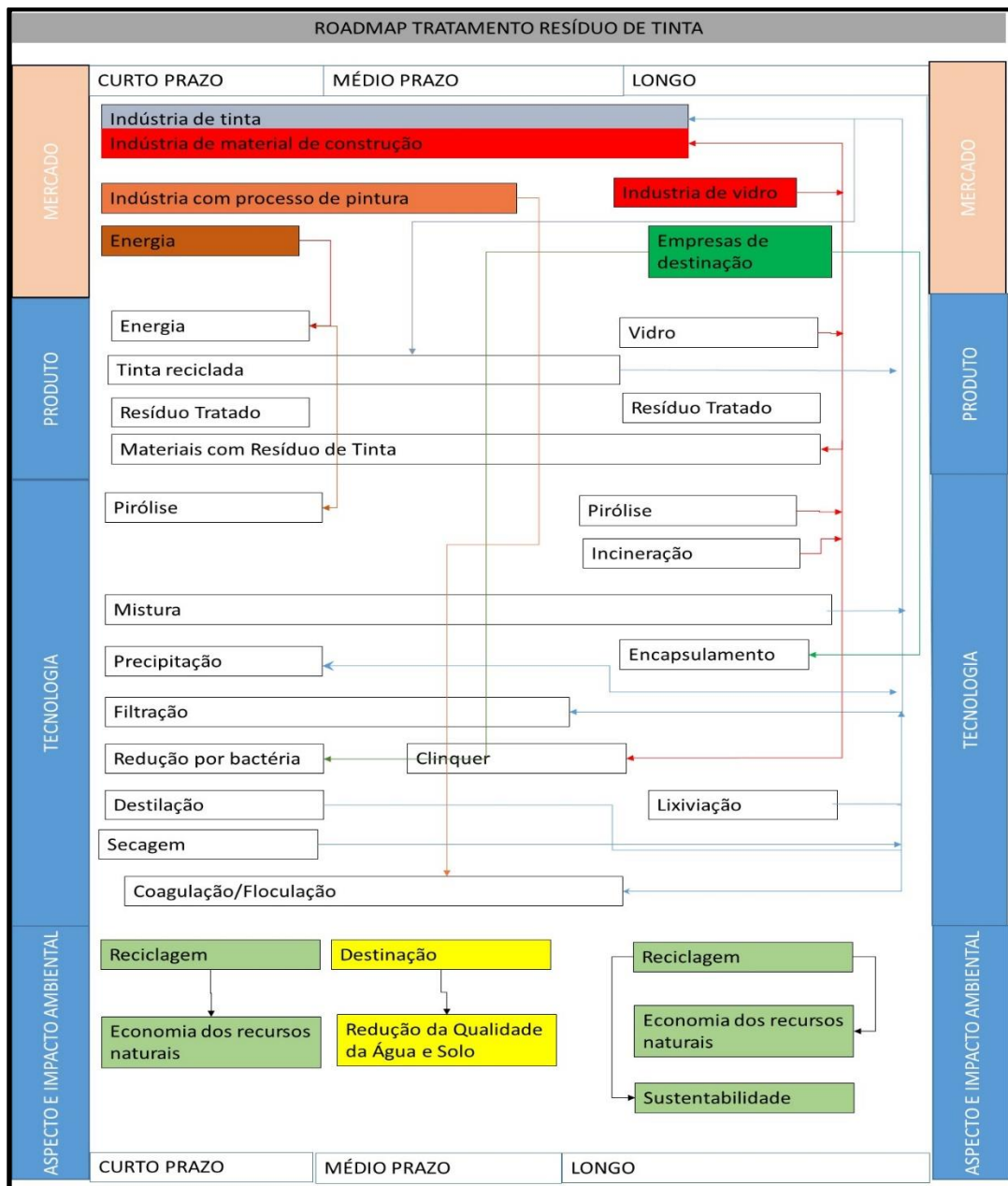
**Figure 14** - Modelo proposto de Roadmap

Fonte: Elaborado pela autora

#### 4.5 ROADMAP

A Figura 16 apresenta a proposta de um modelo de *RoadMap Tecnológico* para o tratamento do resíduo industrial de tinta e foi confeccionada com as informações aportadas nos artigos científicos e documentos de patentes obtidas pela prospecção tecnológica, conforme a metodologia descrita no Capítulo 3. Os dados do mapeamento foram esquematizados em faixas (eixo horizontal) e colunas (eixo vertical), onde o eixo horizontal indica a divisão de tempo em médio, longo e curto prazo, enquanto o eixo vertical é dividido em três seções que correspondem ao mercado, ao produto e a tecnologia.

**Figure 15** - Proposta de Roadmap para o tratamento do resíduo borra de tinta



**Fonte:** Elaborado pela autora a partir de banco de dados Orbit Intelligence e Scopus

O *RoadMap Tecnológico* identifica que os mercados presentes no tratamento do resíduo de tinta no curto prazo são:

- indústrias de tintas, que realizam a reciclagem do dejetos na fabricação de novos revestimentos, com a recuperação de pigmentos ou regeneração do composto (resina, solvente e pigmento).
- indústrias que contam com cabines de pintura no processo produtivo e realizam a separação do resíduo sólido de tinta do efluente, obtendo uma borra desidratada, com o objetivo de reduzir volume do rejeito sólido produzido.

- indústrias de materiais para a construção civil, que utilizam o rejeito como matéria-prima em seu processo produtivo, para a produção de cimento, concreto, cerâmica e argamassa.
- empresas especializadas na destinação de resíduos, de acordo com as legislações pertinentes. Nesta classificação enquadram-se empreendimentos que realizam a atividade de aterro, incineração e companhias que utilizam tecnologias para minimizar os impactos ambientais da destinação dos dejetos sólidos.
- Usinas de geração de energia elétrica ou térmica, por meio do aproveitamento poder calorífico do resíduo.

Em curto prazo são aplicadas as seguintes tecnologias para o tratamento do rejeito e obtenção de produtos de reciclagem ou reaproveitamento:

- Processos de Secagem, que pode ser caracterizado como um método de transferência de massa que abarca a remoção de umidade de um sólido
- Redução do resíduo por bactérias, processo que utiliza a proliferação de bactérias que digerem o rejeito reduzindo seu volume e toxicidade
- Filtração, tecnologia utilizada para separar sólidos de líquidos e foi prospectada na fabricação de novos revestimentos de pintura.
- Pirólise que consiste na desintegração da matéria em altas temperaturas com a insistência ou deficiência de oxigênio e é utilizado no processo de geração .
- Coagulação e floculação, processos de aglomeração das partículas resultando na sedimentação de materiais suspensos, muito utilizados no tratamento de efluentes e para o tratamento do rejeito de tinta é aplicado a separação do resíduo sólido do efluente e na produção das tintas com o resíduo reciclado.
- Precipitação por centrifuga caracterizado por separação dos componentes via sedimentação dos líquidos imiscíveis de diferentes densidades, processo utilizado na reciclagem de tinta.

No âmbito de estudo do mercado de produção de tintas, a indústria fabrica revestimentos com a reciclagem da resina, solvente e pigmentos dos dejetos por meio das tecnologias de mistura de aditivos nas matérias-primas, como por exemplo anticorrosivo ou catalisadores, além da precipitação dos pigmentos com o objetivo de reutiliza-los, por meio da diferença de densidade e utilização de uma centrifuga. A indústria de revestimentos também prospecta a aplicação do processo de secagem do resíduo para redução da umidade com o objetivo de produzir aditivos de preenchimento das tintas, utilizado para o aumento do teor de sólidos do revestimento ou retirada do efluente contido no dejeito que pode causar odores ao fluido

reciclado. Outro ramo empresarial importante no tratamento do resíduo de tinta, no curto prazo são os industriais que contam com processo de pintura com cabines de funcionamento por cortinas de água e que se faz necessário a separação do efluente líquido do resíduo sólido, produzindo um dejetado desidratado, por meio da adoção de coagulação e floculação. A geração de energia a partir do resíduo também evidenciado na prospecção tecnológica, com a adoção dos métodos de pirólise. Ainda são previstos em curto prazo a adoção de tratamento sem o aproveitamento das características do resíduo, neste caso a adoção dos microrganismos para reduzirem o lodo de tinta.

Em médio prazo, a separação do resíduo sólido de tinta do efluente e a reciclagem do dejetado para a fabricação de novos revestimentos de pintura, continuam sendo processos de maior propensão, inclusive com a atuação de empresas de fabricação de equipamentos para esta finalidade. Nesse período, processos químicos que contribuem para este processo, como floculação e coagulação também são prospectados. Não há prospecção os desenvolvimentos de técnicas que objetivam apenas o descarte do material sem posterior aproveitamento, isto se deve a necessidade de reciclagem e indisponibilidade de recursos naturais. Em contrapartida, a reutilização do material em outros produtos cimento e argamassa, denota maior participação que em curto prazo.

O aspecto ambiental identificado a curto prazo é a reciclagem e a destinação final do resíduo por meio de aterros ou incineração. Para tanto o impacto ambiental resultado da reciclagem foi configurado como economia dos recursos naturais e devido a destinação final dos resíduos em aterros foi atribuído o impacto de redução da qualidade do ar, água e solo.

As tecnologias que perduram prospectadas do curto para o médio prazo são: i) processos de mistura de componentes; ii) filtração; iii) coagulação e floculação. Nesse ínterim é previsto a aplicação do processo de *Clinker*, que é como é conhecido o método de queima de matérias-primas moídas em um forno rotativo a temperaturas de até 1450 °C para a fabricação do cimento Portland.

O aspecto ambiental, dominante para o período é a reciclagem resultando no impacto ambiental positivo de preservação da qualidade do solo e água.

A prospecção aponta que o tratamento da borra de tinta, em longo prazo será predominante no âmbito da reciclagem, que além de ser uma opção economicamente viável, pois reduz os custos de destinação, economiza recursos naturais para a fabricação de novos produtos e reduz o impacto ambiental, pois o material não será disposto em aterros. Os produtos resultantes da reciclagem do detrito são tintas, vidro, cerâmica, cimento e argamassa e os documentos científicos apresentam ensaios que satisfazem a qualidade do material e ensaios



laboratoriais garantem a inexistência de riscos de contaminação do meio ambiente, mas as referências bibliográficas não fazem alusão à necessidade de ensaios de inflamabilidade do material, que no caso dos materiais de construção civil podem ser necessários para a sua utilização. Em longo prazo, o aspecto ambiental reputado além de referenciar a preservação da qualidade da água e solo, também resulta na economia dos recursos naturais por meio da reciclagem.

As tecnologias de processamento previstas em longo prazo são utilizadas com o objetivo de tornar o rejeito passivo de reciclagem e se enquadram em métodos de mistura, extração dos componentes da tinta e filtração.

No âmbito da avaliação dos impactos ambientais, além da preservação da qualidade do solo e da água o período apresenta a preservação dos recursos naturais por se tratar de reciclagem do material, economizando minérios e combustíveis. Desse modo, a destinação do resíduo, passa a ser item estratégico tanto no aspecto de economia de recursos financeiros, quanto aos recursos naturais.

#### **4 CONCLUSÃO**

O *technology roadmapping* demonstrou ser um método muito flexível, o que possibilitou a escolha da metodologia que mais se adequou ao tema. A utilização do método descrito por Oberziner (2016) mostrou-se adequada às necessidades do trabalho, já que foi possível contar com disponibilidade de acervos de dados publicados em artigos e patentes, além de que, o acesso às informações de especialistas das áreas do conhecimento relacionadas ao tema era dificultado.

Os resultados foram obtidos de forma satisfatória, podendo essa construção de *Roadmap* servir a associações, empresas ou pesquisadores como exemplo de estrutura a ser aplicada em outras áreas ou setores, fazendo-se as devidas adaptações.

No âmbito dos processos de *Roadmap*, após as pesquisas de metodologias de *Roadmap* disponíveis, o trabalho também sugere o acréscimo do campo “Aspectos Ambientais” no eixo horizontal de análise, somando-se a “Mercado”, “Produto” e “Tecnologia”. No domínio de “Aspectos Ambientais” os impactos de geração de resíduos líquidos, sólidos ou gasosos das diversas áreas de produção industrial, já seriam mensurados e os devidos tratamentos avaliados na concepção das inovações, conferindo aos novos projetos a sustentabilidade com o equilíbrio entre o social, econômico e ambiental.

Na esfera da prospecção tecnológica, foi possível concluir que, a curto prazo, os processos de tratamento de borra de tinta contemplam apenas a destinação final, com a redução dos impactos ambientais, por meio de processos como incineração e estabilização do resíduo para disposição em aterro, neste período a reciclagem do material para a formulação de tintas de menor qualidade da original também é destacada. Entretanto, os estudos científicos, também identificam a baixa qualidade em teor de cores e resistência dos revestimentos produzidos com o resíduo. A separação do efluente dos resíduos sólidos, também é prospectada em curto prazo.

Em médio prazo, os processos de incorporação do resíduo em outros materiais começam a ser prospectados e apresentaram maior ênfase na prospecção de longo prazo. O ramo de construção civil ganhou evidência no reaproveitamento do dejetos devido a quantidade de artigos científicos publicados, patentes concedidas e em análise.

Além de representar uma alternativa sustentável para o descarte do resíduo, a incorporação de rejeitos de tinta na fabricação de materiais para construção civil apresenta resultados satisfatórios de resistência mecânica e confere melhor reologia e plasticidade aos materiais como concreto, conforme os dados dos artigos publicados. Em contrapartida, não foram evidenciados trabalhos que contemplam a análise laboratorial do grau de inflamabilidade do material após a inclusão do rejeito de tinta. A caracterização desse requisito técnico é de extrema importância na utilização desse dejetos no respectivo processo de fabricação, devido ao cumprimento das normas reguladoras e o potencial inflamável das tintas.

Esta pesquisa também sugere o estudo de um modelo de negócio com um produto para a construção civil, fabricado com o rejeito, pois além de resultar em um produto com qualidade melhorada, também será uma alternativa sustentável, mais econômica e legalmente segura para as empresas geradoras deste material.

O trabalho apresentou tendências de tecnologias para o tratamento do resíduo de tinta para empresas do ramo de tratamento de resíduos de tinta e empreendimentos geradores do material, além da possibilidade de desenvolvimento de empresas inovadoras que transformem os resíduos em produtos, diversificando as fontes de faturamento tanto da fabricação quanto destinação de resíduo.

No caso da empresa que motivou o estudo, da área de fabricação de implementos rodoviários, o trabalho sugere a utilização do rejeito de tinta em materiais de construção civil, devido a simplicidade de aplicação descrita nas patentes, onde muitas vezes envolve apenas processos de mistura e a tendência apresentada pelo estudo prospectivo.

O presente estudo também confere sugestões para elaboração de futuros trabalhos a partir deste. As sugestões incluem:

- Utilizar a união da técnica de elaboração do *roadmap* tecnológico com outras ferramentas de prospecção tecnológica. Para auxiliar na obtenção de um resultado que melhor refletirá o panorama futuro, como por exemplo, elaboração de cenários ou método de Delphi.
- Realizar pesquisa experimental com o estabelecimento das condições ótimas para a utilização do resíduo em materiais de construção civil variando a concentração do rejeito de tinta, analisando os resultados de resistência mecânica, qualidade, impacto no meio ambiente, com o ensaio de lixiviação, por exemplo, e a característica de inflamabilidade do produto final.

## REFERÊNCIAS

ABRAFATI, **Guia técnico ambiental tintas e vernizes - série p+1**.2006. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/consumosustentavel/wp-content/uploads/sites/20/2013/11/tintas.pdf>>. Acesso 01 nov 2018.

ALBRIGHT, R. E. **A unifying architecture for roadmaps frames a value scorecard**. Albright Strategy Group. Disponível em: [www.albrightstrategy.com](http://www.albrightstrategy.com). 2007. Acesso em: 19 jan.

ALBRIGHT, R. E. & KAPPEL, T. A. **Roadmapping in the corporation**. Research Technology Management, v.46 n.2, p.31-40, 2003.

ARCE, R., GALÁN, B., COZ, A., ANDRÉS, A., VIGURI, J.R. Stabilization/solidification of an alkyd paint waste by carbonation of waste-lime based formulations (2010) Journal of Hazardous Materials, v.177, n.1-3, p. 428-436.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10004: Resíduos sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, [s.n.], 2004. ISBN NBR 6034:2004. 77 p.

BASEGIO, T., MACHADO, A., BERNARDES, M.A., BERGMANN, P.C. Electrostatic painting residues as an alternative raw material for red clay industry. (2006) Waste Management and Research, v.24, n.6, p. 537-544.

BIDONE, F.R.A. **Resíduos sólidos provenientes de coletas especiais: eliminação e valorização**. Rio de Janeiro, Brasil: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental - ABES, 2001. Disponível em: <[http://livroaberto.ibict.br/bitstream/1/643/4/Res%C3%ADduos%20s%C3%B3lidos%20provenientes%20de%20coletas%20especiais\\_elimina%C3%A7%C3%A3o%20e%20valoriza%C3%A7%C3%A3o.pdf](http://livroaberto.ibict.br/bitstream/1/643/4/Res%C3%ADduos%20s%C3%B3lidos%20provenientes%20de%20coletas%20especiais_elimina%C3%A7%C3%A3o%20e%20valoriza%C3%A7%C3%A3o.pdf)>.

BOMTEMPO J.VE; COUTINHO P. **Roadmap tecnológico em matérias-primas renováveis: uma base para a construção de políticas e estratégias no brasil**. Quim. Nova, Vol. 34, N. 5, 910-916, 2011.

BORSCHIVER S., COELHO K. M., JESUS A. O. C., NUNES S. B., *RoadMap Tecnológico Sisal, International Symposium on Technological Innovation*, Aracaju, SE, Brasil, 24-26th September, 2014.

BORSCHIVER S., LEMOS A. **Technology RoadMap - planejamento estratégico para alinhar mercado-produto-tecnologia**. Rio de Janeiro, Editora Interciência. 2016.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 313, de 2002. Dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais. **Resolução Conama nº 313, de 29 de outubro de 2002**. Disponível em: <[http://www2.mma.gov.br/port/conama/legislacao/CONAMA\\_RES\\_CONS\\_2002\\_313.pdf](http://www2.mma.gov.br/port/conama/legislacao/CONAMA_RES_CONS_2002_313.pdf)>.

BRASIL. Lei nº 11.762, de 1 de agosto de 2008. Fixa o limite máximo de chumbo permitido na fabricação de tintas imobiliárias e de uso infantil e escolar, vernizes e materiais similares e dá outras providências. **Presidência da República Casa Civil**: Subchefia para Assuntos

Jurídicos Brasília, DF, Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2008/lei/111762.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/lei/111762.htm). Acesso em: 01 nov.2018.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 02 de julho de 2010. Institui A Política Nacional de Resíduos Sólidos; Altera A Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e Dá Outras Providências. **Presidência da República Casa Civil**: Subchefia para Assuntos Jurídicos Brasília, DF, Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636>>. Acesso em: 01 nov. 2018.

CETESB. Toxidade do Cianeto. Disponível <https://cetesb.sp.gov.br/laboratorios/servicos/informacoes-toxicologicas/>. Acesso: 06 de março de 2019.

CNI. Mapa estratégico da indústria 2018-2022 / Confederação Nacional da Indústria. – Rev. e atual. – Brasília : CNI, 2018.

FAZANO, C. A., **Tintas Métodos de Controle de Pinturas e Superfícies.**, 6ª Ed. Hermus, 2002.

FIEP. Panorama Industrial do Paraná .Sistema FIEP: Curitiba, 2016.

FJELSTED, L., CHRISTENSEN, T.H. Household hazardous waste: Composition of paint waste (2007) Waste Management and Research, v.25, n.6, p. 502-509.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.

GOPALAKRISHNAN, B., PLUMMER, R.W., KULKARNI, R., MANGALAMPALLI, P.Solvent and paint waste reduction with an expert system for industrial waste minimization (2002) Journal of Environmental Systems, v.29, v.1, pp. 39-53.

HERCULANO, Selene. O clamor por justiça ambiental e contra o racismo ambiental. Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente - v.3, n.1, Artigo 2, jan./ abril 2008.

IBAMA. Rompimento de barragem da Vale em Brumadinho (MG) destruiu 269,84 hectares. 2019 Disponível em:< <http://www.ibama.gov.br/noticias/730-2019/1881-rompimento-de-barragem-da-vale-em-brumadinho-mg-destruiu-269-84-hectares>>.

IAP - INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ. **Relatório da situação do inventário de resíduos sólidos industriais no estado do paraná.** Diretoria de monitoramento ambiental e controle da poluição diretoria de licenciamento de atividades poluidoras. Curitiba: IAP, 2016. Disponível em< :[http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/Monitoramento/DIAGNOSTICO\\_DE\\_RESIDUOS\\_SOLIDOS\\_INDUSTRIAIS.pdf](http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/Monitoramento/DIAGNOSTICO_DE_RESIDUOS_SOLIDOS_INDUSTRIAIS.pdf)>. Acesso em: 01 nov. 2018.

IPEA – INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Diagnóstico dos resíduos sólidos industriais: Relatório de Pesquisa.** Brasília: Ipea, 2012.

JOHNSON, J.C. Dry pure™ paint sludge drying system. (1993) SAE Technical Papers.

KAPSANIS, KAREN A. Strategies for dealing with hazardous waste from lead paint removal operations (1990) *Journal of Protective Coatings and Linings*, v.7, n.8, p.6

LEE, S. & PARK, Y. **Customization of technology roadmaps according to roadmapping purposes. Overall process and detailed modules.** *Technological Forecasting & Social Change*, v. 72, p.567-583, 2005.

LEI 11.762, de 1º. de agosto de 2008, Diário Oficial da União, ISSN 1677-7042.

LEITE R, SILVA M., GOMES I, SANTANA J. Roadmapping: uma visão focada no empreendedorismo. In: RUSSO S, SANTOS M., PRIEZNITZ. M, MARQUES L. **Propriedade Intelectual, Tecnologias e Empreendedorismo.** 2017. p. 221-232.

LOPES, Luciana. **Gestão e Gerenciamento integrados dos resíduos sólidos urbanos: alternativa para pequenos municípios.** 2006. Dissertação (Mestrado em Geografia Humana). Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2006.

LOUREIRO, A.M.V. **O emprego do método *technology roadmapping* em adesivos e Selantes aplicados à construção civil.** 330 p. Tese de Doutorado. Programa de Pós-graduação na Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2010.

MACHADO, N.J., CASADEI, S.R. São Paulo. Editora: Escritinha, 2007.

MARCHINI, Cristiane. Cenário mundial dos resíduos sólidos e o comportamento corporativo brasileiro frente à logística reversa. In: **Perspectivas em Gestão & Conhecimento, João Pessoa, v. 1, n. 2, p. 118-135, jul./dez. 2011**

MARTIN, S. AND GRISWOLD, W. **Human Health Effects of Heavy Metals.** In: *Environmental Science and Technology Briefs from Citizens*, 15, 1-6. 2009.

MATTOS NETO, P. **Planejamento de novos produtos por intermédio do método *technology roadmapping* (TRM) em uma empresa de base tecnológica do setor de Internet móvel.** Belo Horizonte, 2005. Dissertação (Mestrado) – Mestrado em Engenharia de Produção – Escola de Engenharia Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2005.

MAYERHOFF, V.L.Z. **Uma Análise Sobre os Estudos de Prospecção Tecnológica.** In: *Cadernos de Prospecção* • v. 1 • n. 1 • p. 7 - 9 • 2008.

MICARONI, R.; MESQUITA, C.; BUENO, M. Compostos de mercúrio: revisão de métodos de determinação, tratamento e descarte. *Quim. Nova*, v.23, p.487-495, 2000.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Chumbo. Disponível em < <http://portalms.saude.gov.br/vigilancia-em-saude/vigilancia-ambiental/vigipeq/contaminantes-quimicos/chumbo>>. Acesso: 06 de março de 2019.

MONTEIRO J.H.P; Zveibil Z.V. **Manual de Gerenciamento Integrado de resíduos sólidos.** Rio de Janeiro: IBAM, 2001. 200 p. Disponível em: <<http://www.resol.com.br/cartilha4/manual.pdf>>. Acesso em 19 jan. 2019.

MOREIRA, A.S. **Avaliação da utilização de resíduo gerado em sistemas úmidos de filtração de particulados de fundição como matéria-prima na construção civil - vermelha**. 2006. 90 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Universidade Federal de Minas Gerais- Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2006.

NANILA, C.K., NAKOUZI, S.R., MIELEWSKI, D., BAUER, D. Plastic reinforcement from ceramic composites derived from recycling of paint waste. (1997) *Research Disclosure*, 397, p. 302.

NEHDI, M., SUMNER, J. **Recycling waste latex paint in concrete**. (2003) *Cement and Concrete Research*, v.33, n.6, p. 857-863.

OBERZINER, A. **RoadMap Tecnológico para a produção de amônia**. 2016. 171 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos – Escola de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

OLIVEIRA, M. G.; FREITAS, J. S.; FLEURY, A. L.; ROZENFELD, H.; PHAAL, R.; PROBERT, D.; CHENG, L. C. *Roadmapping: uma abordagem estratégica para o gerenciamento da inovação em produtos, serviços e tecnologias*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

PARANÁ. Lei nº 12.493, de 22 de janeiro de 1999. **Estabelece Princípios, Procedimentos, Normas e Critérios Referentes A Geração, Acondicionamento, Armazenamento, Coleta, Transporte, Tratamento e Destinação Final dos Resíduos Sólidos no Estado do Paraná, Visando Controle da Poluição, da Contaminação e A Minimização de Seus Impactos Ambientais e Adota Outras Providências**. Curitiba, PR, Disponível em: <[https://www.legislacao.pr.gov.br/legislacao/pesquisarAto.do?action=exibir&codAto=2334&codItemAto=15988%](https://www.legislacao.pr.gov.br/legislacao/pesquisarAto.do?action=exibir&codAto=2334&codItemAto=15988%>)>. Acesso em: 01 nov. 2018.

PEREIRA, J, A., AVELAR, S.,E., K., FRIEDE R., MIRANDA, G.,M. *Justiça Ambiental e o problema dos resíduos industriais*. Sem i o s e s. R i o d e J a n e i r o, v. 9, n . 1 | p . 6 7 - 7 6 | j a n . / j u n . 2 0 1 5.

PHAAL, R., FARRUKH, C., PROBERT, D., (2001), *T-Plan: fast start to technology roadmapping – planning your rote to success*. Cambridge University, Institute of Manufacturing, UK.

PROBERT D., PHAAL R., FARRUKH C.J.P. **Structuring a systematic approach to technology management: concepts and practice**. International Association for Management of Technology (IAMOT) Conference, Lausanne, p.19–22.

PRAXEDES, Priscila Brentan. **Aplicação da Borra da Tinta Automotiva na Produção de Cerâmica Branca e Refratária**. 2013. 95 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência dos Materiais, Setor de Tecnologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013. Disponível em: <<http://www.acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/>>. Acesso em: 12 out. 2017.

PROFNIT. Prospecção tecnológica. organizadora Núbia Moura Ribeiro. – Salvador (BA) : IFBA, 2018. 194 p. Disponível em: < Disponível em: <http://www.profnit.org.br/pt/livros-profnit/> <http://fortec.org.br/documentos/materias/> <http://www.editora.ifba.edu.br/>>. Acesso em 12 out. 2017.

RIBEIRO, R.R., BELLON, F.G., ALVARENGA, R.C.S.S., REZENDE, A.A.P., DE CARVALHO, J.M.M., SANTOS, R.F. Incorporation of paint waste from furniture painting booth into covering mortar (2017) Materials Science Forum, 881 MSF, p. 362-366.

RIGOLETTO, I. P.; Meio ambiente, saúde e segurança na indústria de tintas. In: FAZENDA, J. M. R. **Tintas & vernizes**. São Paulo:Edgard Blücher, 2005. p.1006-1011.

ROCHA M.**Implantação de um sistema de gerenciamento de resíduos sólidos em uma fábrica de tintas**. 2006. 108 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2006.

RUSSO, Mário Augusto Tavares. **Tratamento de Resíduos Sólidos**. 2003. 196 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Universidade de Coimbra.

SIMIÃO, Juliana. Gerenciamento de resíduos em empresa de usinagem sobre o enfoque da produção mais limpa. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós Graduação em Hidráulica e Saneamento, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011.

SENAI. Rotas estratégicas para o futuro da indústria paranaense: Roadmapping Meio Ambiente-horizonte 2018. Departamento Regional do Paraná. Rotas estratégicas. – Curitiba: SENAI/PR:2008

SAFT, R.J. Life cycle assessment of a pyrolysis/gasification plant for hazardous paint waste (2007) International Journal of Life Cycle Assessment, v.12, n.4, p. 230-238.

SANTOS, Guilherme Garcia Dias dos. **Análise e Perspectivas de Alternativas de Destinação dos Resíduos Sólidos Urbanos: O Caso da Incineração e da Disposição em Aterros**. 2011. 193 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Planejamento Energético, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

SCOPUS. <https://www.elsevier.com/pt-br/solutions/scopus>

SNIS. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos - 2017**. Disponível em : < <http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2017>>. Acesso 13 out. 2018.

SUAREZ, V.M. **As Formulações de Tintas Expressivas Através da História**. *Rev. Virtual Quim.*, 2012, 4 (1), 2-12. Data de publicação na Web: 5 de março de 2012

TRIGUEIRO, A. **A máfia do lixo. G1- Mundo Sustentável, 30 agosto 2012**. Disponível em:<<http://g1.globo.com/platb/mundo-sustentavel/2012/08/30/a-mafia-do-lixo/>>. Acesso em: 12 out. 2017.



TROTA, Pasquali. A Gestão de resíduos sólidos urbanos em Portugal. In: **VII Congresso Nacional de Excelência em Gestão**.

TORRES, R.H.G. **Análise da percepção dos estudantes dos cursos de graduação do CEFET/RJ sobre resíduos sólidos e educação ambiental**. 2014. Dissertação (Mestrado em Ciência, Tecnologia e Educação)- Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca. 2014. Rio de Janeiro, 2014.

VAAJASAARI, K., KULOVAARA, M., JOUTTI, A., SCHULTZ, E., SOLJAMO, K. **Hazardous properties of paint residues from the furniture industry**. (2004) *Journal of Hazardous Materials*, 106 (2-3), p. 71-79.

VIGURI, J., ONANDÍA, R., ARCE, R., IRABIEN, A. **Alkyd paint waste characterization and distillation**. (2005) *Chemical Engineering Communications*, 192 (10-12), p. 1490-1504.

WILLIAMS, C.H. Ink waste management (2001) *Paper and Print Focus*, v.15, n.176, p. 49.

WILLYARD,C, MCCLEES W., "Motorola's Technology Roadmap Process", *Res. Manage.*, vol. 30, no. 5, pp. 13-19, 1987.

WIPO. International Patent Classification (IPC). Disponível em : <https://www.wipo.int/classifications/ipc/ipcpub/?notion=scheme&version=20190101&symbol=none&menulang=en&lang=en&viewmode=f&fipcp=no&showdeleted=yes&indexes=no&headings=yes&notes=yes&direction=o2n&initial=A&cwid=none&tree=no&searchmode=smart>. Acesso nov. 2018.

WORLD BANK, 2010. World Development Indicators. December, 2010. Disponível < <https://datacatalog.worldbank.org/> > . Acesso em 14 de Fevereiro de 2019.

WWF; CLEANTECH GROUP. Coming clean: **the global cleantech innovation. 2017**.

XING, P., MA, B., WANG, C., WANG, L., CHEN, Y.A simple and effective process for recycling zinc-rich paint residue. (2018) *Waste Management*, . Article in Press.

XIAO, S., YU, Y., YANG, N., HUANG, Q., YANG, Y., LIAO, Y. Preparation and Performance of Regenerated Nitrocellulose Lacquer (2017) *Chemistry and Industry of Forest Products*, 37 (3), pp. 95-100.