



Universidade do Estado do Rio de Janeiro

Centro de Tecnologia e Ciências

Faculdade de Engenharia

Karina Ramos Varanda dos Santos Guedes

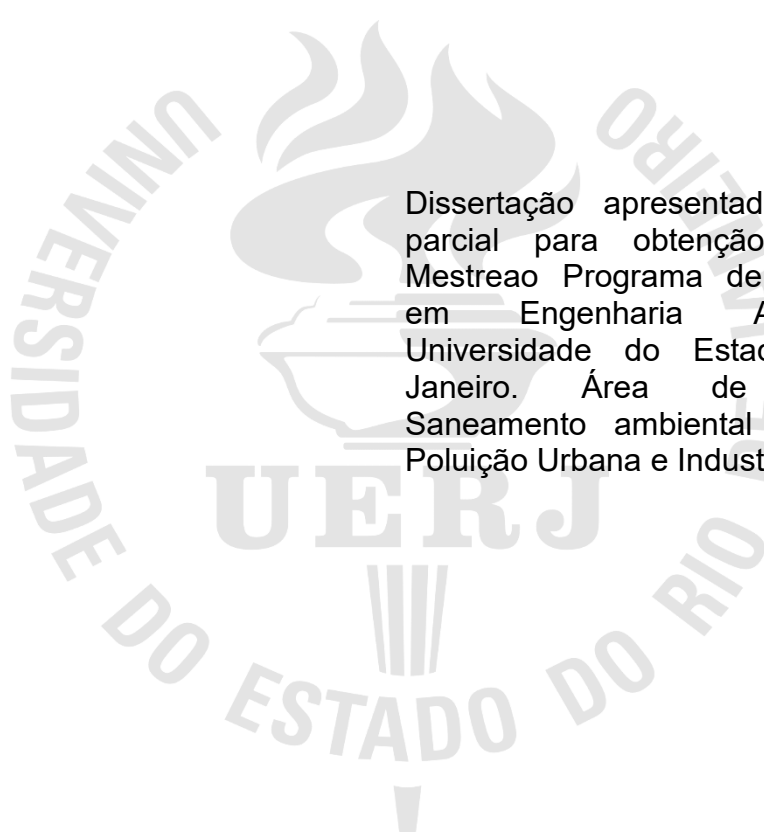
**PROPOSTA METODOLÓGICA PARA DESCOMISSIONAMENTO DE
UMA PLANTA INDUSTRIAL: ESTUDO DE CASO EM UMA
INDÚSTRIA FARMACÊUTICA**

Rio de Janeiro

2024

Karina Ramos Varanda dos Santos Guedes

**Proposta metodológica para descomissionamento de uma planta industrial:
estudo de caso em uma indústria farmacêutica**



Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Saneamento ambiental – Controle da Poluição Urbana e Industrial.

Orientador: Prof. Dr. Ubirajara Aluizio de Oliveira Mattos

Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Alena Torres Netto

Rio de Janeiro

2024

CATALOGAÇÃO NA FONTE
UERJ / REDE SIRIUS / BIBLIOTECA CTC/B

G924 Guedes, Karina Ramos Varanda dos Santos.
Proposta metodológica para descomissionamento de uma planta industrial: estudo de caso em uma indústria farmacêutica / Karina Ramos Varanda dos Santos Guedes. – 2024.
124 f.

Orientador: Ubirajara Aluizio de Oliveira Mattos.
Coorientadora: Alena Torres Netto.
Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Engenharia.

1. Engenharia ambiental - Teses. 2. Poluição industrial - Teses. 3. Indústria farmacêutica - Teses. 4. Impacto ambiental - Avaliação - Teses. I. Mattos, Ubirajara Aluizio de Oliveira. II. Torres Netto, Alena. III. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Engenharia. IV. Título.

CDU 628.5:615.012

Bibliotecária: Júlia Vieira – CRB7/6022

Autorizo, apenas para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta tese, desde que citada a fonte.

Assinatura

Data

Karina Ramos Varanda dos Santos Guedes

**Proposta metodológica para descomissionamento de uma planta industrial:
estudo de caso em uma indústria farmacêutica**

Dissertação apresentada, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre, ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Área de concentração: Saneamento ambiental – Controle da Poluição Urbana e Industrial.

Aprovado em: 27 de maio de 2024.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Ubirajara Aluizio de Oliveira Mattos (Orientador)
Faculdade de Engenharia – UERJ

Prof. Dra. Alena Torres Netto (Coorientadora)
Faculdade de Engenharia – UERJ

Prof. Dr. David Barreto de Aguiar
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro –
IFRJ

Prof. Dr. Gilson Brito Alves Lima
Universidade Federal Fluminense – UFF

Rio de Janeiro

2024

DEDICATÓRIA

À Deus, por me permitir chegar até aqui. Aos meus pais que sempre acreditaram no meu potencial e me deram o suporte necessário em todos os momentos da minha vida. Ao meu marido Filipe por sempre me apoiar e me incentivar a ser minha melhor versão e ao meu filho Davi.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus pela oportunidade de poder realizar o curso nesta instituição de renome me dando força, tranquilidade, sabedoria e saúde para finalizar este ciclo.

Ao meu marido Filipe que, além de ser meu amigo e parceiro de vida, é meu maior incentivador. Obrigada pela paciência, pelos conselhos, por querer que eu seja minha melhor versão em todos os aspectos da vida e por ser meu portoseguro.

Aos meu pais, Valdete e Luiz Carlos, por terem me ensinado a importância da educação para a minha vida, por terem se sacrificado para me proporcionar as melhores oportunidades, por serem meus exemplos de vida e por sempre acreditarem em mim.

Ao meu orientador, Professor Doutor Ubirajara Mattos, por acreditar no meu potencial desde o princípio e disponibilizar seu imenso conhecimento e experiência para que eu pudesse concluir este mestrado.

À minha coorientadora, Professora Doutora Alena Netto, por ter aceitado embarcar nessa jornada com toda a sua paciência, acolhimento e dedicação. Sou muito grata pelo tempo disponibilizado e pelo conhecimento compartilhado comigo.

A ambos os professores, ressalto que foi um prazer e uma honra poder contar com o apoio de vocês nesta etapa da minha vida.

Ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, da Universidade do Estado do Rio de Janeiro e a todos os nobres professores desta estimada instituição por toda a dedicação na formação dos novos mestres em Engenharia Ambiental.

.

RESUMO

GUEDES, Karina Ramos Varanda dos Santos. *Proposta metodológica para descomissionamento de uma planta industrial*: estudo de caso em uma indústria farmacêutica. 2024. 124 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2024.

A indústria desempenha um papel crucial na economia brasileira, contribuindo significativamente para o Produto Interno Bruto (PIB) e empregando milhões de trabalhadores. A indústria farmacêutica, entre os diversos setores industriais, se destaca, gerando bilhões em faturamento anual. No entanto, nos últimos anos, tem sido anunciado o fechamento de várias plantas de indústrias farmacêuticas multinacionais no Brasil, o que levanta preocupações sobre o passivo por elas deixado, gerando impactos econômicos, ambientais e sociais. Esse trabalho visa propor uma ferramenta de gestão que auxilie as indústrias farmacêuticas a minimizarem e/ou eliminarem o seu passivo ambiental no processo de descomissionamento de suas plantas industriais. Esta pesquisa teve uma abordagem qualitativa e de caráter exploratório, sendo realizada a partir de um estudo de caso em empresa de nome fictício, onde foram coletadas informações para projetar um plano de ação específico para os processos antes e após o seu futuro encerramento. O estudo destacou a complexidade e os riscos associados à desativação de indústrias farmacêuticas, ressaltando a importância de identificar e cumprir os requisitos legais ambientais durante todo o ciclo de vida da indústria. A análise de riscos realizada por meio da ferramenta *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) revelou os potenciais impactos negativos e permitiu a proposição de medidas para mitigar ou eliminar os impactos ambientais. A combinação de FMEA com a matriz GUT (Gravidade, Urgência e Tendência) mostrou o potencial de otimização na gestão de recursos no processo de desativação, uma vez que é importante priorizar áreas de maior urgência. Além disso, foram sugeridas ações para revitalização de áreas industriais desativadas, baseadas em um caso de sucesso e em considerações sobre o potencial de impacto positivo para o meio ambiente e a comunidade local. Conclui-se que, embora a desativação de indústrias represente desafios significativos, um planejamento cuidadoso e o cumprimento de normas ambientais podem contribuir para minimizar os impactos negativos e transformar essas áreas em espaços úteis para a sociedade.

Palavras-chave: Descomissionamento; Indústria Farmacêutica; Análise de riscos; Impacto Ambiental; Passivo Ambiental.

ABSTRACT

GUEDES, Karina Ramos Varanda dos Santos. *Methodological proposal for decommissioning an industrial plant: case study in a pharmaceutical industry*. 2024. 124 p. Dissertation (Professional master's in environmental engineering) - Faculty of Engineering, State University of Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2024.

The industry plays a crucial role in the Brazilian economy, contributing significantly to the Gross Domestic Product (GDP) and employing millions of workers. Among the various industrial sectors, the pharmaceutical industry, among the various industrial sectors, stands out generating billions in annual revenue. However, in recent years, the closure of several multinational pharmaceutical plants in Brazil has been announced, which raises concerns about the liabilities left behind, generating economic, environmental and social impacts. This work aims to propose a management tool that helps pharmaceutical industries to minimize and/or eliminate their environmental liabilities in situations of decommissioning of their industrial plants. This research had a qualitative and exploratory approach, being carried out based on a case study in a company with a fictitious name, where information was collected to design a specific action plan for the processes before and after their future closure. The study highlighted the complexity and risks associated with the decommissioning of pharmaceutical industries, highlighting the importance of identifying and complying with environmental legal requirements throughout the industry's entire life cycle. The risk analysis carried out using the Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) tool revealed potential negative scenarios and allowed the proposal of measures to mitigate or eliminate environmental impacts. The combination of FMEA with the GUT matrix (Severity, Urgency and Trend) showed the potential for optimization in resource management in the deactivation process, since it is important to prioritize areas of greatest urgency. Furthermore, actions were suggested for the revitalization of deactivated industrial areas, based on a success story and considerations about the potential positive impact on the environment and the local community. It is concluded that, although the deactivation of industries represents significant challenges, careful planning and compliance with environmental standards can help to minimize negative impacts and transform these areas into useful spaces for society.

Keywords: Decommissioning; Pharmaceutical Industry; Risk analysis; Environmental Impact; Environmental Liability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Licenças ambientais expedidas pelo órgão ambiental licenciador.	25
Figura 2: Tipologia de reutilização de instalações industriais.....	43
Figura 3: Riscos possíveis no processo da revitalização de <i>brownfields</i> contaminados com objetivo de implantação de empreendimento imobiliário.	45
Figura 4: SESC Pompeia vista da entrada principal.....	47
Figura 5: Organograma da Fármacos do Brasil.	52
Figura 6: Fluxograma de processos da Fármacos do Brasil.	53
Figura 7: Etapas do processo produtivo de medicamentos sólidos e líquidos da Fármaco do Brasil.	53
Figura 8: Colaborador realizando a pesagem (fracionamento) de insumos na Sala de Pesagem da Fármacos do Brasil.	54
Figura 9: Sala de Granulação da Fármacos do Brasil onde a mistura dos pós é granulado.	55
Figura 10: Colaborador operando a Compressora na sala de compressão da Fármacos do Brasil onde os pós misturados são transformados em comprimidos. ...	55
Figura 11: Equipamento para acondicionar os comprimidos em <i>blisteres</i> na Fármacos do Brasil.	56
Figura 12: Colaboradores operando o equipamento para acondicionar os comprimidos em frascos na Fármacos do Brasil.	57
Figura 13: Fotografia aérea da localização da empresa Fármacos do Brasil.....	60
Figura 14: Painéis elétricos da subestação de energia da empresa Fármacos do Brasil	64
Figura 15: Prédio da subestação de energia da empresa Fármacos do Brasil	64
Figura 16: Área de armazenamento temporário de resíduos	67
Figura 17: Área de secagem do lodo gerado no tratamento de efluente da Fármacos do Brasil.	71
Figura 18: Unidade de Tratamento de Efluentes da Fármacos do Brasil.	71
Figura 19: Tanques aéreos de armazenamento de diesel da Fármacos do Brasil....	74
Figura 20: Equipamento do tipo Chiller industrial utilizado na empresa Fármacos do Brasil	78
Figura 21: Caldeira industrial utilizada na empresa Fármacos do Brasil	80

Figura 22: Área de armazenamento de produtos químicos inflamáveis e corrosivos utilizado na empresa Fármacos do Brasil	83
Figura 23: Sala de armazenamento de produtos inflamáveis não produtivos, como tintas e solventes, com capacidade máxima de estocagem de 5 m ³ da Fármacos do Brasil.	84
Figura 24: Sala refrigerada de armazenamento de produtos inflamáveis produtivos, como álcool e reagentes, com capacidade de estocagem de 5 m ³ da Fármacos do Brasil.	84
Figura 25: Almoxarifado da Fármacos do Brasil.....	88
Figura 26: Gráfico espacial Risco Ambiental (FMEA) x Prioridade (GUT)	96

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Síntese dos procedimentos metodológicos	21
Quadro 2: Itens a serem preenchidos em um Formulário FMEA	36
Quadro 3: Classificação de severidade do impacto ambiental	37
Quadro 4: Classificação de ocorrência de impactos ambientais	37
Quadro 5: Classificação de detecção	37
Quadro 6: Classificação de abrangência de impactos ambientais	38
Quadro 7: Matriz de GUT	41
Quadro 8: Quantidade de medicamentos produzidos pela Fármaco do Brasil 2019-2023.	49
Quadro 9: Análise de risco – Equipamentos produtivos e de acondicionamento (linhas de produção e embalagem)	62
No Quadro 10 é apresentada a matriz da Análise de risco para a subestação de energia elétrica da empresa.....	64
Quadro 10: Análise de risco – Subestação de energia elétrica da empresa Fármacos do Brasil	65
Quadro 11: Análise de risco – Área de armazenamento temporário de resíduos.	68
Quadro 12: Análise de risco – Unidade de Tratamento de Efluentes (UTE)	72
No Quadro 13 é apresentada a matriz da análise de risco dos tanques aéreos de armazenamento de diesel da indústria.....	74
Quadro 13: Análise de risco - Tanques aéreos de armazenamento de diesel	75
No Quadro 14 é apresentada a matriz da análise de risco do equipamento “Utilidades”, que são sistemas que disponibilizam as energias para o funcionamento da planta.....	80
Quadro 14: Análise de risco - Utilidades (sistemas que disponibilizam as energias para o funcionamento da planta).....	81
O Quadro 15 apresenta a matriz de análise de risco da Área de armazenamento de produtos químicos inflamáveis e corrosivos.	85
Quadro 15: Análise de risco - Área de armazenamento de produtos químicos inflamáveis e corrosivos	86
No Quadro 16 é apresentada a matriz de análise de risco do setor de Almoxarifado.	88

Quadro 16: Análise de risco - Almocharifado	89
Quadro 17: Categorização dos Riscos - FMEA.....	91
Quadro 18: Priorização dos Riscos – GUT	93
Quadro 19: Risco Ambiental (FMEA) x Prioridade (GUT)	95

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AMFE	Análise de modos de falhas e efeitos
APA	Área de proteção ambiental
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
BTEX	Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno e Xileno
CEO	<i>Chief Executive Officer</i>
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CIPA	Comissão Interna de Prevenção de Acidentes
CNI	Confederação Nacional da Indústria
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
EIA	Estudo de Impacto Ambiental
EPA	<i>United States Environmental Protection Agency</i>
ETE	Estação de Tratamento de Efluentes
FMEA	<i>Failure Mode and Effects Analysis</i>
GUT	Gravidade, Urgência e Tendência
HVAC	<i>Heating Ventilation Air Conditioning</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais
IFA	Ingrediente Farmacêutico Ativo
INEA	Instituto Estadual do Ambiente
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
LI	Licença de Instalação
LO	Licença de Operação
LP	Licença Prévia

PIB	Produto Interno Bruto
RIMA	Relatório de Impacto Ambiental
SESC	Serviço Social do Comércio
SESMT	Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho
SINDUSFARMA	Sindicato da Indústria de Produtos Farmacêuticos
TAC	Termo de Ajuste de Conduta

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	15
1. METODOLOGIA	19
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	22
2.1. Sistema de gestão ambiental – ABNT ISO 14001:2015	22
2.2 Requisitos ambientais legais no processo de desativação	24
<u>2.2.1 Licenciamento Ambiental</u>	<u>24</u>
<u>2.2.2 Pós-Licenciamento Ambiental</u>	<u>26</u>
<u>2.2.3 Encerramento de Atividade Licenciada</u>	<u>28</u>
2.3 Atividades passíveis de impactos ambientais no processo de desativação	30
<u>2.3.1 Impactos Ambientais da Industrialização</u>	<u>30</u>
<u>2.3.2 Identificação e Análise dos Riscos Ambientais durante a Desativação Industrial</u>	<u>32</u>
2.4 Atividades passíveis de impactos ambientais na indústria de fármacos	34
<u>2.4.1 Análise de Modo e Efeito de Falha (FMEA)</u>	<u>34</u>
2.5 Soluções para eliminar, controlar e/ou mitigar os impactos e os passivos ambientais no processo de descomissionamento	38
<u>2.5.1 Ações recomendadas para eliminar, reduzir e/ou mitigar os impactos</u>	<u>38</u>
<u>2.5.2 Priorização dos impactos – matriz gravidade, urgência e tendência (GUT)</u>	<u>40</u>
2.6. Ações de revitalização de áreas industrializadas desativadas	42
<u>2.6.1 Desafios e estratégias na revitalização de áreas industriais</u>	<u>42</u>
2.7 Caso de sucesso de revitalização de áreas industriais	45
<u>2.7.1. SESC Pompeia</u>	<u>45</u>
3. ESTUDO DE CASO - FÁRMACOS DO BRASIL	48
3.1. Caracterização da empresa da fármacos do brasil	48
<u>3.1.1. Histórico e Evolução</u>	<u>48</u>
<u>3.1.2 Linha de produtos e serviços</u>	<u>49</u>
<u>3.1.3 Localização e arranjo físico do empreendimento</u>	<u>50</u>
<u>3.1.4 Organização do trabalho e caracterização do pessoal</u>	<u>50</u>
<u>3.1.5 Processo geral de produção</u>	<u>52</u>
3.2. Etapas do estudo de caso	58
3.3. Identificação e análise de risco dos setores estudados	59
<u>3.3.1. Aplicação da análise de risco ao estudo de caso</u>	<u>61</u>

3.3.1.1 Análise de risco dos equipamentos produtivos e de acondicionamento (linhas de produção e embalagem)	61
3.3.1.2 Subestação de energia elétrica	63
3.3.1.3 Área de armazenamento temporário de resíduos	66
3.3.1.4 Estação de tratamento de efluentes Industriais e Sanitários (ETE)	69
3.3.1.5 Tanques aéreos de armazenamento de diesel	73
3.3.1.6 Utilidades (sistemas que disponibilizam as energias para o funcionamento da planta).....	76
3.3.1.7 Área de armazenamento de produto químico inflamável e corrosivo	82
3.3.1.8 Almoxarifado	87
3.4 Categorização dos riscos e controle ambiental	90
3.5 Recomendações de soluções para eliminar, controlar e/ou mitigar os impactos socioambientais e os passivos ambientais no processo de desativação	97
CONSIDERAÇÕES FINAIS	100
REFERÊNCIAS	103
APÊNDICE A – LEVANTAMENTO DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS DAS ATIVIDADES OBJETO DO ESTUDO.	110

INTRODUÇÃO

O Produto Interno Bruto (PIB) do Brasil, proveniente da Indústria, no ano de 2022, foi de 23,9%, segundo a Confederação Nacional da Indústria (PORTAL DA INDÚSTRIA, 2023). Os dados mais recentes revelam que a indústria tem o poder de gerar crescimento. A cada um real produzido por ela são gerados 2,44 reais na economia brasileira. Além disso o setor industrial paga os melhores salários e emprega 10,3 milhões de trabalhadores, o que corresponde a 21,2% do trabalho formal do Brasil, revelando a sua importância para a economia e para a sociedade, gerando riqueza e prosperidade para o país. Dentre os diversos ramos da indústria de transformação, tem-se a indústria farmacêutica. Ela em 2022 gerou 131,2 bilhões de reais em faturamento, provenientes de um total de 217 empresas (CMED/ANVISA, 2022).

Nos últimos anos, no Brasil, foi anunciado o fechamento de plantas de indústrias farmacêuticas multinacionais. Nelson Mussoline, presidente da SINDUSFARMA (Sindicato da Indústria de Produtos Farmacêuticos), afirma que os principais fatores que afastariam as farmacêuticas do país seriam: a taxa tributária de 33% sobre o preço dos remédios (uma das maiores do mundo), a grande concorrência entre as fabricantes nacionais de genéricos e o controle de preços sobre remédios (FOLHA DE SÃO PAULO, 2019).

A primeira a anunciar seu fechamento foi a norte americana *Eli Lilly*, em São Paulo, em dezembro de 2018 e, em 2022, ela teve um faturamento entre 1 e 3 bilhões de reais (CMED/ANVISA, 2023). Posteriormente, a Roche, empresa suíça, selou o mesmo destino para sua fábrica no Rio de Janeiro, em março de 2019, e teve um faturamento de mais de 3 bilhões de reais em 2022 (CMED/ANVISA, 2023).

A desativação e fechamento de uma indústria pode gerar consequências negativas como a desvalorização da comunidade do seu entorno, tornando-se objeto de ocupação clandestina, além de depósito ilegal de resíduos que podem representar riscos aos ecossistemas e a saúde humana (SÁNCHEZ, 2004). Estes impactos podem ser evitados quando há um planejamento, ou seja, uma gestão ambiental eficiente durante a fase de desativação, sendo fundamental comunicar previamente o órgão ambiental licenciador sobre as mudanças operacionais da empresa.

De acordo com a Resolução nº 237, de 19 de dezembro de 1997, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), a localização, construção, instalação, ampliação, modificação e operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras, bem como os empreendimentos capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental, dependerão de prévio licenciamento do órgão ambiental competente, sem prejuízo de outras licenças legalmente exigíveis (BRASIL, 1997). A Resolução CONAMA nº 237 não é clara sobre as exigências legais para o encerramento de uma atividade licenciada, ela mencionada em seu Artigo 18º, III, § 2º que “o órgão ambiental competente poderá estabelecer prazos de validade específicos para a Licença de Operação (LO) de empreendimentos ou atividades que, por sua natureza e peculiaridades, estejam sujeitos a encerramento ou modificação em prazos inferiores”. A Resolução somente cita que pode estabelecer prazos de validade da licença de operação específicos caso haja o encerramento da atividade, porém não descreve as atividades que devem ser realizadas no pós-licenciamento.

A desativação de uma indústria leva a perda de milhares de postos de trabalhos diretos e indiretos. O ramo farmacêutico, segundo o SINDUSFARMA, no Relatório de Perfil da indústria farmacêutica e aspectos relevantes do setor de 2020, fechou o ano de 2018 com 96.744 mil empregos diretos, sendo 3.392 empregados nas empresas de fabricação de preparações farmacêuticas, 10.072 nas empresas de fabricação de medicamentos para uso veterinário e 83.280 nas empresas de fabricação de medicamentos para uso humano (SINDUSFARMA, 2020).

De acordo com os dados da Pesquisa Industrial Anual – Empresa, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), entre os anos de 2016 a 2018 foram desativadas cerca de 9.761 indústrias de transformação no país (IBGE, 2018). Portanto, esse fato, somado aos anúncios recentes, demonstram uma tendência de desativação de empresas. Segundo Sánchez (2001), não há um cálculo que determine a vida útil de uma indústria, apesar de ser possível relacionar o motivo do encerramento como comerciais, econômicos, sociais, localização e necessidade de modernização (SÁNCHEZ, 2001).

Outro dado que também aumentou ao longo dos últimos anos foi o de áreas contaminadas cadastradas no Estado de São Paulo, um dos principais polos industriais do Brasil. Segundo dados da Companhia Ambiental do Estado de São

Paulo (CETESB), em 2017, o número de áreas contaminadas provenientes de indústrias era de 1.109 e no ano de 2020 aumentou para 1.294 (CETESB, 2017) e, segundo Ramires e Ribeiro (2011), um legado da industrialização é a degradação de áreas pela contaminação dos solos e das águas subterrâneas. Observa-se que é possível correlacionar a crescente desativação de indústrias com o aumento do número de áreas contaminadas.

As áreas contaminadas são um risco para a comunidade e para o ecossistema, nos quais suas consequências negativas não se manifestam apenas no momento da contaminação, mas ao longo do tempo com o acúmulo de substâncias tóxicas no meio ambiente e no organismo da população exposta (SÁNCHEZ, 2001). Assim, é notável que não existe um planejamento e gestão eficientes para essas desativações no Brasil, o que justifica o progresso dos impactos ambientais e sociais nessas regiões. As ações realizadas após a contaminação de solo são consideradas corretivas e uma desativação realizada de forma adequada requer ações preventivas. A motivação para a realização deste estudo de caso é auxiliar empresas em fase de descomissionamento a elaborarem um plano de gestão eficiente que elimine ou minimize qualquer passivo ambiental, evitando danos ao meio ambiente e à sociedade.

Este trabalho tem como objetivo geral propor uma ferramenta de gestão que auxilie as indústrias farmacêuticas a minimizarem e/ou eliminarem o seu passivo ambiental nas situações de descomissionamento de suas plantas industriais. E, como objetivos específicos, têm-se: i) Identificar os requisitos ambientais legais que devem ser atendidos durante o processo de desativação de indústrias; ii) Identificar quais as atividades são passíveis de maiores impactos ambientais na desativação futura da indústria farmacêutica estudada (Fármacos do Brasil); iii) Propor soluções para controlar, mitigar e/ou eliminar os impactos ambientais que poderão ocorrer após a futura desativação a fim de eliminar a geração de passivo ambiental; iv) Propor ações de revitalização de áreas industrializadas para novo uso futuro.

O trabalho foi organizado em capítulos iniciando-se pela introdução, onde é apresentado o tema do estudo e o problema que motivou a pesquisa, os objetivos gerais e específicos e a estrutura da dissertação.

O capítulo 1 apresenta a metodologia que foi utilizada para pesquisa e desenvolvimento do trabalho. São descritos também os métodos e procedimentos que foram realizados para se chegar ao objetivo do trabalho.

O capítulo 2, a revisão bibliográfica descreve, por meio de referencial teórico consultado, os requisitos ambientais legais aplicáveis no processo de desativação; as atividades passíveis de impactos ambientais neste processo, e a proposta de utilizar a ferramenta *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) na análise dos impactos; as soluções para eliminar, controlar e/ou mitigar os impactos e os passivos ambientais no processo de desativação, sugerindo como ferramentas a matriz Gravidade, Urgência e Tendência (GUT) para priorização dos impactos e, por último, as ações de revitalização de áreas industrializadas desativadas, apresentando um caso de sucesso.

O capítulo 3 consiste na apresentação do estudo de caso, onde é feita uma caracterização da organização estudada (Fármacos do Brasil); a identificação e análise dos riscos dos setores estudados, com auxílio da ferramenta FMEA; as propostas de soluções aplicando a matriz GUT; e, para fechar o capítulo, as proposições de ações para revitalização das áreas desativadas.

Por fim, são apresentadas as considerações finais com as recomendações para indústrias que irão passar pelo processo de desativação.

1. METODOLOGIA

Esta pesquisa qualitativa teve caráter exploratório e foi realizada a partir de um estudo de caso, onde foram coletadas informações de uma empresa em processo de encerramento. Com essas informações projetou-se um plano de ação específico para os processos antes e após o seu futuro fechamento.

Este plano de ação foi proposto como um guia prático para orientar a empresa durante este processo, que requer um conhecimento técnico e específico, pois é uma etapa que gera custo e, às vezes, não é entendida como necessária. Sendo assim, esse projeto também tem uma importância social para conscientizar as empresas sobre os possíveis riscos na desativação de indústrias sem o devido atendimento aos requisitos legais.

A organização, que foi objeto deste estudo, foi identificada com o nome fictício de “Fármacos do Brasil”. Esta empresa, até a data de finalização dessa dissertação, continua em fase de descomissionamento de sua unidade fabril no Brasil. Todos os processos e áreas estudadas nesse trabalho foram baseadas em dados reais da Fármacos do Brasil e serão apresentados no capítulo que aborda o Estudo de Caso.

O procedimento metodológico adotado para a realização das quatro etapas do estudo está detalhado a seguir:

- (i) Identificar os requisitos ambientais legais que devem ser atendidos durante o processo de desativação de indústrias.

Para o cumprimento dessa etapa foi realizada uma pesquisa bibliográfica acerca da legislação vigente aplicável a empreendimentos industriais. Foram utilizadas plataformas de pesquisa como o *Google*, *Google Acadêmico* e Portal de Periódicos da CAPES inserindo palavras-chave como “licenciamento ambiental”, “requisitos legais”, “atividades poluidoras”, “desativação industrial” e sempre no idioma português, por se tratar de legislação brasileira. Identificou-se quais requerimentos legais são necessários atender antes da operação e implantação de uma indústria, o licenciamento ambiental, e os requisitos necessários para sua desativação.

- (ii) Identificar quais as atividades são passíveis de maiores impactos ambientais na desativação futura da indústria farmacêutica estudada (Fármacos do Brasil).

A escolha das atividades passíveis de maiores impactos ambientais durante o processo de desativação foi feita a partir da análise dos aspectos ambientais identificados para cada atividade durante sua operação (Apêndice 1 – Levantamento de Aspectos e Impactos Ambientais das atividades que foram objeto deste estudo). Este levantamento, além de identificar os aspectos, também correlaciona os possíveis impactos ambientais negativos que esses aspectos ambientais, caso não geridos de forma eficiente, podem causar. A operação e a desativação possuem aspectos diferentes, porém o mapeamento durante a operação inclui informações importantes que auxiliaram a dimensionar o risco de desativação como: utilização de produtos químicos e inflamáveis, emissões atmosféricas, além da geração de efluentes e de resíduos. Sendo assim, entende-se que as operações que têm mais aspectos ambientais com possíveis impactos negativos atrelados, também são atividades que necessitam de atenção e cuidado durante a sua desativação.

Neste sentido, o presente estudo utilizou a metodologia FMEA para analisar os possíveis riscos ambientais durante o processo de desativação de uma indústria farmacêutica.

Foi realizada uma adaptação do método FMEA utilizado no artigo “Utilização do método FMEA para avaliação do risco ambiental” (ZAMBRANO & MARTINS, 2007), para analisar os possíveis riscos ambientais durante o processo de desativação da indústria farmacêutica analisada nesse estudo de caso.

- (iii) Propor soluções para controlar, mitigar e/ou eliminar os impactos ambientais que poderão ocorrer após a futura desativação a fim de eliminar a geração de passivo ambiental.

Para todos os possíveis impactos identificados na análise de riscos foram recomendadas ações para eliminar, reduzir e/ou mitigar o risco. Além disso, após a finalização das análises de risco, foi elaborada uma tabela com a categorização dos riscos analisados, utilizando a matriz GUT (ALVES *et al.*, 2017) e, assim, foi feita a

priorização de atividades que vão demandar mais atenção por parte do time responsável pelo projeto.

(iv) Propor ações de revitalização de áreas industrializadas para uso futuro.

Esta etapa do trabalho foi realizada a partir de uma abordagem qualitativa, usufruindo de pesquisas publicadas, legislações vigentes e estudos de casos documentados. O caso de sucesso apresentado - o SESC Pompéia, foi um dos modelos de sucesso citado no livro *Desengenharia* (SÁNCHEZ, 2001). Dessa forma, foi possível ilustrar como se encontra o cenário atual do Brasil e identificar iniciativas eficientes que respeitem a lei para minimizar os impactos ambientais decorrentes de desativações industriais. O quadro a seguir apresenta uma síntese dos procedimentos metodológicos:

Quadro 1: Síntese dos procedimentos metodológicos.

OBJETIVO	PROPÓSITO	PROCEDIMENTOS
(i) Requisitos ambientais	Licenciamento ambiental, e os requisitos necessários para sua desativação.	Pesquisa bibliográfica sobre os requisitos legais vigentes.
(ii) Atividades de impacto	Atividades passíveis de maiores impactos.	Pesquisa bibliográfica sobre Análise de risco.
(iii) Soluções propostas	Priorização das atividades e demanda financeira.	Pesquisa bibliográfica para subsidiar a Análise de riscos e recomendações
(iv) Ações de revitalização	Iniciativas eficientes.	Pesquisa bibliográfica sobre legislações vigentes e estudos de casos de sucesso.

Fonte: A Autora, 2023.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Sistema de gestão ambiental – ABNT ISO 14001:2015

A *International Organization for Standardization* (ISO) é uma organização internacional de normatização na qual 140 países fazem parte e tem sua sede localizada em Genebra na Suíça. Elas têm como objetivo criar padrões globais de sistemas de gestão para produtos e serviços que podem ser aplicados para todos os perfis de empresas, independentemente do seu tamanho ou da sua origem se pública ou privada. As normas ISO se consolidaram e, atualmente, centenas de milhares de empresas são certificadas em uma ou várias normas ISO e cada país tem um órgão responsável por traduzir as normas e dar sua contribuição e, no caso do Brasil, é a Associação Brasileira de Normas Técnicas, a ABNT (MARIANI, 2006).

A ABNT ISO 14001:2015 – Sistema de Gestão Ambiental, descreve em sua introdução o grande desafio que a sociedade tem hoje que é de “alcançar um equilíbrio entre o meio ambiente, a sociedade e a economia”. Esses são os pilares do desenvolvimento sustentável e ser sustentável é conseguir “satisfazer as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazer as suas necessidades.” É muito interessante notar como isto vai de encontro com o que preconiza a Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 no seu artigo nº 225.

Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

Logo, de acordo com a Constituição da República Federativa do Brasil, a preservação e proteção do meio ambiente é uma responsabilidade de todos (cidadãos, empresas, governo etc.) para garantir que as futuras gerações tenham acesso a todos os recursos necessários para a sadia qualidade de vida. A ISO 14001:2015 é uma ferramenta que auxilia as empresas neste desafio e ela tem como objetivo:

Prover às organizações uma estrutura para a proteção do meio ambiente e possibilitar uma resposta às mudanças das condições ambientais em equilíbrio com as necessidades socioeconômicas. Esta Norma especifica os requisitos que permitem que uma organização alcance os resultados pretendidos e definidos para seu sistema de gestão ambiental.

Uma abordagem sistemática para a gestão ambiental pode prover a Alta Direção de uma empresa com as informações necessárias para obter sucesso a longo prazo e para criar alternativas que contribuam para um desenvolvimento sustentável, por meio de:

- Proteção do meio ambiente pela prevenção ou mitigação dos impactos ambientais adversos;
- Mitigação de potenciais efeitos adversos das condições ambientais na organização;
- Auxílio à organização no atendimento aos requisitos legais e outros requisitos;
- Aumento do desempenho ambiental;
- Controle ou influência no modo em que os produtos e serviços da organização são projetados, fabricados, distribuídos, consumidos e descartados, utilizando uma perspectiva de ciclo de vida que possa prevenir o deslocamento involuntário dos impactos ambientais dentro do ciclo de vida;
- Alcance dos benefícios financeiros e operacionais que podem resultar da implementação de alternativas ambientais que reforçam a posição da organização no mercado;
- Comunicação de informações ambientais para as partes interessadas pertinentes.

A ABNT ISO 14001:2015 não irá aumentar ou alterar os requisitos legais que uma organização precisa cumprir, porém ela vai auxiliar nesta demanda a fim de estimular que a empresa faça algo além do obrigatório por lei. Ela propõe a empresa a ir além, a pensar em como melhorar processos para que a proteção ambiental seja priorizada e planejada.

Importante ressaltar que a certificação ISO não é algo obrigatório por lei e sim opcional, mas pode-se citar algumas vantagens que podem ser obtidas com a sua certificação pela Norma ISO 14001, tais como: maior competitividade no mercado e redução de custos de fabricação; redução com perdas tanto de matéria prima quanto de recursos naturais o que necessariamente gera menos resíduos e efluentes industriais; diminuição de multas e penalidades devido ao maior cumprimento e gestão dos requisitos legais; redução ou minimização de impactos ambientais e incentivo à uma produção mais limpa. Existe também uma vantagem competitiva relacionada à imagem que a empresa passa a transmitir frente às partes interessadas, além de envolver a Alta Direção e todos os colaboradores nas questões ambientais e cobrar uma postura ambientalmente correta de todos seus fornecedores diretos (PIMENTEL & OLIVEIRA, 2020).

2.2 Requisitos ambientais legais no processo de desativação

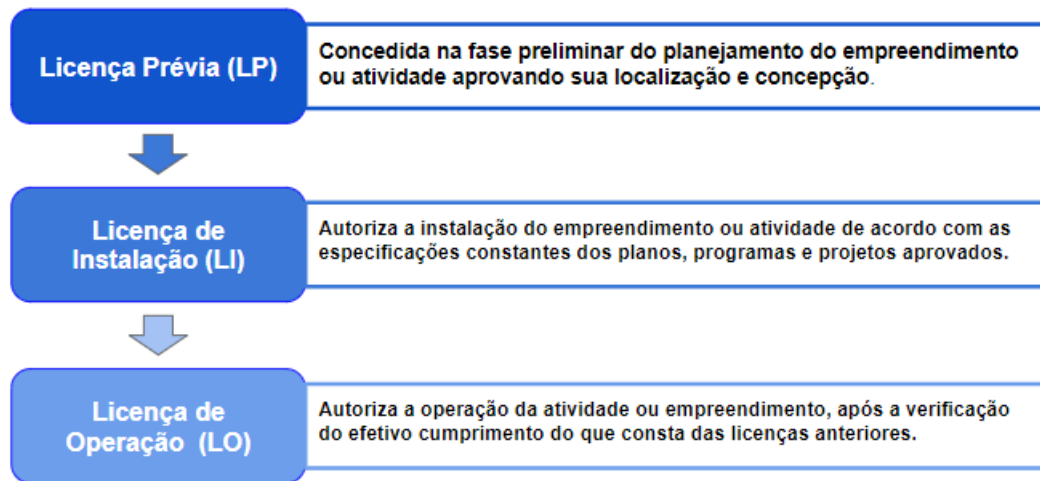
2.2.1 Licenciamento Ambiental

A Resolução nº 237, de 19 de dezembro de 1997 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), exige que, para instalação e operação de qualquer atividade considerada poluidora, licenças ambientais prévias devem ser emitidas pelos órgãos ambientais competentes (BRASIL, 1997).

A licença ambiental é um ato administrativo executado pelo órgão ambiental competente pelo qual é concedido o licenciamento para a instalação, a ampliação e a operação de empreendimentos e atividades que utilizam de recursos ambientais, estabelecendo as condições, restrições e medidas de controle ambiental que devem ser obedecidas para que o licenciado possa realizar sua atividade. Caso haja violação ou inadequação de quaisquer condicionantes ou normas legais, o órgão ambiental licenciador poderá suspender ou cancelar uma licença expedida (BRASIL, 1997).

Para planejar, instalar e operar uma indústria, ou outra atividade potencialmente poluidora, é necessário cumprir as etapas de licenciamento conforme ilustrado na Figura 1.

Figura 1: Licenças ambientais expedidas pelo órgão ambiental licenciador.



Fonte: BRASIL, 1997. Adaptado

A licença prévia deve ser solicitada na fase de planejamento do projeto e tem como objetivo avaliar e concluir se é viável ou não sob o aspecto das questões ambientais. A licença de instalação do empreendimento é concedida após o processo de análise pelos órgãos competentes, e somente depois dela ser aprovada, é fornecida a licença de operação das atividades que serão realizadas no empreendimento (HONAISSER, 2009). Além disso, o órgão ambiental competente poderá solicitar que seja realizado um Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e seu respectivo Relatório de Impacto Ambiental (RIMA) se considerar que a atividade ou o empreendimento tenham potencial de causar uma significativa degradação do meio ambiente.

A Resolução nº 237 do CONAMA, em seu anexo 1, relaciona as categorias sujeitas ao licenciamento ambiental e, dentre elas, tem-se a “Indústria química” que inclui as indústrias de fabricação de produtos farmacêuticos e veterinários. Sendo assim, entende-se que a indústria farmacêutica é um setor de negócio que possui atividades consideradas poluidoras e necessita cumprir os procedimentos de licenciamento ambiental (BRASIL, 1997).

A Resolução nº 1 do CONAMA de 23 de janeiro de 1986 determina as atividades modificadoras do meio ambiente que são obrigadas a elaborar o EIA/RIMA em seu 2º Artigo. Dentre as atividades listadas no Artigo 2º, não é possível encontrar uma classificação que abranja indústrias farmacêuticas, porém o

Artigo 3º diz que “Dependerá de elaboração de estudo de impacto ambiental e respectivo RIMA, a serem submetidos à aprovação do IBAMA, o licenciamento de atividades que, por lei, sejam de competência federal.” Nesse sentido, é importante verificar também se por alguma especificidade do empreendimento seu licenciamento será de competência federal.

Segundo HONAIER (2009, p.03):

O EIA é um documento técnico científico composto por uma análise ambiental dos impactos do projeto no meio físico, biológicos e socioeconômicos, tanto negativos quanto positivos, tanto como qual programa será utilizado para monitorar e acompanhar o desenvolvimento do projeto. O RIMA é, portanto, um documento público, composto de todas as informações e conclusões do EIA de uma forma simples pois visa o entendimento adequado de toda a população interessada e envolvida pelo projeto.

Assim, como é necessário o cumprimento e atendimento a requisitos legais para ter o direito de operar, também são exigidos outros requisitos legais para o encerramento de uma atividade considerada potencialmente poluidora. Porém, como já foi mencionado a Resolução CONAMA nº 237, que não é clara sobre as exigências legais para o encerramento de uma atividade licenciada.

2.2.2 Pós-Licenciamento Ambiental

Os empreendimentos quando são licenciados ambientalmente pelos órgãos responsáveis não só recebem o direito de operar como também é exigido que para a validação da licença, condicionantes sejam cumpridas ao longo de seu tempo de funcionamento. As condicionantes ambientais visam obrigar ao empreendimento a monitorar, através de programas, medições periódicas, avaliações ambientais, a qualidade ambiental dos recursos naturais com os quais interage (solo, ar, água etc.) para que possa garantir que durante toda sua operação não haverá degradação ambiental e nem prejuízo à sociedade (BARBOSA, 2021).

Porém, como é possível observar, nos dados sobre a quantidade de áreas contaminadas, provenientes de antigas indústrias, já exposto anteriormente, fica claro que as condicionantes das licenças ambientais nem sempre são cumpridas de maneira correta ou eficiente e podem, também, ser negligenciadas após a emissão

da licença ambiental pelo próprio empreendimento. Sendo assim, entende-se que somente o licenciamento ambiental não irá garantir a preservação do meio ambiente e a segurança da sociedade e, por este motivo, foram criados os instrumentos para acompanhar a fase de pós-licenciamento (BARBOSA, 2021).

Dentre os instrumentos comumente utilizados, destacam-se a fiscalização, o monitoramento, as auditorias ambientais e as celebrações de acordos chamados de Termo de Ajuste de Conduta (TAC). Importante ressaltar que o uso desses instrumentos não se limita ao pós-licenciamento, mas eles também podem ser utilizados durante o processo de licenciamento ambiental.

A fiscalização é o ato realizado pelos profissionais que detêm essa prerrogativa dos órgãos ambientais de ir verificar e observar *in-loco* se as condições de operação do empreendimento licenciado estão atendendo as especificações exigidas em sua licença ambiental. Eles irão verificar se há violações ou não-conformidade em relação às normas e padrões ambientais legais vigentes. O monitoramento também é a observação destes mesmo requisitos, porém é feito pela análise direta de dados que são gerados durante as medições e avaliações ambientais. O monitoramento é feito através de programas de autogestão durante toda a vida útil do empreendimento e os dados devem ser enviados, de acordo com a periodicidade estabelecida em legislação, para os órgãos ambientais e devem ser analisados por especialistas (BARBOSA, 2021).

De acordo com a DZ-056 do Instituto Estadual do Ambiente (INEA) aprovada pela Resolução Conema nº 21, de 07 de maio de 2010, auditoria ambiental é:

O processo sistemático de verificação, documentado e independente, nas modalidades Auditoria Ambiental de Controle e Auditoria Ambiental de Acompanhamento, executado para obter evidências e avaliá-las objetivamente, para determinar a extensão na qual os critérios de auditoria estabelecidos nesta Diretriz são atendidos e os resultados comunicados.

A auditoria ambiental tem como objetivo incentivar a implantação de políticas ambientais e sistema de gestão ambiental, fornecer um diagnóstico técnico sobre o desempenho ambiental das empresas, verificar o cumprimento dos requisitos legais de proteção ambiental, verificar as condições de operação e manutenção do empreendimento, incentivar o uso de tecnologias limpas e a racionalização de recursos naturais, entre outros (RIO DE JANEIRO, 2010).

O TAC ambiental é um acordo judicial firmado entre uma pessoa e/ou empresa com o órgão ambiental ou o Ministério Público e tem como objetivo punir e

responsabilizar as empresas que tenham descumprido legislações ambientais, assim como tenham causado degradação ao meio ambiente. O TAC visa garantir que o dano será reparado, o empreendimento irá cessar a atividade que esteja fazendo de forma ilegal trazendo prejuízos ambientais e que irá promover a regularização ambiental de seu empreendimento (BARBOSA, 2021).

2.2.3 Encerramento de Atividade Licenciada

A Lei complementar nº140, de 8 de dezembro de 2011 fixou normas para a cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum relativas à proteção do meio ambiente (BRASIL, 2011). Tendo isto em vista, a competência para o licenciamento ambiental foi concedida também para os Estados e Municípios.

De acordo com o Art. 9º da Lei Complementar 140/2011 foi definido que caberia aos municípios o licenciamento de atividades e empreendimentos que causem ou possam causar impacto ambiental de âmbito local, bem como os localizados em unidades de conservação instituídas pelo município, exceto em Áreas de Proteção Ambiental (APA's) e daquelas delegadas pelo Estado por instrumento legal ou convênio. As atribuições do IBAMA, determinadas pelo Art. 4º da Resolução do CONAMA nº 237/1997, fundamentada no conceito de significância e abrangência do impacto ambiental direto decorrente do empreendimento ou atividade, foram complementadas e acrescidas da competência de novas ações administrativas, conforme Art. 7º da Lei Complementar 140/2011. A competência dos estados e o Distrito Federal no processo de licenciamento ambiental, além das ações administrativas descritas no Art. 8º, passaram a ter competência licenciatória residual. Ou seja, os processos de licenciamento ambiental que extrapolam a competência e habilitação municipal, mas não são cabíveis à União, são derresponsabilidade dos órgãos ambientais estaduais e do Distrito Federal (BRASIL, 2011).

Neste sentido, é de competência também dos Estados e Municípios o licenciamento ambiental e a determinação das exigências necessárias para a desativação de um empreendimento. Como cada Estado e Município têm suas próprias legislações sobre este tema, é importante que a pessoa jurídica que realiza uma atividade potencialmente poluidora verifique e atenda aos requisitos legais para encerramento de atividades preconizadas pelo seu órgão ambiental licenciador local, isto é, cada Estado, dentro das suas atribuições, irá regulamentar como deverá ser

feito o processo de suspensão ou desativação de atividades potencialmente poluidoras.

No âmbito nacional existem diversas legislações que tratam acerca do tema licenciamento ambiental, ainda, sobre o encerramento de atividades licenciadas. Tendo em vista que as legislações locais precisam seguir as diretrizes da União, é importante citar as principais leis que norteiam este tema.

A Política Nacional do Meio Ambiente, instituída pela Lei nº6938 de 31 de agosto de 1981, tem por objetivo a “preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana” (BRASIL, 1981). Para garantir que seu objetivo seja atingido, ela estabelece diretrizes gerais para proteção do meio ambiente, determina que seja realizada a recuperação de áreas degradadas oriundas de atividades potencialmente poluidoras e também inclui a responsabilidade da proteção ao meio ambiente para os Estados e municípios através do seu Art 5º que diz que “as diretrizes da Política Nacional do Meio Ambiente serão formuladas em normas e planos, destinados a orientar a ação dos Governos da União, dos Estados, do Distrito Federal, dos Territórios e dos Municípios.”

A Resolução CONAMA nº313, de 29 de outubro de 2002 dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos Industriais que é um dos instrumentos de política de gestão de resíduos. A gestão dos resíduos sólidos industriais é um dos temas mais importantes e complexos durante o funcionamento de uma atividade potencialmente poluidora, tendo em vista os riscos ambientais e à saúde humana que são atrelados a estes resíduos e também pela dimensão e prejuízo que os impactos ambientais gerados pela má gestão deles podem causar. Neste sentido, a Resolução CONAMA nº313 define que os resíduos existentes ou gerados pelas atividades industriais serão objeto de controle específico e parte do processo de licenciamento ambiental (BRASIL, 2002).

O Estado de São Paulo instituiu o Decreto nº 47.400, de 4 de dezembro de 2002, que Regulamenta dispositivos da Lei Estadual n.º 9.509, de 20 de março de 1997, referentes ao licenciamento ambiental, estabelece prazos de validade para cada modalidade de licenciamento ambiental e condições para sua renovação, estabelece prazo de análise dos requerimentos e licenciamento ambiental, institui

procedimento obrigatório de notificação de suspensão ou encerramento de atividade, e o recolhimento de valor referente ao preço de análise (SÃO PAULO, 1997; 2002).

No Estado do Rio de Janeiro, o Decreto nº 28.329, de 17 de agosto de 2007, regulamenta critérios e procedimentos destinados ao licenciamento ambiental, à avaliação de impactos ambientais e ao cadastro ambiental de atividades e empreendimentos considerados efetivamente ou potencialmente poluidores. Importante ressaltar o Art. 6º que fala dos instrumentos e cita no item II - Licenças Municipais de Desativação, como um instrumento que pode ser utilizado para efetivação do Licenciamento e avaliação de impacto ambiental (RIO DE JANEIRO, 2007).

2.3 Atividades passíveis de impactos ambientais no processo de desativação

2.3.1 Impactos Ambientais da Industrialização

A Revolução Industrial teve seu início na segunda metade do século XVIII na Inglaterra. Isto se deve sobretudo “com os aperfeiçoamentos da máquina a vapor, que asseguram novo elemento energético, superior à força da água, do vento, dos animais e do homem, manifestando-se sobretudo na produção têxtil e metalúrgica” (SANTOS&ARAÚJO, 2011). A industrialização que se seguiu após a Revolução Industrial foi um marco importante na intensificação dos problemas ambientais. Ao passo que este evento originou técnicas produtivas a partir do uso de materiais e energia para atender a um mercado de tamanhos cada vez maiores, dando o início ao processo de degradação do meio ambiente que se intensificava na mesma proporção do avanço das fábricas.

Nessa época em que as indústrias começaram a se desenvolver, não havia uma concentração populacional intensa nas proximidades das indústrias e a produção era de baixa escala. Além disso, ainda não se tinha uma consciência da necessidade de proteger o meio ambiente por meio legal e a fumaça que saía das

chaminés ainda era vista como um símbolo de progresso (OLIVEIRA,2015). Hoje, é sabido que essa fumaça é um agente da poluição atmosférica e que além de prejudicial ao meio ambiente é um risco à saúde e ao meio ambiente. Porém, no século XVIII, não havia ainda essa percepção, assim como a associação do risco a esses gases emitidos. Somente após a ocorrência de catástrofes houve pesquisas relacionando a ação das indústrias à poluição gerada, definindo suas consequências negativas para os seres vivos (GANZALA, 2018).

A partir do Século XX, o aumento da escala de produção industrial foi responsável pelo aumento do consumo de recursos naturais, das emissões de substâncias ácidas e tóxicas na atmosfera, muitas delas responsáveis pelos gases do efeito estufa, além do lançamento de efluentes líquidos contaminando a água edolixo gerado pela população, composto por restos de embalagens e produtos industrializados, poluindo o solo e os aquíferos. Com isso, a capacidade de suporte do próprio planeta ficou ameaçada, apresentando alguns sinais dos limites de sua capacidade de regeneração, como: perda da biodiversidade, redução da camada de ozônio, contaminação das águas e mudanças climáticas (BARBIERI, 2007).

A Norma ABNT NBR ISO 14001:2015 define que impacto ambiental é “qualquer modificação do meio ambiente, adversa ou benéfica, que resulte, no todo ou em parte, das atividades, produtos ou serviços de uma organização” (BRASIL, 2015). De acordo com Sánchez (2020): “impacto ambiental é uma consequência de “atividades, produtos ou serviços de uma organização”. Logo, toda atividade industrial que interage com o meio ambiente e o modifica será uma fonte de impactos ambientais.

Todos os ramos da indústria utilizam a matéria prima extraída do meio ambiente para transformá-la ou para utilizar esses recursos naturais como suporte nas suas operações. Em ambos os casos, o impacto no meio ambiente será imediato tendo em vista que ao extrair os recursos necessários diretamente da natureza é gerada uma perda e um desequilíbrio naquele ecossistema (ALMEIDA, 2006).

O processo de industrialização está sempre em constante mudança, seja pela necessidade de modernização de instalações, processos, equipamentos ou mesmo em investimento em pesquisas para tornar suas atividades mais eficientes e produtivas (SÁNCHEZ, 2001). A necessidade de desenvolvimento de novos produtos, de expansão física e do recente processo de globalização da economia

tem estimulado muitas indústrias a se realocar. A consequência desta dinâmica faz com que haja um processo acelerado de declínio de antigas indústrias e obsolescência de setores industriais, o que aumenta a quantidade de estabelecimentos que são desativados, o que pode gerar terrenos desocupados e contaminados. A problemática relacionada a contaminação do solo, sua degradação e à poluição das águas subterrâneas são os mais graves passivos ambientais deste processo (SÁNCHEZ, 2001).

2.3.2 Identificação e Análise dos Riscos Ambientais durante a Desativação Industrial

Em um processo de desativação de uma indústria é perceptível que, ao interromper as suas operações, há o encerramento das emissões de poluentes atmosféricos. Dessa forma, a produção de efluentes industriais e sanitários para os rios também é interrompida, proporcionando tempo hábil para que os contaminantes remanescentes sejam diluídos e distribuídos. Porém, o resíduo disposto de forma incorreta no solo e os vazamentos contaminam o solo com substâncias nocivas e, possivelmente, também os lençóis freáticos, disseminando essas substâncias. Devido a estes meios de propagação, o processo de descontaminação e recuperação de áreas degradadas se torna árduo tendo em vista que o passivo ambiental estará amplamente distribuído, o que demanda um maior investimento financeiro das indústrias e dos órgãos públicos (SÁNCHEZ, 2001).

Este resíduo pode ter diversas origens como, por exemplo, resíduos dos últimos lotes produzidos, resíduos que serão gerados com a desativação de máquinas, equipamentos e estações de trabalho (operacionais) e também matéria-prima e insumos que estão dentro dos almoxarifados e não serão mais utilizados. Praticamente tudo que não é mais útil se torna resíduo e, se ele for “abandonado”, o prejuízo e dano ambiental poderá gerar impactos de dimensões geográficas enormes, além de poder causar doenças e causar desequilíbrio ecológico na área que ocorreu.

Um exemplo que ilustra bem os impactos gerados por uma área contaminada e o quão prejudicial pode ser a longo prazo é a desativação da antiga fábrica de inseticidas organoclorados que funcionou na chamada “Cidades dos Meninos” em

Duque de Caxias, Rio de Janeiro. A fábrica encerrou suas operações em 1961 e todo o seu acervo, como equipamentos, produtos acabados, tambores contendo matérias-primas e rejeitos foram dispostos inadequadamente sobre o solo nos fundos da fábrica, além de abandonados nas instalações, a céu aberto, na Cidade dos Meninos (OLIVEIRA, 2008). Este material foi fonte de disseminação de poluentes para o ar, águas, solo e possibilitou o contato direto de pessoas a substâncias tóxicas, algumas cancerígenas (SÁNCHEZ, 2001). Devido à dificuldade de tratamento da água e do solo, acredita-se que a população da região e localidades próximas ainda estejam expostas aos pesticidas e seus derivados que causam até hoje problemas de saúde (DA SILVA, 2022).

Importante ressaltar que tais impactos e passivos ambientais são gerados quando as empresas não fazem uma gestão eficiente de seus aspectos ambientais durante sua operação ou no processo de desativação.

De acordo com a Norma ABNT NBR ISO 14001:2015, aspecto ambiental é o “elemento das atividades, produtos ou serviços de uma organização que interage ou pode interagir com o meio ambiente” e “um aspecto ambiental pode causar impacto(s) ambiental(is)” (BRASIL, 2015). Neste sentido, Sánchez (2004) complementa:

Tal definição requer explicação e exemplificação. Situações tipicamente descritas como aspectos ambientais são a emissão de poluentes e a geração de resíduos. Produzir efluentes líquidos, poluentes atmosféricos, resíduos sólidos, ruídos ou vibrações não é objetivo das atividades humanas, mas esses aspectos estão indissociavelmente ligados aos processos produtivos. São, assim, elementos, ou partes, dessas atividades ou produtos ou serviços. Aqueles elementos que podem interagir com o meio ambiente são chamados de aspectos ambientais. Outros aspectos ambientais típicos são aqueles ligados ao consumo de recursos naturais. Ao consumir água (recurso renovável), sua disponibilidade para outros usos ou para suas funções ecológicas é reduzida. Ao consumir combustíveis fósseis, seus estoques (finitos) diminuem. O consumo de água ou combustível, parte indissociável de inúmeras atividades, são aspectos ambientais.

Levando em consideração que as atividades industriais são realizadas em grande escala, estas consomem um grande volume de recursos além de gerarem vários aspectos ambientais associados. Portanto, os possíveis impactos, negativos ou positivos, gerados por esses empreendimentos, tendem a ser proporcionais à união destes fatores (BRASIL, 2015).

É importante que os aspectos ambientais sejam identificados dentro de cada processo industrial para que sejam implementados controles ambientais a fim de

mitigar ou eliminar os impactos ambientais adversos. Para que o controle ambiental seja dimensionado corretamente e o impacto ambiental cause o menor dano possível e/ou nenhum, é necessário avaliar qual o risco atrelado a este impacto. O risco será definido como “a probabilidade de que um evento – esperado ou não esperado – se torne realidade” de acordo com Dagnino & Carpi(2007).

A análise dos riscos ambientais que podem ser gerados nos processos de uma indústria deve ser uma atividade prévia à instalação de uma planta industrial e é uma das mais importantes para garantir a minimização dos impactos ambientais. Partindo disto, os riscos da desativação dos processos industriais ou de indústria completa também precisam ser avaliados quanto ao risco. Portanto, para esta avaliação dos riscos ambientais, é necessário definir primeiramente os aspectos e os impactos de cada atividade (ZAMBRANO & MARTINS, 2007).

2.4 Atividades passíveis de impactos ambientais na indústria de fármacos

2.4.1 Análise de Modo e Efeito de Falha (FMEA)

Para identificar quais são as atividades passíveis de maiores impactos ambientais durante a desativação foi feita uma análise de risco ambiental.

Segundo Brown (1998),

A utilização da Análise de Riscos, em atividades industriais ou não, tem como objetivo minimizar o potencial de ocorrência de acidentes, utilizando técnicas de prevenção e/ou de proteção. (...) As mais importantes técnicas de identificação de perigos são as seguintes: Análise Preliminar de Perigos (APP), “What-if” (e - se), HAZOP e FMEA (*Fail Mode & Effect Analysis*) ou, em português AMFE (Análise de Modos de Falhas e Efeitos).

Dentre as técnicas mais importantes que são utilizadas para análise de risco, ainda segundo Brown (1998), identificou-se que a FMEA, além de já ter sido utilizada em trabalhos científicos para identificação de riscos ambientais, é de fácil aplicação e é possível fazer uma classificação dos riscos e priorizar ações de acordo com o risco identificado de maior gravidade.

De acordo com BRAMBILLA & VOLANTE (2017), não se pode afirmar com certeza qual a origem do método FMEA, mas a *Global Leader in Quality Improvement & Standards* (ASQ) relata que seu desenvolvimento foi realizado na década de 40 e inicialmente era utilizado pelo exército americano e posteriormente utilizado pela indústria aeroespacial e automobilística.

O FMEA avalia a ocorrência, a severidade e a detecção de falhas para em projetos ou processos. A equipe responsável por esta análise, deve implementar medidas corretivas para prevenir as falhas. Eliminar falhas existentes e melhorar a detecção são medidas temporárias; o objetivo é evitar falhas antes que elas ocorram. Para isso, usa-se o RPN (Número Potencial de Risco), calculado pela fórmula $RPN = O \times S \times D$, onde O é ocorrência, S é severidade e D é detecção (BRAMBILLA & VOLANTE).

Para este trabalho foi escolhido utilizar a metodologia FMEA adaptada do artigo 'Utilização do método FMEA para avaliação do risco ambiental' de Zambrano & Martins (2007) que teve como foco a aplicação do método para análise de risco ambiental.

De acordo com Zambrano & Martins (2007, p.03)

O FMEA consiste em identificar as falhas prováveis em projetos ou processo, estabelecer as prioridades para o tratamento das falhas e implementar as ações recomendadas. Posteriormente, deve-se analisar se as ações recomendadas diminuíram a probabilidade de ocorrência da falha. Desta forma, a constante aplicação do FMEA resultará na melhoria contínua da organização.

Neste sentido, a técnica FMEA auxilia na identificação e análise de possíveis falhas que possam vir a ser geradas em sistemas, processos ou produtos. Prever essas possíveis falhas é importante para que sejam criados mecanismos de controle e defesa que tornarão os processos mais robustos e com menor potencial de ocorrência de eventos não planejados. Além disso, durante a análise de uma provável falha, é possível dimensionar seu impacto e sua abrangência e, assim, estabelecer uma lista de ações que devem ser priorizadas de acordo com a relevância do impacto negativo da falha (ZAMBRANO & MARTINS, 2007).

A metodologia FMEA aplicada na análise de riscos ambientais tem como objetivo identificar e analisar potenciais falhas em processos que irão gerar impactos negativos ao meio ambiente. Estes processos podem ser atrelados a atividade

principal da indústria assim como nas atividades de apoio como transporte e armazenamento de materiais e resíduos (ZAMBRANO & MARTINS, 2007).

O uso do FMEA para análise de riscos ambientais provenientes da desativação de um equipamento, de uma construção e de instalações industriais, é apontado como um método de gestão ambiental por ser “um método simples para priorizar os aspectos e impactos ambientais segundo uma escala de avaliação do seu grau de importância” (ANDRADE & TURRIONI, 2000).

Abaixo são apresentados os quadros do Formulário para coleta e análise de dados (Quadro 2), de Classificação de severidade (Quadro 3), de Classificação de ocorrência de impactos ambientais (Quadro 4), de Classificação de detecção (Quadro 5) e de Classificação de abrangência de impactos ambientais (Quadro 6).

Quadro 2: Itens a serem preenchidos em um Formulário FMEA

Proce- sso	Ativida- de	Aspecto Ambien- tal	Impacto Ambien- tal	Tipo de impacto ambien- tal	Contro- lesambie- n-tais existente	Severi- dade	Ocorrên- cia	Detec- ção	Abrangên- cia	Risco Ambiental	Controles ambien- taisrecom- en-dados
---------------	----------------	---------------------------	---------------------------	--------------------------------------	---	-----------------	-----------------	---------------	------------------	--------------------	--

Fonte: Adaptado de Zambrano & Martins (2007)

O formulário do Quadro 2 possui 12 colunas que devem ser preenchidas de acordo com as definições abaixo:

- Processo: é o Setor/Área no qual a atividade que será realizada está inserida;
- Atividade: é a descrição da atividade que será realizada e à qual será feita a análise dos riscos;
- Aspecto Ambiental conforme definição da Norma ABNT NBR ISO 14001:2015 é o “elemento das atividades, produtos ou serviços de uma organização que interage ou pode interagir com o meio ambiente”;
- Impacto Ambiental conforme definição da Norma ABNT NBR ISO 14001:2015 é “qualquer modificação do meio ambiente, adversa ou benéfica, que resulte, no todo ou em parte, das atividades, produtos ou serviços de uma organização”;
- Tipo de Impacto Ambiental é definido como real se o impacto ocorrer independente do controle aplicado ou potencial ocorrência;

- f) Controles Ambientais existentes são controles já implementados para eliminação, redução ou mitigação do risco a níveis aceitáveis;
- g) Severidade, Ocorrência, Detecção, Abrangência devem ser preenchidas de acordo com os quadros 3, 4, 5 e 6, respectivamente;
- h) O Risco Ambiental será caracterizado pela fórmula Severidade x Ocorrência x Detecção x Abrangência;
- i) Controles Ambientais recomendados são os controles que devem ser adotados pela empresa afim de mitigar e/ou reduzir os impactos ambientais.

Quadro 3: Classificação de severidade do impacto ambiental

Severidade do Impacto Ambiental		Classificação
Alta	Produtos muito danosos ao meio ambiente, que apresentam características: corrosividade, reatividade, explosividade, toxicidade, inflamabilidade e patogenicidade.	3
Moderada	Produtos danosos ao meio ambiente, que possuem longo tempo de decomposição, por exemplo: metais, vidros e plásticos. Também é considerada a utilização de recursos naturais.	2
Baixa	Produtos pouco danosos ao meio ambiente, que possuem curto tempo de decomposição, como papelão e tecidos.	1

Legenda: Produtos nesse trabalho se refere à substâncias, matéria-prima, insumos e qualquer material que possa ser danoso ao meio ambiente.

Fonte: Zambrano & Martins (2007)

Quadro 4: Classificação de ocorrência de impactos ambientais

Ocorrência do impacto ambiental		Classificação
Alta	O impacto ambiental irá ocorrer	3
Moderada	O impacto ambiental pode ocorrer	2
Baixa	O impacto ambiental não irá ocorrer	1

Fonte: Adaptado de Zambrano & Martins (2007)

Quadro 5: Classificação de detecção

Detecção do impacto ambiental		Classificação
Baixa	Para detectar o impacto ambiental é necessária a utilização de tecnologias sofisticadas.	3
Média	O impacto ambiental é percebido com a utilização de medidores simples.	2
Alta	O impacto ambiental pode ser percebido visualmente.	1

Fonte: Zambrano & Martins (2007)

Quadro 6: Classificação de abrangência de impactos ambientais

Abrangência do impacto ambiental	Classificação
O impacto ambiental ocorre fora dos limites da organização	3
O impacto ambiental ocorre dentro dos limites da organização	2
O impacto ambiental ocorre no local onde está sendo realizada a atividade	1

Fonte: Adaptado de Zambrano & Martins (2007)

2.5 Soluções para eliminar, controlar e/ou mitigar os impactos e os passivos ambientais no processo de descomissionamento

2.5.1 Ações recomendadas para eliminar, reduzir e/ou mitigar os impactos

O descomissionamento é um processo que tem como finalidade encerrar a operação/produção de um empreendimento no final de seu ciclo de vida. Este processo deve ser elaborado e acompanhado por um grupo multidisciplinar que envolve profissionais especialistas em meio ambiente, engenharia de segurança do trabalho, financeiro e também a participação do governo e de políticas públicas (DA SILVA, 2009). Em uma indústria o descomissionamento visa planejar toda desativação realizando desde a investigação de áreas contaminadas até o gerenciamento de resíduos para garantir que não sejam “abandonados” passivos ambientais existentes ou para que não sejam gerados outros passivos ambientais (ETCHELAR, 2021).

Sendo assim, a primeira ação que deve ser tomada visando eliminar, reduzir e/ou mitigar os impactos frente a uma desativação é criar um grupo multidisciplinar para conduzir e implementar o projeto de descomissionamento de uma planta industrial. E, como já foi citado, a desativação das indústrias gera problemas econômicos, sociais e ambientais para toda comunidade e regiões onde estão inseridas e o principal agravante é uma possível contaminação do solo e águas subterrâneas por produto químico perigoso. Segue abaixo um trecho do livro do

Sánchez (2001, p.116) que descreve bem como a contaminação prejudica todas as esferas citadas e a dimensão que esses danos podem chegar:

Num bairro da Zona Leste do município de São Paulo, cerca de cem famílias ocupam um terreno onde funcionou uma fábrica de revestimentos cerâmicos, constroem casas e criam alguns animais domésticos. Em abril de 1997, ao fazerem uma escavação para instalar uma manilha de águas servidas, descobrem uma substância com cheiro muito forte. Uma vaca pasta na área. Descobre-se que a substância é BHC, produto organoclorado usado como agrotóxico, proibido no Brasil, que nada tem a ver com a fabricação de revestimentos de cerâmicos e que foi provavelmente abandonado clandestinamente no terreno. Apela-se para diferentes repartições dos governos municipal e estadual. Alguma medida urgente parece necessária, tendo em vista a periculosidade desse produto químico.

Sánchez (2001, p.116)

Percebe-se que a contaminação foi proveniente de outro modelo de negócio anterior a fábrica de revestimentos cerâmicos e que esse poluente está neste local há algum tempo causando danos ao solo, água, aos animais que ali vivem, gerando risco de saúde aos moradores da região e que, caso não seja realizada a remediação da área ou seja complexa demais ou demande um custo financeiro alto que seja maior do que o valor de mercado do terreno, pode ser que essa área precise ser desocupada e seja inviável sua recuperação e seu novo uso. O que se nota nesse cenário são todos os possíveis problemas que uma área contaminada pode gerar e os danos irreparáveis que podem causar à toda sociedade.

Diante da dimensão dos problemas causados pelas desativações industriais com geração de passivo ambiental, foram configuradas políticas públicas que visam classificar o problema e criar instrumentos de intervenção em sua maioria de cunho corretivo (SÁNCHEZ, 2001).

Sánchez propões duas estratégias para serem adotadas a fim de eliminar, reduzir e/ou mitigar passíveis ambientais no processo de descomissionamento: (1) Proativa e (2) Preventiva.

- (1) A estratégia proativa entende que o empreendimento tem um ciclo de vida que vai desde sua instalação até o encerramento de suas atividades. O uso do solo é algo temporário e deve ser preservado para dar lugar a novos usos após o encerramento das atividades e para que isso seja possível ela visa que seja feita uma gestão, durante a operação do empreendimento, a fim de evitar que passivos ambientais se acumulem minimizando os impactos

ambientais durante todo seu ciclo de vida. Ou seja, já no início da instalação industrial deve-se estimar seu ciclo de vida e planejar o seu eventual fechamento. Dentre os instrumentos conhecidos para realizar este planejamento tem-se a Avaliação de Impactos Ambientais que pode contribuir para estabelecer um programa de gestão ambiental que poderá focar desde a seleção e localização adequada de um empreendimento até sua desativação. Além disso, os planos de desativação devem ser revisados periodicamente ou cada vez que o empreendimento é modificado ou ampliado.

- (2) A estratégia preventiva entende que passivos ambientais podem ter se acumulado durante a operação industrial, porém eles devem ser eliminados ou reduzidos quando de sua desativação e fechamento. Essa abordagem foca em eliminar esse passivo evitando que a contaminação do solo e dos aquíferos ocorram e que os danos desses poluentes alcancem grandes dimensões. Para isto, pressupõe-se a preparação e implementação de um plano de descomissionamento. É importante que este plano seja planejado e implementado antes do fechamento do empreendimento, tendo em vista que é necessário recurso financeiro para financiar as medidas necessárias para a desativação adequada. Além disso, enquanto a indústria está em operação, tem-se todo conhecimento técnico acerca dos eventos ambientais que ocorreram durante a operação, seja pela memória dos colaboradores, seja pelos registros documentados, todo o conhecimento técnico sobre a local, as atividades que foram feitas, e os produtos que foram usados. Todo esse conhecimento só é possível ter enquanto a indústria está em operação e, por este motivo, o plano de desativação deve ser feito antes da desativação do empreendimento.

2.5.2 Priorização dos impactos – matriz gravidade, urgência e tendência (GUT)

A matriz de GUT é uma ferramenta que auxilia o gestor na tomada de decisão a fim de priorizar os problemas que poderão gerar maior impacto e necessitam ser combatidos primeiro. Esta ferramenta classifica os problemas de forma quantitativa,

o que torna mais claro e fácil o entendimento quanto à priorização de ações corretivas e preventivas (PESTANA, 2016).

O objetivo de utilizar essa técnica é buscar um auxílio e uma orientação quanto à tomada de decisões envolvendo questões mais complexas. Para tanto, ela define as prioridades em conjunto com as alternativas de ações que podem ser realizadas. A primeira etapa consiste em qualificar o problema e em seguida atribuir uma pontuação de acordo com as variáveis definidas na matriz. A qualificação deve considerar os fatores Gravidade, Urgência e Tendência e cada fator deve receber uma pontuação que vai de 1 (um) a 5 (cinco). Depois essas pontuações são multiplicadas ($G \times U \times T$) e tem seu valor estabelecido, logo, os problemas com os maiores valores se tornam prioritários (ALVES, 2017).

Segundo Alves (2017, p.04):

Gravidade diz respeito a não resolução do problema, e indica o impacto, principalmente, em relação aos resultados, e processos que surgirão em longo prazo. A urgência é a variável relacionada com a disponibilidade de tempo necessário para resolução de determinada situação, a Tendência analisa a tendência ou o padrão da evolução, redução ou eliminação do problema.

Segue abaixo a matriz de GUT que será utilizada neste trabalho.

Quadro 7: Matriz de GUT

Matriz de GUT				
Pontos	G Gravidade Consequência se nada for feito	U Urgência Prazo para tomada de decisão	T Tendência Proporção do problema futuro	G X U X T
5	Os prejuízos ou dificuldade são extremamente graves	É necessária uma ação imediata	Se nada for feito, o agravamento da situação será imediato	5x5x5 125
4	Muito Graves.	Com alguma urgência.	Vai piorar em curto prazo.	4x4x4 64
3	Graves	O mais cedo possível	Vai piorar em médio prazo.	3x3x3 27
2	Pouco Graves.	Pode esperar um pouco.	Vai piorar em longo prazo	2x2x2 8
1	Sem gravidade	Não tem pressa	Não vai piorar ou pode até melhorar	1x1x1 1

Fonte: Alves, 2017.

2.6. Ações de revitalização de áreas industrializadas desativadas

2.6.1 Desafios e estratégias na revitalização de áreas industriais

As áreas industriais, ao longo do tempo, podem tornar-se obsoletas e desgastadas devido às mudanças nas atividades econômicas, avanços tecnológicos e transformações urbanas. No entanto, esses espaços subutilizados oferecem oportunidades significativas para a revitalização e requalificação, contribuindo para o desenvolvimento econômico e social das comunidades locais (SÁNCHEZ, 2001).

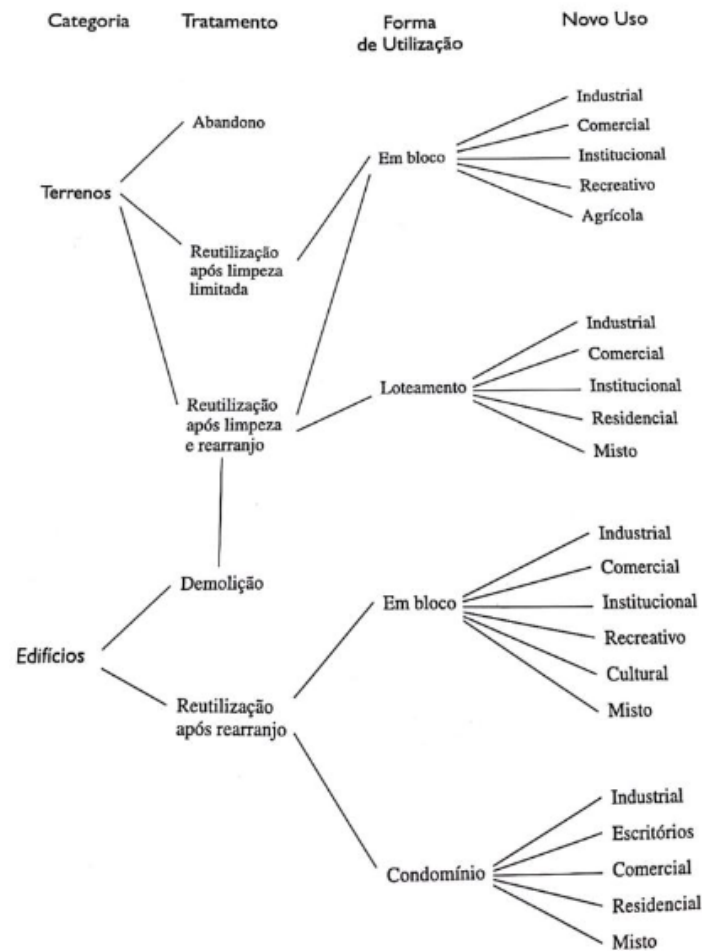
A ocupação territorial e expansão física das grandes cidades ainda é feita de forma pouco eficiente, principalmente nas áreas urbanas mais centrais, o que incluiu as regiões que no passado eram predominantemente industriais. Essas áreas são, em sua maioria, áreas degradadas após o uso como ferrovias e áreas portuárias. Esses espaços vêm sendo usados como depósito de lixo ou são ocupados de forma clandestina por diversos grupos sociais desfavorecidos ou representam vazios urbanos que são áreas abandonadas e/ou subutilizadas devido às questões econômicas e ambientais (MARKER, 2013).

Segundo Sánchez (2001, p.33)

A reutilização de um imóvel industrial pode dar-se de diferentes maneiras. As construções podem ser tratadas separadamente dos terrenos, demolidas, mantidas em seu estado ou reformadas, e os novos usos podem ser os mais variados. Em caso de manutenção dos edifícios, duas classes de arranjo se apresentam: usá-los em sua totalidade ou dividi-los em condomínios.

No processo de fechamento de uma indústria, deve ser selecionada uma forma de como os terrenos e edifícios fechados serão utilizados (Figura 2). O novo uso da área, seja parcial ou sem sua totalidade, tem uma variedade de opções desde transformar em uma nova indústria em centros culturais, áreas recreativas para a comunidade ou até mesmo no uso agrícola (SÁNCHEZ, 2001).

Figura 2: Tipologia de reutilização de instalações industriais.



Fonte: SÁNCHEZ, 2001

Porém, é importante verificar em qual estado (econômico e ambiental) se encontram as áreas que serão reutilizadas. Segundo a *United States Environmental Protection Agency* (EPA) (2024) dos Estados Unidos da América, o termo *Brownfield* significa “uma propriedade onde a expansão, redesenvolvimento ou reutilização pode ser complicada pela presença ou potencial presença de uma substância perigosa, poluente ou contaminante.”

Além da complexidade e da dificuldade que é descontaminar os *brownfields* para revitalização destas áreas, e a depender do contaminante, pode-se inviabilizar o projeto, sendo que na América Latina eles ainda não estão mapeados e avaliados.

Existem poucas políticas públicas e instrumentos financeiros dedicados à reintegração destas áreas e o trabalho que deve haver entre gestão ambiental, planejamento urbano e desenvolvimento social para tornar possível essa

reintegração, o que é um grande desafio para as administrações públicas (MARKER, 2013).

Ainda segundo Marker (2013), para se ter êxito na revitalização dos *brownfields*, os aspectos abaixo devem ser adequadamente abordados:

- Planejamento urbano e a participação social;
- Trâmites e procedimentos de licenciamento de obras;
- Remediação ambiental;
- Revitalização de áreas degradadas e contaminadas e;
- Atuação integrada com o setor privado.

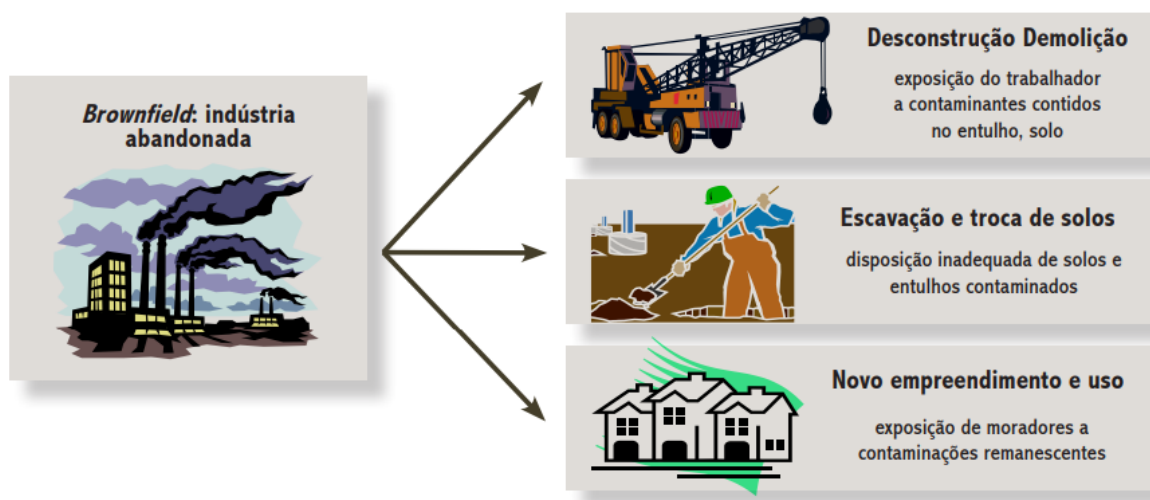
Todos os terrenos, sejam eles previamente utilizados para fins industriais ou outro tipo de ocupação, podem apresentar inconformidades ambientais que irão inviabilizar seu uso ou levar à sua desvalorização. As contaminações de solo e de águas subterrâneas e/ou na estrutura de construções ainda presentes são as mais relevantes e, por este motivo, a primeira etapa a ser realizada em um projeto de revitalização, antes mesmo de uma possível aquisição, é uma investigação ambiental detalhada e quantitativa deste terreno. Esta informação é a que irá nortear todo o projeto, seja em custos, tempo necessário para remediação, estimativa dos riscos ambientais e posterior obra e viabilidade do mesmo (MARKER, 2013).

No Brasil, a Resolução que deve ser seguida para realizar a investigação ambiental sobre contaminação de solos é a CONAMA nº420 de 28/12/2009. Esta Resolução “dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas”. A Resolução diz ainda que: “a proteção do solo deve ser realizada de maneira preventiva, a fim de garantir a manutenção da sua funcionalidade ou, de maneira corretiva, visando restaurar sua qualidade ou recuperá-la de forma compatível com os usos previstos”, logo, observa-se que a depender do uso futuro, as medidas corretivas e a qualidade exigida do solo podem ser diferentes (BRASIL, 2009).

Caso a etapa de análise e investigação ambiental não seja realizada, e um empreendimento, por exemplo imobiliário, seja implantado em um terreno contaminado, pode-se gerar três tipos de conflitos ou riscos potenciais: risco

ocupacional para os trabalhadores que irão trabalhar no processo de demolição e construção; risco ambiental pela retirada e descarte incorreto de solo contaminado para locais sem tecnologia para tratar este material e risco para as pessoas que irão morar neste empreendimento(MARKER, 2013). Este processo está mostrado na Figura 3.

Figura 3: Riscos possíveis no processo da revitalização de *brownfields* contaminados com objetivo de implantação de empreendimento imobiliário.



Fonte: MARKER, 2013.

2.7 Caso de sucesso de revitalização de áreas industriais

2.7.1. SESC Pompeia

Na década de 1930 foi instalada, na região conhecida como Chácara Bananal na cidade de São Paulo, a fábrica alemã Mauser & Cia Ltda. que produzia tambores de óleo. A família alemã proprietária da fábrica retornou à Europa entre 1942 e 1943, durante a Segunda Guerra Mundial, interrompendo a operação da fábrica e abandonando seu prédio. Em 1945, o prédio foi a leilão e a Indústria Brasileira de Embalagens (IBESA®) adquiriu o imóvel e continuou realizando a mesma operação

de fabricação de tambores de óleos e embalagens metálicas para fluídos até 1952 quando ela começou a produzir geladeiras para a marca Gelomatic®. Em 1971, após a venda da Ibesa para as Indústrias Pereira e Lopes, a fábrica de geladeiras fechou suas portas e o Serviço Social do Comércio (SESC) passou a ser proprietário do imóvel. A ideia inicial do SESC era demolir os galpões da fábrica para projetar um edifício totalmente novo (BECHARA, 2016).

Segundo Sánchez (2001, p.38), “a intenção inicial de demolir o prédio felizmente não se concretizou devido à indefinição do traçado da linha de metrô, o que acabou por permitir a preservação do prédio”. Além disso, o projeto elaborado pela arquiteta Lina Bo Bardi, que foi a responsável pela reforma da antiga fábrica, era mais econômico que o projeto de demolição do edifício, foi projetado para finalizar em menos tempo e também não iria ter que interromper as atividades que já estavam ocorrendo dentro do edifício nomeado de SESC Pompéia (BECHARA, 2016).

Lina Bo Bardi iniciou a execução do projeto em 1977 e, tanto o projeto de adaptação do imóvel, quanto os desenhos das novas áreas a serem construídas foram desenvolvidos ao longo de anos e as inaugurações parciais da sua obra ocorreram em 1982 e 1986. O longo tempo de execução também se deve ao fato de que mesmo à época a fábrica não ser um bem tombado como patrimônio histórico, seu valor histórico foi ressaltado por Lina Bo Bardi quando expressou seu desejo de manter os galpões da fábrica ao invés de demolir tudo (BECHARA, 2016).

Atualmente, o SESC Pompeia é um centro de cultura e lazer aberto ao público que oferece diversos serviços à comunidade. Dentre eles, teatros onde são apresentados shows de música e espetáculos teatrais, restaurantes, lanchonetes, uma biblioteca com empréstimo gratuito de livros, jornais e revistas, conjunto esportivo composto por três ginásios com cinco quadras, oficinas de criatividade que são espaços de sensibilização artística, espaço de brincar para crianças de até 6 anos, espaço cênico entre outros (SESCSP, 2021). Tendo em vista isto, este é um exemplo de sucesso de revitalização de espaços antes industrializados. Além de recuperar uma área que poderia ter ficado abandonada, podendo causar uma possível contaminação ambiental, ocupação ilegal tanto com moradores de rua quanto com dependentes químicos, podendo ser uma área perigosa para a seu entorno, ela foi transformada em um espaço de cultura e lazer para a comunidade eliminando os impactos negativos e gerando valor e benefícios para a sociedade.

Figura 4: SESC Pompeia vista da entrada principal.



Fonte: SESC-SP, 2021.

3. ESTUDO DE CASO - FÁRMACOS DO BRASIL

3.1.Caracterização da empresa da fármacos do brasil

3.1.1. Histórico eEvolução

A Fármacos do Brasil foi o objeto do estudo de caso deste trabalho. Esta gigante multinacional farmacêutica com mais de 125 anos de história possui uma afiliada que fica localizada no Município do Rio de Janeiro – RJ. As suas operações no Brasil iniciaram nos anos 1930 e em 2019 foi anunciado a desativação de sua única fábrica no País. Seu presidente na época atribuiu a decisão do fechamento da unidade a estratégia global da companhia na transformação de seu portfólio de medicamentos, substituindo os de baixa complexidade e alta tiragem (produzidos no Brasil) por medicamentos inovadores e de baixo volume para tratamento de doenças mais complexas.

Essa transformação, segundo a SINDUSFARMA: “é um movimento que faz sentido para as empresas do setor. Há 20 anos, os medicamentos genéricos causaram uma revolução na indústria farmacêutica, levando algumas empresas a investir mais em áreas complexas, como câncer e diabetes. O problema é que o custo com pesquisas clínicas aumentou e o valor de desenvolvimento de um novo produto passou a custar mais de U\$ 1 bilhão” (ISTO É DINHEIRO, 2019).

É importante ressaltar que a Fármacos do Brasil possui certificação ISO 14001:2015 desde o ano de 2006, essa certificação internacional garante que há um Sistema de Gestão Ambiental que segue os padrões internacionais das normas ISO. A Fármacos do Brasil não possui nenhuma outra certificação ISO.

Segundo Sánchez (2001, p.164):

A sistematização dos procedimentos de gestão possibilitada pela implantação de um sistema de gestão ambiental nos moldes das normas técnicas internacionais da série ISO 14000 evidentemente acarreta

benefícios para a qualidade ambiental como um todo. Mas, para além dessa perspectiva preventiva genérica, cada setor industrial se defronta com problemas que lhe são próprios e, portanto, requerem soluções adaptadas às suas especificidades.

3.1.2 Linha de produtos e serviços

A fábrica da Fármacos do Brasil localizada no Rio de Janeiro produz medicamentos em formato sólido (comprimidos) e em formato de líquidos (gotas e xarope). O quantitativo produzido de medicamentos (em unidades produzidas), que foram fabricados nos últimos 5 anos pela Fármacos do Brasil, está apresentado no quadro 8.É importante ressaltar que não há pesquisas de desenvolvimento de fármacos nesta unidade.

Quadro 8: Quantidade de medicamentos produzidos pela Fármaco do Brasil 2019-2023.

Ano	Medicamentos sólidos (unidades)	Medicamentos líquidos (unidades)	Total (unidades)
2019	34.229.426	6.552.045	40.781.471
2020	37.260.471	5.638.235	42.989.706
2021	29.756.874	3.676.109	33.432.983
2022	26.529.838	4.652.082	31.181.920
2023	28.524.304	3.093.612	31.617.916

Fonte: A Autora, 2024.

A unidade do Rio de Janeiro fabrica os seus produtos de acordo com a formulação e os procedimentos desenvolvidos nos centros de pesquisa e desenvolvimento da Fármacos do Brasil global. Sendo assim, os insumos e osIngredientes Farmacêuticos Ativos (IFA), que sãoas substâncias aplicadas na formulação do medicamento que irá exercer efeito direto no diagnóstico, cura, tratamento ou prevenção de uma doença (DA SILVA, 2018) para produção do fármaco, são adquiridos de fornecedores externos (importação).

3.1.3 Localização e arranjo físico do empreendimento

A empresa Fármacos do Brasil fica localizada em uma área classificada como Zona de Uso Predominantemente Industrial 2 de acordo com a Lei nº 466, de 21 de outubro de 1981 do Rio de Janeiro. Está situada em um terreno com área aproximada de 150 mil m² com área construída de 55.173,39 m². O uso do solo em um perímetro de até 500 metros no entorno de suas instalações é predominantemente industrial. A Fármacos do Brasil está instalada neste local há mais 40 anos e não há registros de ocupação do solo antes da data de sua instalação. Sua área construída é predominantemente de prédios e conta com um almoxarifado para armazenamento de matéria prima e produto acabado.

A empresa fica localizada em uma via importante da Zona Oeste do Rio de Janeiro há cerca de 30km do centro da cidade. Aos fundos da empresa passa um corpo hídrico que tem uma extensão de 2,5 km e existe uma comunidade majoritariamente residencial próxima a ele. Do lado direito da fábrica existe um terreno vazio e contíguo a ele existe uma outra fábrica. Do lado esquerdo da fábrica tem-se uma empresa que possui galpões e armazena mercadorias. A única via de entrada e saída da fábrica é pela avenida principal. A Área de Proteção Ambiental mais próxima fica há cerca de 5 km da fábrica.

Até a data de publicação deste trabalho, a empresa em referência ainda não havia definido a destinação do terreno e dos prédios que estão dentro da planta industrial. Sendo assim, foi determinado para este trabalho que as estruturas prediais serão mantidas por tempo indeterminado e o terreno não será utilizado para outros fins, sendo necessária a manutenção de vigilância patrimonial para evitar a ocupação ilegal.

3.1.4 Organização do trabalho e caracterização do pessoal

A empresa conta, até a data da publicação deste trabalho, com cerca de 453 colaboradores (funcionários e estagiários) divididos em mais de 150 funções

diferentes diretamente ligadas a principal atividade da empresa. As atividades de Vigilância Patrimonial, Serviços Gerais, Restaurante e parte da Manutenção é realizada por funcionários terceirizados que somam aproximadamente 160 colaboradores.

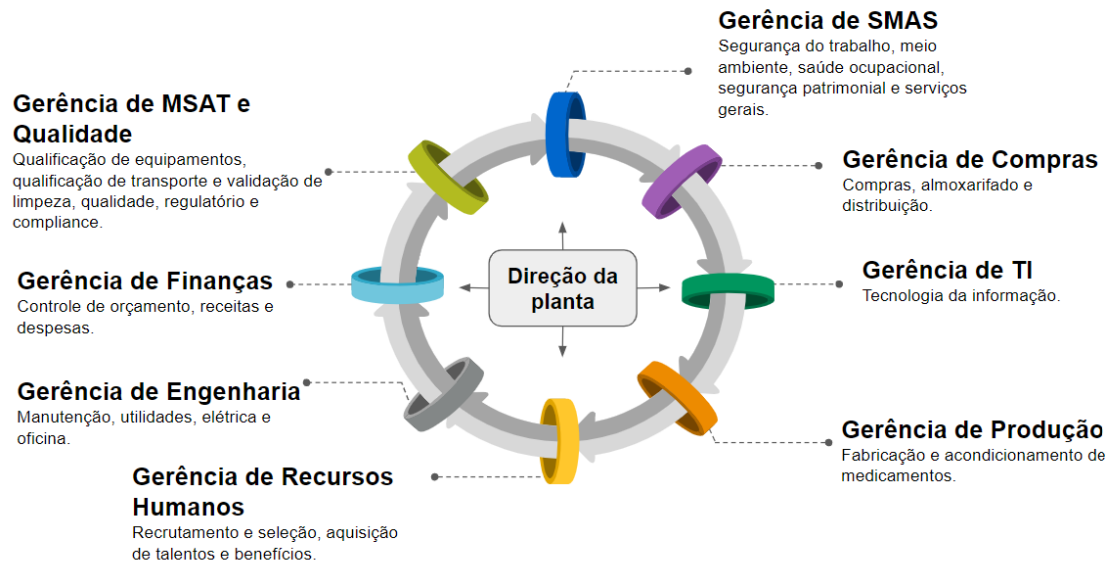
De acordo com a Norma Regulamentadora nº 4 do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE, 1978), a empresa é classificada com o grau de risco 3 e, pela tabela de dimensionamento do Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho (SESMT), no Anexo II da referida norma, a empresa deve contar com dois técnicos de segurança do trabalho. A empresa conta com um SESMT que é composto por 1 Engenheiro de Segurança do Trabalho, 2 Técnicos de Segurança do Trabalho, 1 Médico do Trabalho e 2 Técnicos de Enfermagem do Trabalho.

A Fármacos do Brasil possui uma Comissão Interna de Prevenção de Acidentes (CIPA) que segue o que preconiza a Norma Regulamentadora nº 5 do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE, 1978) para sua dimensão e categoria de risco, sendo composta por 5 efetivos e 4 suplentes.

A empresa funciona em turnos de trabalho para que a operação possa ser realizada 24 horas por dia. O primeiro turno inicia as atividades às 06:00 da manhã e finaliza às 14:45, o segundo turno inicia às 14:30 horas e finaliza às 23:00 horas, o terceiro turno inicia às 22:45 horas e finaliza às 06:30 horas e também tem o turno administrativo que atende das 08:00 da manhã às 16:45 da tarde.

Na Figura 5 é apresentado o organograma da empresa.

Figura 5: Organograma da Fármacos do Brasil.



Fonte: A Autora, 2023.

Conforme a Figura 5a Fármacos do Brasil é dividida em 8 gerências que respondem diretamente à Direção da planta industrial. A Direção da planta industrial por sua vez responderá o *ChiefExecutive Officer (CEO)* Global de todas as fábricas da Fármaco do Brasil em todo o mundo.

3.1.5 Processo geral de produção

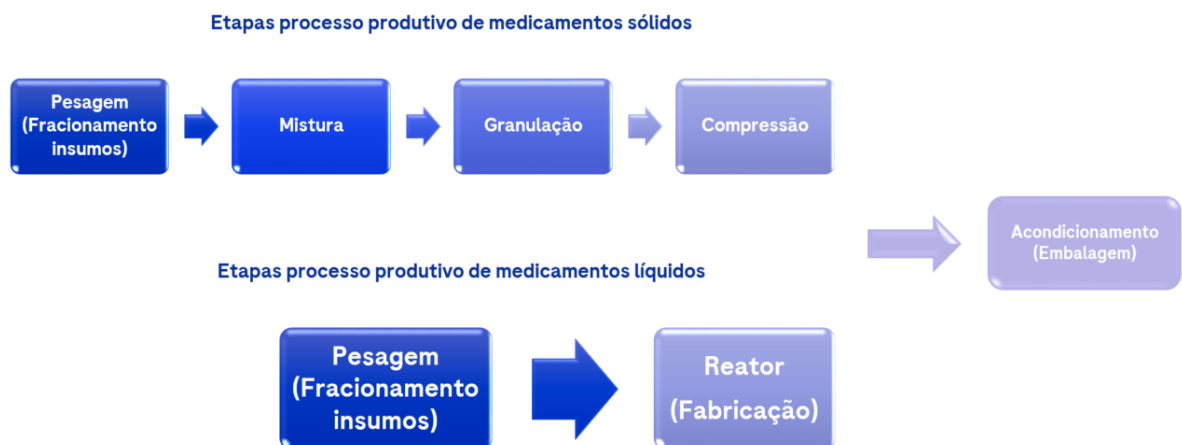
Na Figura 6 é apresentado o fluxograma produtivo da empresa desde a chegada da matéria prima até o envio do medicamento acabado para a distribuição. O processo produtivo de medicamentos sólidos e líquidos é ilustrado pela Figura 7. Ambas estão apresentadas na sequência.

Figura 6: Fluxograma de processos da Fármacos do Brasil.



Fonte: A Autora, 2023.

Figura 7: Etapas do processo produtivo de medicamentos sólidos e líquidos da Fármaco do Brasil.



Fonte: A Autora, 2023.

A primeira etapa, para fabricação de medicamentos sólidos e líquidos, consiste em realizar a pesagem dos insumos farmacêuticos. A pesagem é uma das etapas mais importantes do processo de fabricação, pois é neste momento que se

garante a proporção correta do princípio ativo do medicamento e seus excipientes. A correta dosagem dos ingredientes garante que o medicamento tenha valor terapêutico e alcance o efeito desejado (BONFIM, 2012). A Figura 8 mostra o processo de pesagem dos insumos para o seu fracionamento.

Figura 8: Colaborador realizando a pesagem (fracionamento) de insumos na Sala de Pesagem da Fármacos do Brasil.



Fonte: A Autora, 2023.

Após a pesagem e o fracionamento dos insumos, é necessário realizar a mistura dos componentes do fármaco sólido. O processo de mistura visa criar um produto homogêneo para garantir que toda e qualquer fração dele tenha as mesmas proporções dos componentes utilizados trazendo, então, mais segurança e eficácia ao fármaco produzido (BRITTES & MOREIRA, 2006).

Para a produção de formas farmacêuticas sólidas é necessário realizar a granulação após a mistura dos pós, sejam eles cristalinos ou amorfos. Esse processo transforma as partículas de pós misturados em agregados sólidos, contendo resistência e porosidade variadas para tornar maior a compressibilidade e a resistência mecânica superior (COUTO & GONZALES ORTEGA & PETROVICK, 2000). A granulação irá preparar a “mistura” dos componentes para a etapa de compressão. Nesta etapa a “mistura” dos componentes será comprimida de modo a fabricar os comprimidos no formato e na dosagem específica de cada medicamento. “A compressão é realizada em máquinas circulares, geralmente cabinadas, para cumprir requisitos de qualidade e segurança, e o processo ocorre com auxílio de

punções (inferiores e superiores), matrizes, guias e rolos compressores” (MOISÉS, 2006, p.39).A Figura 9 apresenta os equipamentos para a granulação da mistura e a Figura 10 é mostrada a sala de compressão, onde os pós misturados são transformados em comprimidos.

Figura 9: Sala de Granulação da Fármacos do Brasil onde a mistura dos pós é granulada.



Fonte: A Autora, 2022.

Figura 10: Colaborador operando a Compressora na sala de compressão da Fármacos do Brasil onde os pós misturados são transformados em comprimidos.



Fonte: A Autora, 2023.

Após os medicamentos sólidos estarem na forma de comprimido, eles são transportados até as linhas de acondicionamento dentro de equipamentos Bins¹ e a medida em que as linhas começam a rodar os comprimidos indo para o processo de embalagens.

O acondicionamento, a etapa na qual os medicamentos são acondicionados dentro de suas embalagens, é dividido em duas fases. Na primeira, eles são colocados na embalagem que é chamada de primária que são, no caso da Fármaco do Brasil, frascos de vidros ou de plástico e *blisters* (cartelas de comprimidos em alumínio e/ou plástico). As embalagens primárias são as que tem contato direto com o medicamento e, por este motivo, essa área é separada da área onde ocorre a segunda fase que é o acondicionamento das embalagens secundárias. A Figura 11 mostra o Equipamento usado para acondicionar as cartelas de comprimidos.

Figura 11: Equipamento para acondicionar os comprimidos em *blisteres* na Fármacos do Brasil.



Fonte: A Autora, 2023.

As embalagens secundárias incluem o acondicionamento em cartucho que é feito de papel, popularmente conhecida como caixa do remédio, em que é colocada a bula do medicamento e, por fim, os cartuchos são inseridos dentro de caixas de papelão para serem distribuídos. Toda a linha de equipamentos que fazem parte do

¹Também conhecido como *Intermediate Bulk Container* (IBC).

acondicionamento são fechadas e automatizadas para que não haja risco de contaminação e nem risco de segurança para os operadores.

A embalagem do medicamento é algo que já vem definido junto com a pesquisa de desenvolvimento do produto, pois a escolha adequada está ligada a estabilidade do medicamento. Ela irá proporcionar uma barreira aos fatores externos com o objetivo de manter as características físicas e químicas do medicamento para que sua eficácia seja mantida até o final de sua validade. Além disso, os materiais escolhidos para as embalagens não podem interagir com o produto (PEREIRA, 2017).

A Figura 12 mostra o processo para acondicionar dos comprimidos em frascos na fábrica estudada.

Figura 12: Colaboradores operando o equipamento para acondicionar os comprimidos em frascos na Fármacos do Brasil.



Fonte: A Autora, 2023.

O processo de fabricação de medicamento na forma de líquidos orais é realizado por meio de reatores. A primeira etapa, conforme já mencionado, é a pesagem dos insumos e do princípio ativo de acordo com a receita de fabricação de cada medicamento. Após esta etapa, toda matéria-prima é inserida dentro de reatores com volume de 4000L, 1000L e 400L e cada reator é específico para a

fabricação de uma família de medicamento. Dentro do reator também é adicionada água purificada.

Toda etapa de fabricação é em processo fechado e, após o medicamento estar pronto, ele vai para a etapa de acondicionamento, por meio de tubulações conectadas às linhas de acondicionamento, e o medicamento vai sendo liberado à medida em que os frascos vão se deslocando pelo equipamento. Os medicamentos em formato líquido na Fármacos do Brasil são acondicionados em frascos de vidro com gotejadores e frascos de plástico com copo medidor. Estes frascos são considerados as embalagens primárias, assim como para os medicamentos sólidos temos os frascos e os *blisters*. As embalagens secundárias são os cartuchos com as bulas e as caixas de papelão.

Após os medicamentos serem acondicionados em suas embalagens secundárias, eles são identificados e enviados para o almoxarifado como Produtos Acabados. Estes produtos, após todas as aprovações e análises laboratoriais necessárias, são liberados e enviados para a distribuição.

3.2. Etapas do estudo de caso

Para a etapa inicial do trabalho a fim de identificar os requisitos ambientais legais que devem ser atendidos durante o processo de desativação, foi realizada uma pesquisa bibliográfica acerca da legislação vigente aplicável a empreendimentos industriais. Foram utilizadas plataformas de pesquisa como o *Periodicos Capes* e *Google Scholar* inserindo palavras-chave como “licenciamento ambiental”, “requisitos legais”, “atividades poluidoras”, “desativação industrial”, “análise de riscos” e sempre em português por se tratar de legislação brasileira.

Nesse levantamento identificou-se quais requerimentos legais são necessários atender antes da operação e da implantação de uma indústria, as etapas do licenciamento ambiental, e os requisitos necessários para sua desativação.

No desenvolvimento da análise de riscos foram identificadas as legislações ambientais que devem ser atendidas para a realização de cada atividade em análise.

A segunda etapa foi a identificação de quais são as atividades passíveis de maiores impactos ambientais durante a desativação via análise de risco ambiental, sendo escolhida a análise chamada FMEA (*Fail Mode & Effect Analysis*) ou, em português AMFE (Análise de Modos de Falhas e Efeitos). Para este trabalho foi escolhido utilizar a metodologia FMEA adaptada do artigo Utilização do método FMEA para avaliação do risco ambiental de Zambrano & Martins (2007) que teve como foco a aplicação do método para análise de risco ambiental. Essa análise será detalhada no item 3.3. e foi feita a partir de uma avaliação baseada na experiência da empresa.

A terceira etapa consistiu na proposta de eliminação, controle e/ou mitigação dos impactos e passivos ambientais no processo de desativação, sendo que essa etapa será detalhada no item 3.4. Na última etapa foi apresentada a proposição de ações de revitalização das áreas desativadas.

3.3. Identificação e análise de risco dos setores estudados

Todas as análises de riscos descritas abaixo foram feitas a partir de um cenário real de desativação industrial. Tendo em vista que a indústria do estudo de caso está disposta em uma área útil de 55.548,00 m² e tem uma capacidade produtiva de 60 milhões de unidades de venda (unidade de produto acabado) por ano, foi necessário dividir em grupos os processos que estão sendo desativados para realizar a análise de risco separadamente e de forma mais detalhada. A desativação industrial foi dividida em 8 grupos:

- (1) Equipamentos produtivos e de acondicionamento (linhas de produção e embalagem);
- (2) Subestação de energia elétrica;
- (3) Área de armazenamento temporário de resíduos;
- (4) Unidade de Tratamento de Efluentes;
- (5) Tanques aéreos de armazenamento de diesel;
- (6) Utilidades (sistemas que disponibilizam as energias para o funcionamento da planta);

- (7) Área de armazenamento de produto químico inflamável e corrosivo e;
- (8) Almoxarifado de matéria prima e produtos acabados.

Na Figura 13 é apresentada uma fotografia aérea da empresa com a sinalização dos grupos do estudo de caso e a localização do corpo hídrico, da comunidade mais próxima e da estrada principal.

Figura 13: Fotografia aérea da localização da empresa Fármacos do Brasil.



Legenda: 1-Equipamentos produtivos e de acondicionamento; 2-Subestação de energia elétrica; 3-Área de armazenamento temporário de resíduos; 4-Unidade de Tratamento de Efluentes; 5-Tanques aéreos de armazenamento de diesel; 6- Utilidades (sistemas que disponibilizam as energias para o funcionamento da planta); 7- Área de armazenamento de produto químico inflamável e corrosivo; 8- Almoxarifado de matéria prima e produtos acabados.

Fonte: A Autora, 2024. Google maps, acesso em 25 de junho de 2024.

3.3.1. Aplicação da análise de risco ao estudo de caso

3.3.1.1 Análise de risco dos equipamentos produtivos e de acondicionamento (linhas de produção e embalagem)

Equipamentos produtivos são todos os equipamentos utilizados para a fabricação dos medicamentos e os equipamentos de acondicionamento são os utilizados para embalar o produto acabado para distribuição e venda. No item 3.1.5 eles estão ilustrados nas Figuras 8, 9, 10, 11 e 12 bem como a descrição do processo geral de produção de fármacos e o fluxograma que ilustra as etapas de fabricação de fármacos sólidos e líquidos.

Cada etapa do processo produtivo possui um maquinário específico, feito de aço INOX, e controlados por meio de painel digital *touchscreen*.

No Quadro 9 é apresentada a análise de risco FMEA registrando as pontuações quanto à severidade, ocorrência, detecção, abrangência e risco ambiental, conforme o Quadro 2 da metodologia aplicada (item 1).

Quadro 9: Análise de risco – Equipamentos produtivos e de acondicionamento (linhas de produção e embalagem)

Atividade	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Tipo de impacto ambiental	Controles ambientais existentes	Severidade	Ocorrência	Deteção	Abrangência	Risco Ambiental
Desativação de equipamentos	Geração de resíduos sólidos	Alteração da qualidade do solo	Potencial ocorrência	Preenchimento de formulário pela área que irá desativar o equipamento com informações básicas sobre ele com a possível data de desativação e enviar previamente à área de meio ambiente para avaliação de risco e encaminhamento para a destinação e o tratamento corretos.	2	1	2	3	12
Lavagem das peças do equipamento desmontado	Geração de efluentes industriais	Alteração da qualidade da água	Potencial ocorrência	A área de produção possui salas específicas para lavagem de peças. As salas de lavagem possuem sistema de coleta de efluente que é encaminhado diretamente para a Unidade de Tratamento de efluentes da fábrica. O efluente será tratado antes de ser lançado para o meio ambiente e seus parâmetros são monitorados a fim de manter seu funcionamento de acordo com o que preconiza a legislação vigente e não poluir o meio ambiente.	3	1	2	3	18
	Consumo de água	Exaustão de recursos naturais	Real	Treinamento paraa utilização consciente do recurso natural água. Instalação de reguladores de vazão nas mangueiras de água. A fábrica possui uma Estação de Tratamento de água de reuso que fornece cerca de 30% da água por ela utilizada.	2	1	2	3	12

Fonte: A Autora, 2023.

3.3.1.2 Subestação de energia elétrica

A empresa Fármacos do Brasil é uma indústria que precisa consumir uma quantidade muito grande de energia elétrica, cerca de 16 mil MWh por ano. A energia consumida varia de tensão, dependendo do equipamento e maquinário no qual será utilizada e, por esse motivo, é essencial ter uma subestação de energia. Esta tem como objetivo aumentar ou diminuir a tensão da rede elétrica recebida pelo fornecedor e distribuidor de energia de forma segura. O principal equipamento que realiza esse processo é o transformador.

Segundo Preis (2013, p.26): “os transformadores de transmissão têm a função de, nas subestações, reduzir a tensão da eletricidade que chega das linhas de transmissão, para que ela possa ser repassada à rede de distribuição.”

No caso de subestações, no geral, a maior preocupação ambiental é o uso de óleos isolantes que são essenciais para proteção dos componentes do transformador, pois eles são nocivos ao meio ambiente e à saúde humana (PREIS, 2013). Neste sentido, é importante que o profissional da equipe de desativação verifique qual tecnologia é utilizada no transformador da subestação da indústria a ser desativada para que sejam realizadas as ações corretas de acordo com o risco identificado.

A Fármacos do Brasil utiliza a tecnologia de transformadores isolados a seco que, de acordo com a ABNT NBR 5356-1 (2007), é um transformador no qual o circuito magnético e enrolamentos não são imersos em líquido isolante. De acordo com Zanini (2016, p.50), transformadores a seco têm “um risco menor de inflamabilidade e de, em algum caso extremo, existir até mesmo a possibilidade de explosão em transformadores a óleo. O mesmo ocorre para lugares ambientalmente vulneráveis, os transformadores a óleo podem necessitar de um compartimento para proteção contra um possível vazamento do óleo.”

Sendo assim, para a Fármacos do Brasil, o principal risco a ser considerado é a destinação dos materiais que compõem os equipamentos da subestação de energia. Importante ressaltar que a desativação da subestação é o último projeto a ser realizado, tendo em vista que a energia é necessária enquanto tiver colaboradores e processos a serem finalizados na planta industrial. A Figura

14 mostra a sala onde ficam os equipamentos (painéis) da subestação de energia da empresa.

Figura 14: Painéis elétricos da subestação de energia da empresa Fármacos do Brasil



Fonte: A Autora, 2023.

Figura 15: Prédio da subestação de energia da empresa Fármacos do Brasil



Fonte: A Autora, 2023

No Quadro 10 é apresentada a matriz da Análise de risco para a subestação de energia elétrica da empresa.

Quadro 11: Análise de risco – Subestação de energia elétrica da empresa Fármacos do Brasil

Atividade	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Tipo de impacto ambiental	Controles ambientais existentes	Severidade	Ocorrência	Deteção	Abrangência	Risco Ambiental
Desativação de equipamentos	Geração de resíduos sólidos	Alteração da qualidade do solo	Potencial ocorrência	Preenchimento de formulário pela área que irá desativar o equipamento com informações básicas sobre ele e com a possível data de sua desativação, enviando-o previamente à área de meio ambiente para avaliação de risco e encaminhamento para destinação e tratamento corretos.	2	1	2	3	12

Fonte: A Autora, 2023.

3.3.1.3 Área de armazenamento temporário de resíduos

A empresa Fármacos do Brasil gera diversos tipos de resíduos que são provenientes de seus processos produtivos e da manutenção da planta industrial. Sendo assim, é necessário identificá-los e classificá-los para que sejam armazenados, manipulados e tratados de forma correta. Os resíduos sólidos são classificados de acordo com a ABNT NBR 10004 (2004), que é uma norma técnica que tem como objetivo: “classificar os resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, para que possam ser gerenciados adequadamente”.

De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos, instituída pela Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, o gerenciamento de resíduos sólidos é “conjunto de ações exercidas, direta ou indiretamente, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos” (BRASIL, 2010). Sendo assim, a empresa geradora do resíduo é responsável por rastrear e monitorar todas as etapas ligadas ao gerenciamento de resíduos para garantir que sejam cumpridas todas as legislações vigentes e que não haja o descarte inadequado do resíduo causando, assim, poluição ambiental.

As fontes geradoras de resíduos e o tipo de resíduo gerado são identificados no momento do levantamento dos Aspectos e Impactos ambientais da operação como etapa obrigatória de um Sistema de Gestão Ambiental implementado de acordo com a NBR ISO 14001:2015 (ABNT, 2015). Conhecido os processos geradores de resíduos e os resíduos gerados é necessário classificá-los de acordo com a ABNT NBR 10004 (2004). A classificação do resíduo vai determinar a forma de acondicioná-lo, tanto em recipientes, quanto dentro da área de armazenamento temporário de resíduos.

A empresa em análise gera resíduos Classe I – Perigosos e Classe II – Não Perigosos, de acordo com a ABNT NBR 10004 (2004). Os resíduos são acondicionados e identificados pela fonte geradora e enviados para a área de armazenamento temporário de resíduos. O time responsável pela gestão dos resíduos vai segregá-los e armazená-los até o envio para tratamento externo. Cada

tipo de resíduo será enviado para o tratamento compatível com suas características físico-químicas afim de minimizar o impacto de sua geração.

Além de realizar a gestão dos resíduos sólidos durante a operação da fábrica, é importante que na fase de desativação não seja “abandonado” nenhum resíduo de nenhuma área produtiva. A área de armazenamento temporário de resíduos, conforme mostrada na Figura 16, deve ser totalmente esvaziada após o fim das operações da planta industrial, deixando somente sua estrutura predial tendo em vista que ainda não se sabe a destinação das construções do terreno.

Figura 16: Área de armazenamento temporário de resíduos



Fonte: A Autora, 2022.

Quadro 12:Análise de risco – Área de armazenamento temporário de resíduos.

Atividade	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Tipo de impacto ambiental	Controles ambientais existentes	Severidade	Ocorrência	Deteção	Abrangência	Risco Ambiental
Envio de todos os resíduos gerados na indústria para o tratamento externo e descarte	Geração de resíduos sólidos	Alteração da qualidade do solo	Potencial ocorrência	Os resíduos são enviados para a área de armazenamento temporário de resíduos identificados e acondicionados de forma correta. Assim que o resíduo chega na área, ele é inserido em planilhas de controle e é destinado para seu correto descarte. Todos os resíduos devem ser enviados junto com o seu Manifesto de Transporte de Resíduos (MTR) que garante o controle e a rastreabilidade do resíduo até o destinador final.	3	2	2	3	36

Fonte: A Autora, 2023.

3.3.1.4 Estação de tratamento de efluentes Industriais e Sanitários (ETE)

A Fármacos do Brasil gera, em seus processos produtivos e na manutenção da planta, efluentes líquidos após a utilização de água na incorporação ao produto, na lavagem de máquinas, no sistema de resfriamento e também na utilização de sanitários.

O efluente líquido nada mais é do que a água contaminada por resíduos do processo industrial e de carga orgânica pós-utilização de sanitários (GIORDANO, 2004). Tendo em vista que o município onde fica instalada a empresa não possui tratamento de esgoto sanitário público, a empresa optou por construir sua própria Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) onde ambos os efluentes são tratados.

A ETE deve ter capacidade para tratar o volume de efluentes gerados e deve monitorar seus padrões de tratamento respeitando a legislação vigente que, no caso do Brasil, é a Resolução CONAMA nº 430 de 13/05/2011 que “dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005” (BRASIL, 2011). O efluente tratado é lançado no corpo hídrico próximo à planta industrial. Este lançamento é autorizado mediante a solicitação de Outorga de direito de uso de recursos hídricos ao órgão ambiental. Este instrumento foi estabelecido pela Lei nº 9.433 de 08 de janeiro de 1997 que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (BRASIL, 1997) e tem como objetivo “assegurar o controle quantitativo e qualitativo da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso a este recurso, disciplinando a sua utilização e compatibilizando demanda e disponibilidade hídrica” (MONTEIRO & DA SILVA, 2004). A Resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos nº 140, de 21 de março de 2012 estabelece critérios gerais para outorga de lançamento de efluentes com fins de diluição em corpos de água superficiais e define que “a outorga de lançamento de efluentes corresponde à manifestação da autoridade outorgante sobre a disponibilidade hídrica necessária à diluição das cargas dos parâmetros adotados, sendo o órgão ou entidade de meio ambiente competente o responsável pelo licenciamento do empreendimento gerador dos efluentes” (BRASIL, 2012).

A empresa é responsável por comunicar previamente ao órgão emissor da Outorga que cessará o lançamento do efluente tratado para o rio, devido a

desativação da ETE. A geração de efluentes é interrompida juntamente com a paralização das atividades da fábrica. Nessa fase, a maior preocupação ambiental é a garantia de não ter havido vazamentos que possam ter contaminado o solo e a água ao redor da estação. Outro aspecto importante é a correta destinação de todos os resíduos gerados durante o tratamento e durante a limpeza da estação antes de desativá-la.

O lodo gerado na ETE da Fármacos do Brasil é considerado um resíduo perigoso, pois tem resquícios de substâncias químicas utilizadas durante o processo industrial e, por esta razão, é enviado para o tratamento deblendagem e coprocessamento com o objetivo de se tornar um material combustível para geração de calor e energia em outras indústrias como cimenteiras e marmorarias (BORGES & SELLIN & MEDEIROS, 2008).

Para garantir que não houve nenhum vazamento durante a operação da fábrica e da ETE, deve ser realizada a investigação confirmatória de passivo ambiental. De acordo com a Resolução CONAMA nº 420, de 28 de dezembro de 2009, a investigação confirmatória se trata de:

Etapa do processo de identificação de áreas contaminadas que tem como objetivo principal confirmar ou não a existência de substâncias de origem antrópica nas áreas suspeitas, no solo ou nas águas subterrâneas, em concentrações acima dos valores de investigação (BRASIL, 2009).

Historicamente, não há indícios de contaminação nesta área, porém tendo em vista que a área da fábrica será desativada e não terá mais nenhuma equipe especializando fazendo a gestão da ETE e dos possíveis riscos do empreendimento, a empresa visando estar respaldada e segura de não estar deixando nenhum passivo ambiental para trás, irá fazer a investigação confirmatória. Entende-se que essa é uma boa prática, mesmo que a avaliação preliminar não indique esta área como suspeita da existência de contaminação.

Nas Figuras 17 e 18 estão apresentadas a área de secagem do lodo gerado na planta industrial e a Unidade de Tratamento de Efluentes (UTE), respectivamente. No Quadro 12, na sequência, é mostrada a matriz de análise de risco da UTE.

Figura 17: Área de secagem do lodo gerado no tratamento de efluente da Fármacos do Brasil.



Fonte: A Autora, 2022.

Figura 18: Unidade de Tratamento de Efluentes da Fármacos do Brasil.



Fonte: A Autora, 2022.

Quadro 13: Análise de risco – Unidade de Tratamento de Efluentes(UTE)

Atividade	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Tipo de impacto ambiental	Controles ambientais existentes	Severidade	Ocorrência	Deteção	Abrangência	Risco Ambiental
Desativação da UTE	Geração de efluentes industriais e sanitários	Alteração da qualidade do solo e da água (lençol freático)	Potencial ocorrência	Foi realizado, no ano de 2022, o mapeamento das tubulações da rede industrial, sanitária e pluvial para verificar se tinham avarias. Foram encontradas duas que já foram corrigidas.	3	2	2	3	36
Desativação da UTE	Geração de resíduos sólidos (lodo)	Alteração da qualidade do solo	Potencial ocorrência	O lodo gerado durante a operação da UTE é enviado para a área de armazenamento temporário de resíduos identificados e acondicionados de forma correta. Assim que o resíduo chega na área ele é inserido em planilhas de controle e é destinado para seu correto descarte. Todos os resíduos devem ser enviados junto com o seu Manifesto de Transporte de Resíduos (MTR) que garante o controle e a rastreabilidade do resíduo até o destinador final.	3	2	2	3	36

Fonte: A Autora, 2023.

3.3.1.5 Tanques aéreos de armazenamento de diesel

A empresa Fármacos do Brasil possui um sistema de armazenamento de combustível em forma de tanques aéreos horizontais (tanque elevado). São dois tanques com capacidade de armazenar 10m³ de combustível, conforme mostrados na Figura 20. O combustível armazenado é o óleo diesel e ele é utilizado para abastecer os geradores que são utilizados em caso de interrupção de fornecimento pela distribuidora de energia local.

Os tanques atendem o padrão de construção determinado pela ABNT NBR 17505-1:2013 que tem o título geral “Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis” e possui 7 partes em sua composição.

O óleo diesel é uma mistura complexa de hidrocarbonetos tendo como principais componentes o Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno e Xileno (BTEX) e esses compostos são tóxicos para o meio ambiente e para a saúde humana (MARQUES, 2018). Dentre os compostos do BTEX, o Benzeno é considerado o mais tóxico e, comprovadamente, cancerígeno. São muitas as consequências negativas geradas pela contaminação do solo por óleo diesel, dentre elas, podem-se citar riscos à segurança humana e à propriedade, riscos à saúde pública e ao ecossistema (contaminação do solo que infiltra para o lençol freático e alcança os corpos hídricos), além da geração de restrições ao desenvolvimento urbano, pois essas áreas, durante o processo de remediação, não podem ser utilizadas para nenhum outro fim. É importante ressaltar que, além dos riscos causados pela contaminação, a recuperação dessas áreas é complexa, demorada e tem um custo alto (MARIANO, 2006).

Para a desativação dos tanques é necessário retirar todo o combustível dos tanques e enviá-lo para o tratamento e descarte corretos, assegurando que não haverá vazamentos para a área externa com a contenção dos tanques e que todo o líquido será armazenado em recipientes aprovados, tanto em termos ambientais, quanto de segurança de processo, tendo em vista que são líquidos inflamáveis. Os tanques também serão removidos e precisarão de uma destinação correta e segura.

Além de assegurar que não há combustível nos tanques, também deve-se fazer uma verificação em toda rede de tubos que faz parte desse sistema, pois

qualquer resíduo que neles permanecer pode vazar com o passar do tempo e contaminar as áreas externas à contenção.

A investigação confirmatória mencionada no item 3.2.1.4 também irá abranger os locais ao redor da área onde estão localizados os tanques de armazenamento aéreo de óleo diesel.

Figura 19: Tanques aéreos de armazenamento de diesel da Fármacos do Brasil.



Fonte: A Autora, 2023.

No Quadro 14 é apresentada a matriz da análise de risco dos tanques aéreos de armazenamento de diesel da indústria.

Quadro 15: Análise de risco - Tanques aéreos de armazenamento de diesel

Atividade	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Tipo de impacto ambiental	Controles ambientais existentes	Severidade	Ocorrência	Deteção	Abrangência	Risco Ambiental
Retirada de todo o combustível dos tanques e das tubulações	Geração de resíduo tóxico e perigoso	Alteração da qualidade do solo e da água (lençol freático)	Potencial ocorrência	Os tanques estão instalados em cima de uma área de contenção de vazamento em atendimento a legislação vigente e visando à proteção ambiental. Todo combustível retirado será enviado para o correto descarte e tratamento.	3	2	1	3	18
Retirada dos tanques de armazenamento de combustível	Geração de resíduos sólidos	Alteração da qualidade do solo	Potencial ocorrência	Os resíduos sólidos gerados são encaminhados para a área de armazenamento temporário de resíduos para a sua correta destinação e tratamento.	3	2	2	3	36

Fonte: A Autora, 2023.

3.3.1.6 Utilidades (sistemas que disponibilizam as energias para o funcionamento da planta)

Em uma planta industrial existem sistemas denominados de Utilidades que abrange equipamentos e máquinas que são essenciais para fornecer a energia necessária para o funcionamento da indústria. Esse sistema inclui equipamentos que fornecem ar comprimido, sistema de caldeiras, água potável, refrigeração, vapor entre outros que dependem do que é produzido pela fábrica.

A FÁRMACOS DO BRASIL, assim como toda grande indústria, necessita de um sistema de refrigeração para resfriamento de áreas ou sistemas. A refrigeração de acordo com Matos (2017, p.3) “consiste no processo de retirar calor de um corpo ou espaço para reduzir sua temperatura e transferir este calor para um outro espaço ou corpo.” No caso da empresa em estudo, o resfriamento se faz necessário nas 2 câmaras frias que ficam localizadas no almoxarifado que precisam manter a temperatura entre 2 e 8 graus Celsius para armazenar algumas matérias primas e produtos acabados (que necessitam de refrigeração) e em todos os ambientes fabris que são climatizados através de sistemas de climatização, também conhecidos por “HVAC - *Heating Ventilation Air Conditioning*”.

Para atender a demanda de resfriamento necessária, a FÁRMACOS DO BRASIL possui um sistema de resfriamento por água gelada denominado ‘Chiller’, conforme mostrado na Figura 20. Trata-se de uma máquina de refrigeração industrial de grande porte, alta tecnologia e segurança, para a produção de água gelada para os sistemas de climatização.

A escolha do Chiller pelas indústrias se deve pela necessidade de fornecimento de temperatura e pressão consistentes, o que garante qualidade ao produto (MATOS, 2017). O Chiller é composto por compressor, condensador, evaporador, válvulas de expansão, separador de líquido, que são máquinas de um ciclo de refrigeração em uma proporção maior (FUJIMORI, 2018).

A FÁRMACOS DO BRASIL utiliza a amônia como fluido refrigerante no seu sistema de refrigeração que é um agente tóxico que pode ser explosivo em concentrações de 16 a 25% no ar, além de ter propriedade alcalina corrosiva. Em comparação a

outros fluídos refrigerantes, a amônia é considerada de baixo custo, alto desempenho termodinâmico e não agreda a camada de ozônio (LOPES, 2015).

Segundo Fujimori (2018, p.32):

O fluído refrigerante passa através de uma válvula de expansão no início do evaporador, fazendo com que a pressão do mesmo caia de forma brusca, perdendo temperatura e ganhando título. Assim, no evaporador esse fluído troca calor com a água de forma que seja resfriada e possa ser utilizada no processo. Já o fluído refrigerante é direcionado ao compressor, onde entra como gás frio à baixa pressão e sai com alta pressão e temperatura. Para fechar o ciclo, o fluído refrigerante em estado gasoso necessita voltar para seu estado líquido, justificando a presença de um condensador na unidade de refrigeração. A água de condensação do condensador do chiller é resfriada através de torres de refrigeração, para que volte a retirar calor do fluído refrigerante.

A amônia é um gás que é irritante para as vias respiratórias, olhos e pele e, dependendo do nível de exposição, pode causar leves e até severas lesões corporais. A inalação desse gás pode causar doenças respiratórias e sintomas como broncoespasmos, queimadura da mucosa nasal, faringite e laringite, dor no peito e edema pulmonar. Além disso, pode provocar doenças dermatológicas em contato com a pele e doenças relacionadas à sua ingestão como náuseas e vômitos (BRASIL, 2005).

Na desativação desse tipo Chiller, o maior risco está relacionado à drenagem da amônia do sistema sem que haja vazamentos com formação de nuvem tóxica que causa riscos à saúde e de explosão.

A FÁRMACOS DO BRASIL possui medidas de proteção para caso de vazamentos como manutenção da concentração ambiental do gás, sistema de exaustão com lavador de gases para a adequada neutralização da amônia e alarmes de detecção precoce de vazamentos. Porém, no caso de uma drenagem completa do sistema, deve-se realizar o procedimento com atenção, segurança e cuidado e, por isto, é necessária uma avaliação de riscos dessa atividade elaborada por profissional capacitado.

Figura 20: Equipamento do tipo Chiller industrial utilizado na empresa Fármacos do Brasil



Fonte: A Autora, 2023.

A Fármacos do Brasil utiliza também caldeiras, que são um vaso de pressão cujo objetivo é gerar vapor, conforme apresentado na Figura 21. Esse vapor é produzido por meio de uma troca térmica entre a água e a energia liberada pelo processo de combustão do Gás Natural fornecido pela concessionária de distribuição do município.

Segundo Fujimori (2018, p.19-20):

Durante essa troca térmica, a água que inicialmente se encontra em estado líquido passa para estado de vapor saturado ao receber calor dos gases provenientes da queima do combustível. A partir de então, os gases de combustão são direcionados para seu descarte correto na atmosfera e o vapor vai ser distribuído em seus pontos de consumo na fábrica. O vapor gerado não tem como finalidade só em ser a energia para o funcionamento de um equipamento, mas também é utilizado na higienização.

O gás natural é uma mistura de hidrocarbonetos como metano, etano, propano, butano e hexano e outros compostos químicos e pode ser encontrado em fase gasosa ou associado ao petróleo em reservatórios naturais subterrâneos. Dentre as vantagens de utilizar o gás natural, a principal é que esse combustível praticamente não contém impurezas e, em comparação a outros combustíveis, seus produtos de combustão têm baixos níveis de poluição (GOULART & BARBERINO, 2003).

O processo de desativação da caldeira se chama hibernação e é definida pela Norma Regulamentadora (NR) nº 13 de 2022 (MTE, 1978), que trata de Caldeiras, Vasos de Pressão, Tubulações e Tanques Metálicos de Armazenamento, como a desativação temporária de máquina, equipamento, sistema ou unidade industrial, já em funcionamento ou em construção, por longa duração e com previsão de retorno operacional, preservando suas características. Tendo em vista que não é sabido o destino final das instalações da Fármacos do Brasil, essas caldeiras serão mantidas em hibernação e não serão desmobilizadas.

A maior preocupação no processo de hibernação é o de possíveis corrosões no equipamento liberando qualquer resíduo do gás natural utilizado, sendo que uma das ações mais comuns para a proteção das caldeiras durante a desativação é a de realizar a drenagem do combustível e, posteriormente, bombear gás de nitrogênio, fechar o sistema e finalizar com aplicação de uma manutenção de pressão positiva de nitrogênio (LYUBLINSKI, 2014).

A inalação do gás natural pode causar irritação das vias aéreas, tosse, dor de cabeça, tonteira e confusão mental e, em altas concentrações, pode levar à óbito. Além disso causa irritação nos olhos e na pele. Ele é um gás inflamável com risco de incêndio e explosão e, no caso de incêndio, gera o gás monóxido de carbono que é altamente tóxico (ZIMMERMANN, 2009).

É importante também que sejam atendidos todos os requerimentos da NR nº13 durante a construção, instalação, operação e hibernação de caldeiras.

Figura 21: Caldeira industrial utilizada na empresa Fármacos do Brasil



Fonte: A Autora, 2023.

No Quadro 16 é apresentada a matriz da análise de risco do equipamento “Utilidades”, que são sistemas que disponibilizam as energias para o funcionamento da planta.

Quadro 17: Análise de risco - Utilidades (sistemas que disponibilizam as energias para o funcionamento da planta)

Atividade	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Tipo de impacto ambiental	Controles ambientais existentes	Severidade	Ocorrência	Deteccção	Abrangência	Risco Ambiental
Drenagem de amônia de todo o sistema de refrigeração (Chiller)	Geração de gás tóxico e perigoso	Alteração da qualidade do ar	Potencial ocorrência	O sistema conta com manutenção da concentração ambiental do gás, sistema de exaustão com lavador de gases para a adequada neutralização da amônia e alarmes de detecção precoce de vazamento.	3	2	2	3	36
Drenagem de gás natural da caldeira industrial	Risco de incêndio que pode gerar gás tóxico e perigoso	Alteração da qualidade do ar	Potencial ocorrência	O sistema conta com válvula de segurança com pressão de abertura ajustada em valor igual ou inferior à Pressão Máxima de Trabalho Admissível, manômetro e sistema de indicação para controle do nível de água e alarmes de detecção precoce de vazamento.	3	2	2	3	36

Fonte: A Autora, 2023.

3.3.1.7 Área de armazenamento de produto químico inflamável e corrosivo

O local de armazenamento de produtos químicos inflamáveis e corrosivos tem como objetivo guardar, conservar e fornecer o material para a utilização em diversos setores da fábrica. E, visando a segurança ocupacional e a segurança ambiental, existem normas e legislações que devem ser cumpridas no planejamento e construção desta área e na sua manutenção. O padrão de construção, assim como para os tanques de combustíveis, será determinado pela ABNT NBR 17505-1:2013 que tem o título geral “Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis” e possui 7 partes em sua composição. A gestão de segurança e saúde no trabalho para manipulação e realização de atividades com contato com produtos inflamáveis é definida pela Norma Regulamentadora nº20 – Segurança e Saúde no Trabalho com Inflamáveis e Combustíveis do Ministério do Trabalho e Emprego(MTE, 1978).

A área de armazenamento de produto químico inflamável e corrosivo da Fármacos do Brasil consiste em uma construção de alvenaria dividida em 3 compartimentos. O primeiro armazena produtos corrosivos, o segundo armazena produtos químicos inflamáveis não produtivos e o terceiro armazena produtos inflamáveis produtivos (Figuras 22, 23 e 24).

Além dos riscos de incêndio, intoxicação, queimaduras, entre outros, existe o risco ambiental de contaminação de solo e água por vazamento e, por este motivo, todo o piso é impermeabilizado e possui um canaletas que recepciona o produto e direciona o líquido para caixas cegas. Cada compartimento tem sua caixa cega separada devido ao risco de incompatibilidade química dos produtos. As portas possuem controle de acesso para que somente pessoas autorizadas e treinadas possam entrar evitando, assim, que outros riscos possam ocorrer.

A desativação neste prédio consiste em retirar todos os produtos que não serão mais utilizados ao final das operações da planta e destiná-los corretamente. Estes produtos são altamente tóxicos e é importante que nenhum produto permaneça no local após seu fechamento. Os produtos devem seguir os procedimentos de descarte de resíduos da planta, sendo identificados e acondicionados de forma correta e enviados para a área de armazenamento

temporário de resíduos e lá terão a destinação correta de acordo suas características físicas e químicas.

Apesar de não ter histórico de vazamento de produto que tenha ocorrido fora da área de contenção, a investigação confirmatória mencionada no item 3.2.1.4 também irá abranger os locais ao redor da área de armazenamento de produtos químicos inflamáveis e corrosivos.

Figura 22: Área de armazenamento de produtos químicos inflamáveis e corrosivos utilizada na empresa FÁRMACOS DO BRASIL



Fonte: A autora, 2023.

Figura 23: Sala de armazenamento de produtos inflamáveis não produtivos, como tintas e solventes, com capacidade máxima de estocagem de 5 m³ da FÁRMACOS DO BRASIL.



Fonte: A autora, 2023.

Figura 24: Sala refrigerada de armazenamento de produtos inflamáveis produtivos, como álcool e reagentes, com capacidade de estocagem de 5 m³ da FÁRMACOS DO BRASIL.



Fonte: A Autora, 2023.

O Quadro 18 apresenta a matriz de análise de risco da Área de armazenamento de produtos químicos inflamáveis e corrosivos.

Quadro 19: Análise de risco - Área de armazenamento de produtos químicos inflamáveis e corrosivos

Atividade	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Tipo de impacto ambiental	Controles ambientais existentes	Severidade	Ocorrência	Detecção	Abrangência	Risco Ambiental
Descarte de todos os produtos não utilizados após a finalização das operações da fábrica	Geração de resíduo tóxico e perigoso	Alteração da qualidade do solo e da água (lençol freático)	Potencial ocorrência	Os produtos estão armazenados em uma área que é totalmente impermeabilizada, cercada por canaletas que direcionam o líquido vazado para caixas cegas garantindo assim que o líquido não atinja diretamente o solo. Após a ocorrência do vazamento, o líquido é retirado via caminhão á vácuo para posterior tratamento e descartes corretos.	3	2	1	3	18

Fonte: A Autora, 2023.

3.3.1.8 Almoxarifado

O almoxarifado da Fármacos do Brasil tem uma área de 9.130 m². As alvenarias externas são de concreto com laje e cobertura, salvo alguns lugares que possuem divisórias e forros, conforme mostrado na Figura 25. O prédio é dividido em compartimentos para prevenção de incêndio, contendo 3 paredes com sistema de porta corta-fogo e 4 blocos separados, além da câmara fria para produtos perecíveis.

O sistema de combate e detecção de incêndio conta com uma rede de *splinkers* de canalização molhada por toda a área interna do prédio do almoxarifado que compreende 12.570 m², possui detectores de fumaça que abrangem toda sua área, além da central de alarme de emergências e rede de hidrantes e extintores.

O almoxarifado armazena as matérias-primas, os materiais de embalagem, produtos acabados controlados e não controlados e produtos acabados psicotrópicos e não psicotrópicos. Ele conta com 350 posições dentro da Câmara Fria e 2500 posições para armazenamento de matéria-prima e produtos que não precisam de refrigeração. O almoxarifado também armazena produtos acabados reprovados pelo setor de qualidade e as contraprovas se tornam resíduos que são enviados para o correto tratamento e descarte. Com a fábrica em operação, esse processo é feito de forma espaçada, mas com a desativação do almoxarifado, todos os resíduos e matéria-prima vencidas terão que ser descartados em um mesmo momento e isso é uma preocupação tendo em vista que o volume desses resíduos é maior que o espaço de armazenamento da área de resíduos e não há recursos humanos suficientes para realizar tantos processos de uma só vez. Por isto, nessa fase de análise de risco, foi interessante destacar que essa desativação e “limpeza” deverá ser feita de forma gradual.

Figura 25: Almoxarifado da Fármacos do Brasil.



Fonte: A Autora, 2023.

No Quadro 20 é apresentada a matriz de análise de risco do setor de Almoxarifado.

Quadro 21: Análise de risco - Almoxarifado

Atividade	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Tipo de impacto ambiental	Controles ambientais existentes	Severidade	Ocorrência	Deteção	Abrangência	Risco Ambiental
Descarte de todas as matérias-primas não utilizadas após a finalização das operações da fábrica e de todos os produtos acabados reprovados e contraprovas	Geração de resíduos perigosos e não perigosos	Alteração da qualidade do solo e da água (lençol freático)	Potencial ocorrência	O almoxarifado é impermeabilizado e tem controle de acesso restrito. Toda matéria-prima vencida ou reprovada pela qualidade, todo produto acabado reprovado pela qualidade e todas as contraprovas são acondicionados seguindo o procedimento para descarte de resíduos e são enviados para a área de armazenamento temporário de resíduos para o correto descarte e tratamento.	3	2	1	3	18

Fonte: A Autora, 2023.

3.4 Categorização dos riscos e controle ambiental

A categorização dos riscos foi baseada no valor encontrado para o Risco Ambiental nas análises de riscos utilizando a ferramenta FMEA. Todos os riscos identificados foram inseridos em uma tabela por ordem decrescente do valor de risco. Entende-se que os impactos com maior Risco Ambiental são os mais críticos e têm uma abrangência e gravidade maior, necessitando de mais atenção e cuidado. Porém, para priorizar qual deve ser realizado primeiro, foi utilizada a Matriz de GUT. Naturalmente, em um processo de desativação, algumas áreas começam a ser desativadas antes de outras por questões estratégicas e, neste sentido, a Matriz de GUT consegue verificar o parâmetro de urgência combinado com a gravidade e a tendência. Segue abaixo o Quadro 17, que evidencia como ficou a categorização baseada na análise de risco utilizando a metodologia FMEA, tendo como resultado o risco ambiental por meio da multiplicação dos valores estabelecidos para Severidade x Ocorrência X Detecção x Abrangência.

O Quadro 18 mostra a priorização dos riscos utilizando a ferramenta Matriz de GUT, que tem como resultado a multiplicação dos valores estabelecidos para Gravidade x Urgência x Tendência.

Quadro 22: Categorização dos Riscos - FMEA

Nº	Processo	Atividade	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Risco Ambiental	Controles ambientais recomendados
1	Área de armazenamento temporário de resíduos	Envio de todos os resíduos gerados na indústria para o tratamento externo e descarte	Geração de resíduos sólidos	Alteração da qualidade do solo	36	Segregar os materiais a fim de priorizar a reciclagem aos demais possíveis tratamentos.
2	Unidade de tratamento de efluentes	Desativação da UTE	Geração de efluentes industriais e sanitários	Alteração da qualidade do solo e da água (lençol freático)	36	Realizar a investigação confirmatória para garantir que não há contaminação de efluentes provenientes de vazamentos próximo à estação e ao longo do caminho da tubulação.
3	Unidade de tratamento de efluentes	Desativação da UTE	Geração de resíduos sólidos (lodo)	Alteração da qualidade do solo	36	Segregar os materiais a fim de priorizar a reciclagem e os demais possíveis tratamentos.
4	Tanques aéreos de armazenamento de diesel	Retirada dos tanques de armazenamento de combustível	Geração de resíduos sólidos	Alteração da qualidade do solo	36	Deverá ser garantido que não haja resíduos nos tanques, pois eles devem ser cortados antes de serem enviados para o descarte correto tendo em vista que por motivo de segurança não é aconselhável que, após sua retirada, ele seja utilizado para armazenar o combustível em outro local e, por este motivo, ele deve ser descaracterizado antes do descarte.
5	Utilidades	Drenagem de amônia de todo o sistema de refrigeração (Chiller)	Geração de gás tóxico e perigoso	Alteração da qualidade do ar	36	Para realizar a drenagem de toda a amônia presente no sistema de resfriamento é necessário realizar uma análise de risco de segurança feita por profissional habilitado e capacitado com conhecimento e experiência em chiller de amônia. Além disso, o trabalho deve ser acompanhado por estes profissionais e pelos profissionais que compõem o SESMT da empresa.

Quadro 17: Categorização dos Riscos - FMEA (continua)

Nº	Processo	Atividade	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Risco Ambiental	Controles ambientais recomendados
6	Utilidades	Drenagem de gás natural da caldeira industrial	Risco de incêndio que pode gerar gás tóxico e perigoso	Alteração da qualidade do ar	36	Para realizar a drenagem de todo o gás natural presente na caldeira e evitar risco de vazamento com possível incêndio e explosão é necessário realizar uma análise de risco de segurança feita por profissional habilitado e capacitado com conhecimento e experiência em caldeira industrial e com treinamento e conhecimento na NR nº 13. Além disso, o trabalho deve ser acompanhado por estes profissionais e pelos profissionais que compõem o SESMT da empresa.
7	Produção e acondicionamento	Lavagem das peças do equipamento desmontado	Geração de efluentes industriais	Alteração da qualidade da água	18	
8	Tanques aéreos de armazenamento de diesel	Retirada de todo o combustível dos tanques e das tubulações	Geração de resíduo tóxico e perigoso	Alteração da qualidade do solo e da água (lençol freático)	18	Realizar a investigação confirmatória para garantir que não haja a contaminação ao redor da área onde estão instalados os tanques provenientes de vazamentos da tubulação.
9	Área de armazenamento de produto químico inflamável e corrosivo	Descarte de todos os produtos não utilizados após a finalização das operações da fábrica	Geração de resíduo tóxico e perigoso	Alteração da qualidade do solo e da água (lençol freático)	18	Realizar a investigação confirmatória para garantir que não haja a contaminação ao redor da área onde estão armazenados os produtos químicos inflamáveis e corrosivos.
10	Almoxarifado	Descarte de todas as matérias primas não utilizadas após a finalização das operações da fábrica e todos os produtos acabados reprovados e contraprovas	Geração de resíduos perigosos e não perigosos	Alteração da qualidade do solo e da água (lençol freático)	18	É provável que o volume de resíduos seja muito grande e, neste sentido, é importante planejar junto a área de proteção ambiental um envio gradual deste resíduo para descarte e tratamento.
11	Produção e acondicionamento	Desativação de equipamentos	Geração de resíduos sólidos	Alteração da qualidade do solo	12	Segregar os materiais a fim de priorizar a reciclagem e os demais possíveis tratamentos.
12	Produção e acondicionamento	Lavagem das peças do equipamento desmontado	Consumo de água	Exaustão de recursos naturais	12	

Quadro 17: Categorização dos Riscos - FMEA (continua)

Nº	Processo	Atividade	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Risco Ambiental	Controles ambientais recomendados
13	Subestação de energia	Desativação de equipamentos	Geração de resíduos sólidos	Alteração da qualidade do solo	12	Segregar os materiais a fim de priorizar a reciclagem e os demais possíveis tratamentos.

Fonte: A Autora, 2023.

Quadro 23: Priorização dos Riscos – GUT

Nº	Processo	Atividade	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Gravidade	Urgência	Tendência	Total	Prioridade
1	Área de armazenamento temporário de resíduos	Envio de todos os resíduos gerados na indústria para o tratamento externo e descarte	Geração de resíduos sólidos	Alteração da qualidade do solo	5	3	3	45	3
2	Unidade de tratamento de efluentes	Desativação da UTE	Geração de efluentes industriais e sanitários	Alteração da qualidade do solo e da água (lençol freático)	5	2	4	40	4
3	Unidade de tratamento de efluentes	Desativação da UTE	Geração de resíduos sólidos (lodo)	Alteração da qualidade do solo	5	2	4	40	4
4	Tanques aéreos de armazenamento de diesel	Retirada dos tanques de armazenamento de combustível	Geração de resíduos sólidos	Alteração da qualidade do solo	4	3	2	24	7
5	Utilidades	Drenagem de amônia de todo o sistema de refrigeração (Chiller)	Geração de gás tóxico e perigoso	Alteração da qualidade do ar	5	2	5	50	2

Quadro 18: Priorização dos Riscos – GUT (continua)

Nº	Processo	Atividade	Aspecto Ambiental	Impacto Ambiental	Gravidade	Urgência	Tendência	Total	Prioridade
6	Utilidades	Drenagem de gás natural da caldeira industrial	Risco de incêndio que pode gerar gás tóxico e perigoso	Alteração da qualidade do ar	5	2	5	50	2
7	Produção e acondicionamento	Lavagem das peças do equipamento desmontado	Geração de efluentes industriais	Alteração da qualidade da água	3	2	3	18	8
8	Tanques aéreos de armazenamento de diesel	Retirada de todo o combustível dos tanques e das tubulações	Geração de resíduo tóxico e perigoso	Alteração da qualidade do solo e da água (lençol freático)	5	3	2	30	5
9	Área de armazenamento de produto químico inflamável e corrosivo	Descarte de todos os produtos não utilizados após a finalização das operações da fábrica	Geração de resíduo tóxico e perigoso	Alteração da qualidade do solo e da água (lençol freático)	5	4	3	60	1
10	Almoxarifado	Descarte de todas as matérias-primas não utilizadas após a finalização das operações da fábrica e todos os produtos acabados reprovados e contraprovas	Geração de resíduos perigosos e não perigosos	Alteração da qualidade do solo e da água (lençol freático)	5	3	2	30	5
11	Produção e acondicionamento	Desativação de equipamentos	Geração de resíduos sólidos	Alteração da qualidade do solo	3	3	3	27	6
12	Produção e acondicionamento	Lavagem das peças do equipamento desmontado	Consumo de água	Exaustão de recursos naturais	3	2	3	18	8
13	Subestação de energia	Desativação de equipamentos	Geração de resíduos sólidos	Alteração da qualidade do solo	3	2	2	12	9

Fonte: A Autora, 2023.

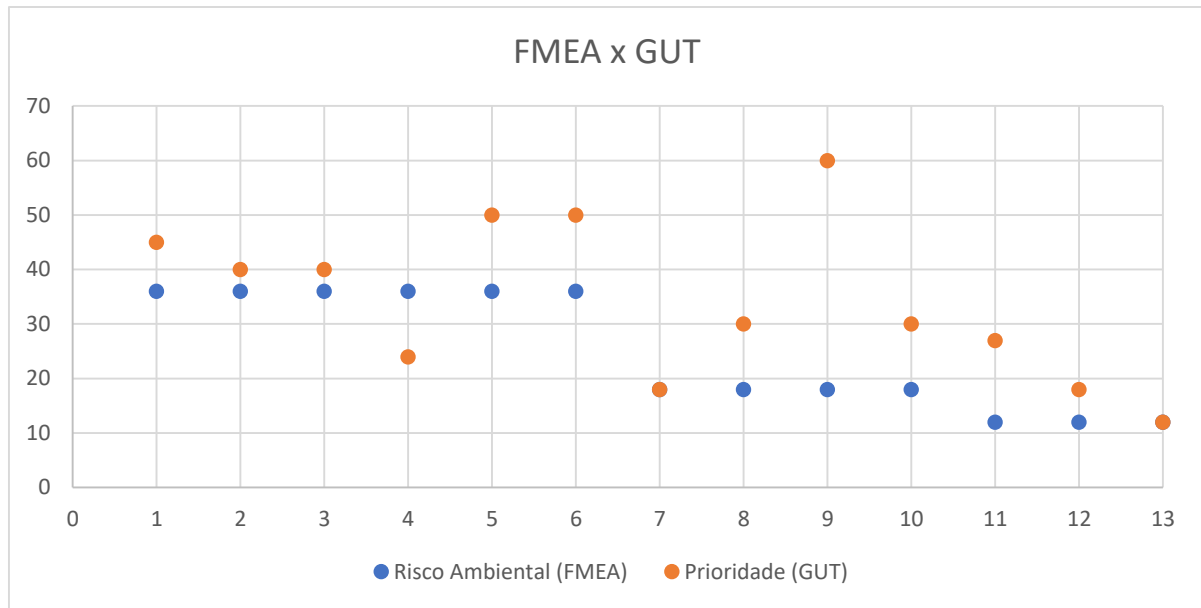
É interessante notar que os riscos, após serem avaliados pela Matriz GUT, mudaram a ordem de priorização em relação à classificação do risco (Quadro 19). Na Figura 26 é apresentado um gráfico espacial representativo do Quadro 19 a fim de facilitar a visualização em como a GUT altera a priorização das atividades de risco ambiental no processo de descomissionamento.

Quadro 24: Risco Ambiental (FMEA) x Prioridade (GUT)

Nº	Atividade	Aspecto Ambiental	Risco Ambiental (FMEA)	Prioridade (GUT)
1	Envio de todos os resíduos gerados na indústria para o tratamento externo e descarte	Geração de resíduos sólidos	36	45
2	Desativação da UTE	Geração de efluentes industriais e sanitários	36	40
3	Desativação da UTE	Geração de resíduos sólidos (lodo)	36	40
4	Retirada dos tanques de armazenamento de combustível	Geração de resíduos sólidos	36	24
5	Drenagem de amônia de todo o sistema de refrigeração (Chiller)	Geração de gás tóxico e perigoso	36	50
6	Drenagem de gás natural da caldeira industrial	Risco de incêndio que pode gerar gás tóxico e perigoso	36	50
7	Lavagem das peças do equipamento desmontado	Geração de efluentes industriais	18	18
8	Retirada de todo o combustível dos tanques e das tubulações	Geração de resíduo tóxico e perigoso	18	30
9	Descarte de todos os produtos não utilizados após a finalização das operações da fábrica	Geração de resíduo tóxico e perigoso	18	60
10	Descarte de todas as matérias-primas não utilizadas após a finalização das operações da fábrica e todos os produtos acabados reprovados e contraprovas	Geração de resíduos perigosos e não perigosos	18	30
11	Desativação de equipamentos	Geração de resíduos sólidos	12	27
12	Lavagem das peças do equipamento desmontado	Consumo de água	12	18
13	Desativação de equipamentos	Geração de resíduos sólidos	12	12

Fonte: A Autora, 2024.

Figura 26: Gráfico espacial Risco Ambiental (FMEA) x Prioridade (GUT)



Fonte: A Autora, 2024.

Isto ocorre porque algumas atividades não têm uma urgência alta, podendo ser realizadas posteriormente, como é o caso das Utilidades, atividades 5 e 6, drenagem de amônia do sistema de refrigeração e drenagem de gás natural da caldeira industrial, respectivamente. No entanto, essas atividades possuem uma gravidade e tendência altas. Nesses casos, é importante priorizar a criação de um plano de ação para essas atividades, mesmo que a desativação não esteja na mesma ordem de priorização, tendo em vista que o risco é maior.

Durante a operação da fábrica, os resíduos são gerados com uma quantidade já conhecida, porém, quando a operação for finalizada, todos os resíduos deverão ser descartados, o volume aumentará muito e pode ser que a área de resíduos e os profissionais que o gerenciam não consigam atender a demanda. O recomendável é que durante a operação e fabricação dos últimos lotes já se tenha uma previsão de tudo que deverá ser descartado para que a ação tenha início antes do final das operações e, portanto, as atividades relacionadas ao gerenciamento de resíduos são as atividades que deverão ser planejadas e realizadas primeiro.

Os riscos relacionados à ETE pedem um plano de ação desenvolvido para ser iniciado ao final das operações, pois é nesse momento que será encerrada a geração de efluentes industriais e isto poderá fazer com que a vazão da estação caia a um patamar que seja difícil com que ela opere com a mesma eficiência e atenda os parâmetros ambientais exigidos por lei. O ideal é ter um plano de ação

para cada estimativa de redução de vazão e ir realizando o processo conforme a vazão vai diminuindo até o ponto de ter que desativá-la totalmente.

A atividade menos impactante e com menos urgência é a desativação da subestação de energia, pois ela deve ser a última a ser realizada. Até a desocupação total da área, estima-se que durante 6 meses após o encerramento das operações ainda serão realizadas atividades administrativas e de engenharia, sendo assim, a energia ainda se faz necessária, mas com uma demanda muito menor.

As atividades de desmobilização de equipamentos não têm uma urgência grande e nem uma gravidade alta tendo em vista que estão dentro das áreas produtivas que são ambientes fechados e controlados.

3.5 Recomendações de soluções para eliminar, controlar e/ou mitigar os impactos socioambientais e os passivos ambientais no processo de desativação

O processo de desativação de uma indústria, conforme esclarecido ao longo do trabalho, é complexo e exige planejamento, organização, tempo e responsabilidade por parte da empresa em cumprir e seguir os requisitos legais desde sua instalação até sua desativação. É importante ressaltar que, se desde o início de sua operação a empresa se comprometer a cumprir o que tange a legislação ambiental, consequentemente, a sua desativação será mais segura e mais econômica.

Existem dois cenários que precisam ser considerados: i. de uma empresa que segue o que preconiza a legislação ambiental e ao longo de sua operação controla e elimina qualquer passivo ambiental que venha a surgir através de monitoramento de parâmetros ambientais; ii. de uma empresa que não realiza esse monitoramento e ao final do seu ciclo de vida terá que lidar com todo passivo ambiental acumulado ao longo do tempo de operação. Conforme esclarecido pelo Sánchez (2001), para ambos os cenários, o primeiro passo para realizar a desativação será a verificação

do estado econômico e ambiental nas áreas industriais que serão desativadas, pois é esse panorama que definirá quais as possíveis utilizações futuras deste terreno.

Este panorama será uma consequência de como foram tratadas as questões ambientais durante a operação do empreendimento. Os passivos ambientais, além de gerarem um custo adicional no momento de encerramento das atividades pela necessidade da remediação do local, trazem impactos sociais imensuráveis. Os impactos sociais vão gerar um passivo que irá ultrapassar os limites do terreno da empresa e causar prejuízos a população do entorno além de inviabilizar uma futura reutilização da área, podendo ela ser transformada em um local abandonado, com invasões, local de lançamento de resíduos clandestino, o que atrai vetores que causam doenças, desvalorização imobiliária do local, entre outros.

Para evitar que isso ocorra segue abaixo uma lista de sugestões de atividades que devem ser realizadas desde a implantação da empresa até a sua desativação:

- 1) Identificar todos os Aspectos e Impactos Ambientais que serão gerados durante a operação da empresa e aplicar controles eficientes;
- 2) Realizar seu planejamento e instalação visando incluir os controles necessários para eliminar e/ou mitigar os impactos ambientais durante sua operação seguindo e cumprindo o que preconiza a legislação ambiental vigente;
- 3) Criar planos e processos de monitoramento dos parâmetros ambientais visando atender o que preconiza a legislação vigente;
- 4) Fazer a gestão dos Aspectos e Impactos ambientais visando, se possível, eliminar os impactos ambientais da operação utilizando combustíveis menos poluentes ou não poluentes, tecnologias de controle de poluição mais modernas e eficientes;
- 5) Ter uma equipe especializada e técnica que conduza todas as questões ambientais de operação com autonomia para buscar a melhoria contínua dos processos;
- 6) A alta liderança precisa estar comprometida com as questões ambientais e fornecer recursos financeiros e humanos para que as atividades necessárias sejam realizadas;
- 7) Ter um canal de comunicação entre a empresa e a comunidade ao redor com a finalidade de ouvir o que eles têm a dizer. Nem sempre os controles são

capazes de eliminar 100% os riscos e a comunidade pode alertar sobre algo que não está funcionando como deveria, sendo importante estreitar os laços e entender como que a empresa pode ajudar em outras questões e operar de forma a não causar desconforto para aquela comunidade;

- 8) Realizar o monitoramento dos parâmetros ambientais de acordo com o que preconiza a legislação vigente para ser possível reagir em tempo hábil a qualquer desvio e não causar uma contaminação irreversível ou de difícil remediação;
- 9) Manter uma relação transparente com o órgão ambiental local e reportar qualquer acidente que possa trazer impactos negativos para a comunidade.

O monitoramento eficiente e constante não irá garantir que desvios ocorram durante sua operação e que não haja nenhum passivo ambiental no terreno. Por este motivo, a investigação ambiental é uma ferramenta muito útil para auxiliar no monitoramento dos impactos, periodicamente. É importante fazer a investigação ambiental durante a operação da indústria e obrigatoriamente no momento do seu encerramento para precisar as condições ambientais do local para planejar seu uso futuro.

A implantação de um Sistema de Gestão Ambiental certificado também é uma ferramenta muito importante para auxiliar a indústria a gerir suas questões socioambientais, tendo em vista que ele visa colaborar com a proteção ambiental através da gestão dos riscos ambientais relacionados à atividade da empresa. Ter esta certificação também se faz necessário que a empresa demonstre sua preocupação e compromisso com a proteção ambiental gerando confiança e respeito pelo público, diretamente ou não, atingidos pelas suas atividades.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho visou alertar sobre as consequências negativas de uma desativação irresponsável e traz à luz os possíveis grandes desafios que irão surgir neste processo. Ele não exauriu e nem apresentou todos os possíveis riscos atrelados a uma desativação, e sim, deu foco aos que podem gerar um risco maior e mais complexo dentro da empresa utilizada como estudo de caso.

Quando se trata de questões ambientais, é extremamente necessário identificar os requisitos legais que devem ser atendidos em todas as etapas do ciclo de vida de uma indústria e cumprí-los. Todas as ações relacionadas a implantação, operação e desativação serão balisadas pelas normas ambientais. Sem esse conhecimento não é possível minimizar e/ou eliminar quaisquer possíveis impactos que venham a surgir. Além de descrever, durante a revisão bibliográfica, os requisitos ambientais gerais de operação de uma indústria, também foi apresentado durante a análise dos cenários do estudo de caso, os requisitos legais específicos para cada área em descomissionamento. Cada equipamento, operação e atividade tem legislações que versam sobre elas e precisam ser conhecidas e cumpridas juntamente com as que estão relacionadas às questões ambientais, visando integrar a segurança operacional e a segurança socioambiental.

Foram selecionadas 8 áreas/equipamentos dentro da empresa em estudo para realizar a análise de risco utilizando a ferramenta FMEA adaptada. Estas áreas foram escolhidas tendo em vista os riscos a elas atrelados, tanto em sua operação, quanto no seu descomissionamento.

Com a utilização da ferramenta FMEA foi possível classificar os riscos de acordo com sua severidade, ocorrência, detecção e abrangência e calcular o grau do risco em análise, obtendo assim todos os possíveis cenários negativos e ter noção de qual poderá ser mais danoso ao meio ambiente neste estudo. Porém, como se tratam de áreas/equipamentos que não necessariamente serão desativados no mesmo momento, também se fez necessário utilizar a ferramenta de GUT em conjunto com a FMEA. Entende-se que essa combinação de ferramentas possibilita uma clareza maior sobre os riscos e impactos dos processos e otimiza a gestão de recursos humanos e financeiros no processo de descomissionamento.

Além de classificar e hierarquizar os riscos de acordo com os cenários identificados, também foram sugeridas ações para mitigar e/ou eliminar os possíveis impactos ambientais gerados no estudo de caso. O risco que necessita de ação imediata é o número 8 da Tabela 19, pois se trata de descartar todos os produtos que não serão mais utilizados após o encerramento das atividades que apesar de não ser o maior risco de acordo com o FMEA será uma das primeiras ações a ser realizada seguido do número 5 e 6 que versam sobre a desativação das utilidades do site que possuem risco alto e urgência também.

As sugestões de ações para revitalizar áreas industriais para usos futuros foram levantadas de acordo com uma pesquisa bibliográfica sobre o assunto e referenciando grandes especialistas neste seguimento. Cabe destacar a importância da revitalização de áreas industriais, não somente para o meio ambiente, como também para a comunidade ao redor. Propor um novo uso para uma área industrial pode reduzir significativamente os impactos sociais como o abandono de terreno, a possibilidade de ocupação ilegal, o uso indevido para descarte de resíduos. Além disso, em casos de áreas com passivo ambiental, essa ação pode prevenir problemas de saúde a população local ao seu redor, bem como evitar a permanência do passivo ambiental devido aos custos e à impossibilidade física de remediar a área, entre outros desafios. O caso do SESC Pompeia mostra os benefícios gerados com esse novo uso que transformou a área em um centro de cultura e lazer aberto ao público, oferecendo diversos serviços à comunidade.

Esta dissertação mostrou, por meio do estudo de caso, que a indústria farmacêutica é um empreendimento complexo que abriga diversos riscos relacionados, tanto ao meio ambiente, quanto à segurança e saúde ocupacional dos seus colaboradores. Além disso, os riscos ambientais se não geridos corretamente também poderão gerar riscos à saúde e segurança da população ao redor da indústria.

Este estudo de caso permitiu ainda notar que os riscos ambientais são de grande magnitude. Caso ocorram podem causar malefícios ao meio ambiente e à sociedade. Porém se forem gerenciados, por meio de sua antecipação e seu controle, a sua desativação poderá ser parte responsável por garantir que o espaço possa se tornar viável para futuros usos, trazendo benefícios para toda sociedade.

É importante destacar que o estudo foi limitado por não se ter a informação de qual será o uso futuro da área onde fica localizada a Fármacos do Brasil e de suas

estruturas. Quando se tem essas informações pode-se elaborar um plano mais completo visando o descomissionamento seguro e a preparação para o novo uso.

Estetrabalho poderá servir de referência para trabalhos similares que sejam realizados em outros ramos de negócio industrial. A metodologia aplicada pode ser utilizada em outras indústrias, auxiliando os seus processos de desativação, visando mitigar e/ou eliminar todos os impactos possíveis de ocorrer.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, R. S. de. A Industrialização e a Questão Ambiental Na Região Sudeste Do Brasil. **Caminhos de Geografia**, [S. l.], v. 5, n. 11, 2006. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/15325>. Acesso em: 14 mai. 2022.

ALVES, R., KINCHESKI, G. F., SILVA, V. R. D., VECCHIO, H. P., OLIVEIRA, C. L. D., & CANCELIER, M. V. D. L. **Aplicabilidade da matriz GUT para identificação dos processos críticos**: o estudo de caso do departamento de direito da Universidade Federal de Santa Catarina. 2017. p. 2-16.

ANVISA, **Anuário estatístico do mercado farmacêutico de 2022**. Disponível em: <<https://www.gov.br/anvisa/pt-br/centraisdeconteudo/publicacoes/medicamentos/cmed/anuario-estatistico-2022>>. Acesso em: 10 nov. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, **ABNT NBR 5356-1**: Transformadores de Potência Parte1: Generalidades. Rio de Janeiro, 2007.

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

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, **ABNT NBR 17505-1**: Armazenamento de líquidos inflamáveis e combustíveis Parte 1: Disposições Gerais . Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 14001:2015**: Sistemas de Gestão Ambiental – Requisitos com orientações para uso. Rio de Janeiro, 2015.

BARBOSA, C. F. C. **Avaliação da Efetividade da Fase de Pós-Licenciamento do Brasil**, 2021. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro. p. 7-10.

BECHARA, R. C. **A Atuação de Lina Bo Bardi na criação do SESC Pompeia (1977-1986)**. 2016. Dissertação (Mestrado em Teoria e História da Arquitetura e do Urbanismo) - Instituto de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2016. doi:10.11606/D.102.2017.tde-11042017-111444. Acesso em: 10 set. 2023.

BONFIM, J.; BRITTO, K.; MARCELINO, T.; SANTILIANO, F.; & ALMEIDA, B. Medidas de massa nas rotinas farmacêuticas. **Enciclopedia biosfera**, v. 8, n. 14, 2012.

BORGES, F.; SELLIN, N.; MEDEIROS, S. H. W. Caracterização e avaliação de lodos de efluentes sanitário e industrial como biomassa na geração de energia. **Ciência & Engenharia**, v. 17, n. 1/2, p. 27-32, 2008.

BRAMBILLA, H.; VOLANTE, C. R. UM ESTUDO SOBRE FMEA. SIMTEC - Simpósio de Tecnologia da Fatec Taquaritinga, v. 3, n. 1, p. 10, 24 set. 2017.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 237, 19 de dezembro de 1997. Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental. **Diário Oficial da União**. Publicado em 22 dez. 1997.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 303, de 20 de março de 2002. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. **Diário Oficial da União**. Publicado em 13 mai. 2002.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 420, de 28 de dezembro de 2009. Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas. **Diário Oficial da União**. Publicado em 30 dez. 2009.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. **Diário Oficial da União**. Publicado em 16 mai. 2011.

BRASIL. Ministério do Trabalho. Portaria nº 3.214, de 08 de junho de 1978- Norma Regulamentadora 04, Serviços especializados em segurança e em medicina do trabalho. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília.

BRASIL. Ministério do Trabalho. Portaria nº 3.214, de 08 de junho de 1978- Norma Regulamentadora 05, Comissão interna de prevenção de acidentes. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília.

BRASIL. Ministério do Trabalho. Portaria nº 3.214, de 08 de junho de 1978- Norma Regulamentadora 13, Caldeiras, vasos de pressão, tubulações e tanques metálicos de armazenamento. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília.

BRASIL. Ministério do Trabalho. Portaria nº 3.214, de 08 de junho de 1978- Norma Regulamentadora 20, Segurança e saúde no trabalho com inflamáveis e combustíveis. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília.

BRITTES, J. M.; MOREIRA, A. C., Estudo de diferentes processos de mistura de pós-usados para o preparo de cápsulas em farmácias magistrais. **Revista Contexto & Saúde**, v. 6, n. 10, p. 47-53, 2006.

BROWN, A. **Análise de Risco**. Boletim Técnico da GSI. Grupo de Pesquisa em Segurança contra Incêndio do Núcleo de Pesquisa em Tecnologia da Arquitetura e do Urbanismo da Universidade de São Paulo – GSI/NUTAU/USP. Ano III, nº1, janeiro/fevereiro/1998. Pag. 1-7. Disponível em: < <https://www.studocu.com/pt-br/document/universidade-de-caxias-do-sul/higiene-e-seguranca-do-trabalho-ead/analise-de-risco-artigo/6423426> > Acesso em: 18 de abril de 2023.

CÂMARA MUNICIPAL DO RIO DE JANEIRO. Projeto de Lei nº 1087/2007 que Constitui Comissão Especial com a finalidade de acompanhar a execução dos Programas Pró-Saneamento e Saneamento Para Todos, relativos ao manejo de águas pluviais e do esgotamento sanitário da Zona Oeste. Disponível em: <<https://aplicnt.camara.rj.gov.br/APL/Legislativos/contlei.nsf/803720d56d09c0e70325663200757b59/8b0a266ef22d9d49032576be00724175?OpenDocument> >.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Relatório de Áreas Contaminadas e Reabilitadas no Estado de São Paulo**, 2020. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/areas-contaminadas/wp-content/uploads/sites/17/2021/03/TEXT-EXPLICATIVO-2020.pdf> >. Acesso em: 25 mai. 2021.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Texto explicativo. **Relação de áreas contaminadas e reabilitadas no Estado de São Paulo**, 2017. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/areas-contaminadas/wp-content/uploads/sites/17/2018/01/Texto-explicativo.pdf> >. Acesso em: 25 mai. 2021.

COUTO, A. G.; GONZALEZ ORTEGA, G.; PETROVICK, P. R. Granulação. **Caderno de farmácia**. Porto Alegre, RS. Vol. 16, n. 1 (jan./jun. 2000), p. 13-20, 200.

DAGNINO, Ricardo de Sampaio e Carpi Junior, Salvador. Riso Ambiental: Conceitos e aplicações. **CLIMEP – Climatologia e Estudos da Paisagem** [online]. 2007, v. 2, n. 2 [Acessado 15 de Agosto 2022]. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/climatologia/article/view/1026>

DA SILVA, D. C. P.; DAS NEVES, P. M.; DA SILVA FRAGOSO, V. M. Contaminação por pesticidas organoclorados e seus efeitos na Cidade dos Meninos, Duque de Caxias, Rio de Janeiro: Uma revisão bibliográfica. **Revista Sustinere**, v. 10, n. 2, p. 451-477, 2022.

DA SILVA, E. E. B.; DA SILVA, V. B.; AZOLIN, G. B.; DEUSCHLE, R. A. N.; DEUSCHLE, V. C. K. N. Legislação brasileira aplicada à produção do insumo farmacêutico ativo heparina. **Visão Acadêmica**, v. 19, n. 1, 2018.

SILVA, L. M. C. da; MONTEIRO, R. A. Outorga de direito de uso de recursos hídricos: uma das possíveis abordagens. **Gestão de águas doces. Rio de Janeiro: Interciência**. Cap, v. 5, p. 135-178, 2004.

DA SILVA, R. S. L.; MAINIER, F. B. **O descomissionamento aplicado às instalações offshore de produção de petróleo sob a visão crítica ambiental**. 2009. Pag. 1-13.

DE ALMEIDA, C. O., Constituição Federal-constituições estaduais-hierarquia das leis-poderes do Estado-Poder Legislativo. **Revista de Ciência Política**, v. 24, n. 3, p. 33-42, 1981.

ETCHELAR, C. B. **Investigação confirmatória para desativação e encerramento de atividade industrial**. 2021. Pag. 1-20.

FOLHA DE SÃO PAULO. **Saída de Fábricas do Brasil preocupa setor farmacêutico**, 2019. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2019/04/saida-de-fabricas-do-brasil-preocupa-setor-farmaceutico.shtml>>. Acesso em: 05 out. 2020.

FUJIMORI, N. A. da S. **Dimensionamento do sistema de água gelada e vapor da área de utilidades de uma fábrica de sucos**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso. Faculdade de Engenharia Mecânica. Universidade Federal de Uberlândia, 2008.

GIORDANO, G. Tratamento e controle de efluentes industriais. **Revista ABES**, v. 4, n. 76, p. 1-84, 2004.

HONAISSER, T. M. P. Licenciamento Ambiental e sua importância. **ETIC-ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA-ISSN 21-76-8498**, v. 5, n. 5, 2009.

IBGE, Pesquisa Industrial Anual – Empresa – PIA – Empresa. **Dados gerais das empresas**, 2018. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/industria/9042-pesquisa-industrial-anual.html?edicao=27991&t=destaques>>. Acesso em: 25 mai. 2021.

IBGE, Pesquisa Industrial Anual – Empresa – PIA – Empresa. **Dados gerais das empresas**, 2016. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/industria/9042-pesquisa-industrial-anual.html?edicao=21507&t=destaques>>. Acesso em: 25 mai. 2021.

ISTO É DINHEIRO. **A saída à Suíça da Roche**, 2019. Disponível em: <<https://istoedinheiro.com.br/a-saida-a-suica-da-roche/>>. Acesso em: 05 out. 2020.

LOPES, T. J.; BARROS, R.; DOS SANTOS, N. L.; COSTELLI, M. C.; DA SILVA, A.; & CANCELIER, A. Análise de risco aplicada a instalações industriais de refrigeração que utilizam amônia. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, p. 160-166, 2015.

LOURENÇO, F. de L. **Análise das condições de segurança em operações com caldeiras à vapor**. Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia Mecânica do Centro Universitário do Sul de Minas - UNIS como pré-requisito para obtenção do grau de bacharel. 2019.

LYUBLINSKI, E.; SINGH, R.; TANABE, E.; & SIRIACO, H. Hibernação de equipamentos contra corrosão. Trabalho apresentado durante o INTERCORR 2014, em Fortaleza/CE no mês de maio de 2014. 2014. p. 1-12.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Competências para o licenciamento ambiental**. Disponível em: <<http://pnla.mma.gov.br/competencias-para-o-licenciamento-ambiental>> . Acesso em: 22 mar. 2022.

MMA. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução CNRH nº 140, de 21 de março 2012**. Estabelece critérios gerais para outorga de lançamento de efluentes com fins

de diluição em corpos de água superficiais. **Diário Oficial da União**. Publicado em 22 ago. 2012.

MARIANI, É. J. As normas ISO. **Revista Científica Eletrônica de Administração**, v. 6, n. 10, 2006.

MARIANO, A. P. **Avaliação do potencial de biorremediação de solos e de águas subterrâneas contaminados com óleo diesel**. Tese de Doutorado elaborada junto ao Programa de Pós-Graduação em Geociências e Meio Ambiente, para obtenção do Título de Doutor em Geociências e Meio Ambiente na Universidade Estadual Paulista. 2006.

MARKER, A. **Manual: Revitalização de áreas degradadas e contaminadas (brownfields) na América Latina**. ICLEI-Brasil Departamento de Proteção Ambiental da Cidade de Stuttgart, Alemanha, 1º ed. São Paulo, 2013.

MARQUES, L. S. **Remediação de solo contaminado com óleo diesel utilizando co-produtos da produção do biodiesel**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geoquímica: Petróleo e Meio ambiente, na Universidade Federal da Bahia, como um dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Geoquímica: Petróleo e Meio Ambiente. 2018.

MATOS, R. S. **Refrigeração**, 2017. Disponível em: <<http://ftp.demec.ufpr.br/disciplinas/TMEC153/Apostila/Apostila%20Refrigera%E7%E3o.pdf>>. Acesso em: 08 nov. 2023.

MOISÉS, R. P. Tecnologia de produção de comprimidos. **Fármacos & Medicamentos**, v. 7, n. 38, p. 38-46, 2006.

OLIVEIRA, F. P. **O meio ambiente e o setor industrial - Desafio para o Desenvolvimento Sustentável**. Curso de especialização em Administração com Ênfase em Marketing, pela Universidade Federal Rural de Pernambuco. 2015. Disponível em: < <http://www.cprh.pe.gov.br/downloads/meio-ambiente.pdf> > Acesso: 01 mai, 2022.

OLIVEIRA R. M. **Cidade dos meninos, Duque de Caxias, RJ**: Linha do tempo sobre a contaminação ambiental e humana. 2008. 476f. Tese de doutorado apresentada à Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, 2008. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/bitstream/icict/4563/2/ve_Rosalia_Oliveira_ENSP_2008.pdf>. Acesso em: 23 jun. 2021.

ONETO, A. M. **Estudo da Elaboração do Plano de Descomissionamento para Desativação de Empreendimentos**. 2011. 55 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Civil), Universidade Estadual Paulista, 2011. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/120336/oneto_ma_tcc_guara.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 01 nov. 2020.

PEREIRA, D. A. C.; FERREIRA, L. A. Blister farmacêutico: A influência da cor e dos tipos de filmes no acondicionamento de medicamentos. **Visão Acadêmica**, v. 17, n. 3, 2017.

PESTANA, M. D.; VERAS, G. P.; FERREIRA, M. T. M.; & DA SILVA, A. R. Aplicação integrada da matriz GUT e da matriz da qualidade em uma empresa de consultoria ambiental. Um estudo de caso para elaboração de propostas de melhorias. **Gestão de Serviços**, p. 6, 2016.

PIMENTEL, E. B.; OLIVEIRA, L. M. Vantagens da certificação iso14001: 2015 às empresas: benefícios econômicos, sociais e ambientais. **Revista Saberes**, n. 6, 2020.p. 186-190.

PORTAL DA INDÚSTRIA.**A importância da Indústria para o Brasil**, 2023. Disponível em: <https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/26/59/2659cbdd-fa19-4367-9382-ab5d797d9a54/flyer_a_importancia_da_industria_no_brasil_geral_abril2023.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2023.

PREIS, C. M.**Diagnóstico da gestão de óleos isolantes de transformações de potência nas subestações de transmissão de energia elétrica no estado de Santa Catarina**. Trabalho apresentado à Universidade Federal de Santa Catarina para Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental. 2013.

RAMIRES J. Z. S; RIBEIRO W. C., Gestão dos RiscosUrbanosem São Paulo: as áreascontaminadas, **Confins** [Online], 13 | 2011, posto online no dia 30 novembro 2011. Disponível em: < <https://journals.openedition.org/confins/7323?lang=pt>>. Acesso em: 27 mai.2021.

RIO DE JANEIRO. Assembleia legislativa do estado do Rio de Janeiro. Lei nº 466, de 21 de outubro de 1981 que dispõe sobre o zoneamento industrial na região metropolitana do Rio de Janeiro.

SÁNCHEZ, L. E. **Desengenharia:Passivo ambiental na desativação de empreendimentos industriais**. Edusp/Fapesp, São Paulo, 256 p., 2001.

SÁNCHEZ, L. E.**Reutilização Urbana de Terrenos Industriais**. Apresentação de slides, III Seminário Estadual Áreas Contaminadas e Saúde, 2004. Disponível em: <<http://www.cvs.saude.sp.gov.br/up/395-%20Luis%20Enrique.pdf>>. Acesso em: 06 out. 2020.

SANTOS, L. S.; ARAÚJO, R. B. de. **A revolução industrial**. Disponível em: < https://cesad.ufs.br/ORBI/public/uploadCatalogo/08395302122015Historia_Contemporanea_I_Aula_4.pdf >. Acessado em: 13 fev. 2023, v. 16, 2011.

SINDUSFARMA.**Relatório de Perfil da indústria farmacêutica e aspectos relevantes do setor de 2020**, 2020. Disponível em:

<https://sindusfarma.org.br/uploads/Publicacoes/Perfil_IF2020_PORT.pdf>. Acesso em: 05 out. 2020.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY, **Brownfields**.

Disponível em: <<https://www.epa.gov/brownfields/about>>. Acesso em: 29 fev. 2024.

ZAMBRANO, T. F.; MARTINS, M.F., Utilização do método FMEA para avaliação do risco ambiental. *Gestão & Produção* [online]. 2007, v. 14, n. 2 [Acessado 15 Agosto 2022], pp. 295-309. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0104-530X2007000200008>>. Epub 28 Set 2007. ISSN 1806-9649. <https://doi.org/10.1590/S0104-530X2007000200008>.

ZANINI, B. K. **Análise comparativa entre o uso de transformadores a seco e a óleo em subestações de média tensão**. Projeto de Diplomação apresentado ao Departamento de Engenharia Elétrica da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, como requisito parcial para Graduação em Engenharia Elétrica. 2016.

ZIMMERMANN, A. T. **Análise de Riscos de um Vazamento de Gás Natural em um Gasoduto**. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química do Centro Tecnológico da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito à obtenção do título de Mestre em Engenharia Química. 2009.

APÊNDICE A – Levantamento de Aspectos e Impactos Ambientais das atividades objeto do estudo.

*SMAS significa Segurança do trabalho, Meio Ambiente, Saúde Ocupacional e Serviços Gerais.

Departamento	Processo	Atividade	Aspecto	Controle	Impacto	Adverso ou Benéfico?
Almoxarifado da Produção	Logística	Movimentação de materiais (carregamento de empilhadeira)	Geração de gases	Manutenção preventiva e sistema de sucção de gases existente na sala de carregamento de bateria	Alteração da qualidade do ar	Adverso
Almoxarifado da Produção	Logística	Estocagem de matéria-prima	Vazamento de substâncias químicas	Operadores treinados / Segregado e destinado para destruição térmica ou para a UTE tratar as substâncias descartadas	Alteração da qualidade da água e do solo	Adverso
Almoxarifado da Produção	Logística	Estocagem de material de embalagem	Incêndio	Procedimento, detectores de fumaça e sistema de alarmes	Alteração da qualidade do ar	Adverso
Almoxarifado da Produção	Logística	Estocagem de produtos inflamáveis e corrosivos	Incêndio	Procedimento e sistema de alarmes	Alteração da qualidade do ar	Adverso
Almoxarifado da Produção	Logística		Vazamento de substâncias químicas	Dique de contenção com caixas coletoras	Alteração da qualidade da água e do solo	Adverso
Almoxarifado da Produção	Logística	Estocagem de produto acabado	Má vedação da Câmara Fria, com aumento de consumo de energia elétrica	Sensor de temperatura da camara	Alteração da qualidade do ar	Adverso
Almoxarifado da Produção	Logística		Incêndio	Procedimento, detectores de fumaça e sistema de alarmes	Alteração da qualidade do ar	Adverso

Departamento	Processo	Atividade	Aspecto	Controle	Impacto	Adverso ou Benéfico?
Almoxarifado da Produção	Logística	Transporte de matéria-prima	Vazamento de substâncias químicas/produtos	Requisito a provedor externo (plano de emergência)	Alteração da qualidade da água e do solo	Adverso
Almoxarifado da Produção	Logística		Consumo de Embalagem de Isopor	Conscientização sobre desperdício	Exaustão de recursos naturais	Adverso
Almoxarifado da Produção	Logística		Consumo de Caixas de Papelão	Conscientização sobre desperdício	Exaustão de recursos naturais	Adverso
Almoxarifado da Produção	Logística		Consumo de Plástico Bolha	Os resíduos são segregados, identificados e enviados para a área de armazenamento temporário de resíduos de acordo com o procedimento interno.	Alteração da qualidade da água e do solo	Adverso
Almoxarifado da Produção	Logística	Reutilização de pallet de madeira gerado no recebimento de matéria prima, produto acabado e/ou material de embalagem	Não consumo de matéria prima/recursos naturais	Otimização e conservação dos recursos naturais	Conscientização da reutilização desse resíduo em outras atividades	Benéfico
Almoxarifado da Produção	Logística	Recebimento de Materiais	Geração de resíduos de caixas de Isopor	Os resíduos são segregados, identificados e enviados para a área de armazenamento temporário de resíduos de acordo com o procedimento interno.	Alteração da qualidade do solo	Adverso

Departamento	Processo	Atividade	Aspecto	Controle	Impacto	Adverso ou Benéfico?
Almoxarifado da Produção	Logística		Geração de Resíduos sólidos recicláveis (papelão, pallet e etc)	Os resíduos são segregados, identificados e enviados para a área de armazenamento temporário de resíduos de acordo com o procedimento interno.	Alteração da qualidade do solo	Adverso
Distribuição	Expedição	Transporte de Produtos Acabados	Vazamento de substâncias químicas/produtos	Requisito a provedor externo (plano de emergência)	Alteração da qualidade da água e do solo	Adverso
Distribuição	Expedição		Emissão de fumaça preta	Requisitos a provedor externo	Alteração da qualidade do ar	Adverso

Departamento	Processo	Atividade	Aspecto	Controle	Impacto	Adverso ou Benéfico?
Acondicionamento de Sólidos	Linha de Frasco	Acondicionamento de Sólidos	Resíduos sólidos de produtos e resíduos sólidos de embalagens	Os resíduos são segregados, identificados e enviados para a área de armazenamento temporário de resíduos de acordo com o procedimento interno.	Alteração da qualidade do solo	Adverso
Acondicionamento de Sólidos	Linha de Frasco	Acondicionamento de Sólidos	Geração de resíduo de comprimidos refugados durante processo	Os resíduos são segregados, identificados e enviados para a área de armazenamento temporário de resíduos de acordo com o procedimento interno.	Alteração da qualidade do solo	Adverso
Acondicionamento de Sólidos	Linha de Frasco	Limpeza de codificadora de dados variáveis	Geração de resíduo de solvente e de tinta	Os resíduos são segregados, identificados e enviados para a área de armazenamento temporário de resíduos de acordo com o procedimento interno.	Alteração da qualidade da água	Adverso
Acondicionamento de Sólidos	Linha de Frasco	Troca de óleo das caixas redutoras durante manutenção preventiva	Geração de resíduo de óleo após a troca	Os resíduos são segregados, identificados e enviados para a área de armazenamento temporário de resíduos de acordo com o procedimento interno.	Alteração da qualidade do solo	Adverso
Acondicionamento de Sólidos	Linha de Frasco	Acondicionamento de placebos	Geração de comprimidos e embalagem com placebo	Os resíduos são segregados, identificados e enviados para a área de armazenamento temporário de resíduos de acordo com o procedimento interno.	Alteração da qualidade do solo	Adverso

Departamento	Processo	Atividade	Aspecto	Controle	Impacto	Adverso ou Benéfico?
Acondicionamento de Sólidos	Linha de Frasco	Acondicionamento de comprimidos	Descarte de separadores de papelão e embalagens plásticas	Os resíduos são segregados, identificados e enviados para a área de armazenamento temporário de resíduos de acordo com o procedimento interno.	Alteração da qualidade do solo	Adverso
Acondicionamento de Sólidos	Central de Serviço	Limpeza de Equipamentos / Peças Móveis / Utensílios diversos	Efluentes contaminados com produtos químicos	Os resíduos são tratados na UTE	Alteração da qualidade da água	Adverso
Acondicionamento de Sólidos	Central de Serviço		Resíduos líquidos de produtos	Procedimento e os resíduos são tratados na UTE	Alteração da qualidade da água	Adverso
Acondicionamento de Sólidos	Central de Serviço		Consumo de produtos químicos (matéria-prima)	Planejamento de Produção / Instruções de Limpeza / Redução de materiais não conformes	Exaustão de recursos naturais	Adverso
Acondicionamento de Sólidos	Linha de Blister	Acondicionamento de comprimidos	Geração de resíduo de materiais de embalagem.	Os resíduos são segregados, identificados e enviados para a área de armazenamento temporário de resíduos de acordo com o procedimento interno.	Alteração da qualidade do solo	adverso
Acondicionamento de Sólidos	Linha de Blister	Acondicionamento de comprimidos	Geração de resíduos de blisters com comprimidos refugados durante processo	Os resíduos são segregados, identificados e enviados para a área de armazenamento temporário de resíduos de acordo com o procedimento interno.	Alteração da qualidade do solo	adverso
Acondicionamento de Sólidos	Linha de Blister	Acondicionamento de comprimidos	Emissão de ativos no ambiente	Aspiração , retenção pelos filtros do aspirador e posterior retirada conforme procedimento.	Alteração da qualidade do ar	adverso

Departamento	Processo	Atividade	Aspecto	Controle	Impacto	Adverso ou Benéfico?
Acondicionamento de Sólidos	Linha de Blister	Limpeza de codificadora de dados variáveis	Geração de resíduos de solvente e de tinta	Os resíduos são segregados, identificados e enviados para a área de armazenamento temporário de resíduos de acordo com o procedimento interno.	Alteração da qualidade da água	adverso
Acondicionamento de Sólidos	Linha de Blister	Troca de óleo das caixas redutoras durante manutenção preventiva	Geração de resíduo de óleo após a troca	Os resíduos são segregados, identificados e enviados para a área de armazenamento temporário de resíduos de acordo com o procedimento interno.	Alteração da qualidade do solo	adverso
Acondicionamento de Sólidos	Linha de Blister	Acondicionamento de placebos	Geração de resíduos de comprimidos e embalagem primária com placebo	Os resíduos são segregados, identificados e enviados para a área de armazenamento temporário de resíduos de acordo com o procedimento interno.	Alteração da qualidade do solo	adverso
Acondicionamento de Sólidos	Linha de Blister	Acondicionamento de comprimidos	Geração de resíduos de separadores de papelão e embalagens plásticas	Os resíduos são segregados, identificados e enviados para a área de armazenamento temporário de resíduos de acordo com o procedimento interno.	Alteração da qualidade do solo	adverso
Fabricação de Sólidos	Pesagem	Descarte dos materiais de embalagem após fracionamento das matérias-primas	Resíduos sólidos ou líquidos de produtos/ matéria-prima em embalagens com contato direto com produto (ex: saco plástico, papelão, bombonas, etc.)	Os resíduos são segregados, identificados e enviados para a área de armazenamento temporário de resíduos de acordo com o procedimento interno.	Alteração da qualidade do solo	Adverso
Fabricação de Sólidos	Pesagem		Resíduos de embalagens sem contato direto com produto (ex: saco plástico, papelão,	Os resíduos são segregados, identificados e enviados para a área de armazenamento temporário de resíduos de	Alteração da qualidade do solo	Adverso

Departamento	Processo	Atividade	Aspecto	Controle	Impacto	Adverso ou Benéfico?
			bombonas, etc.)	acordo com o procedimento interno.		
Fabricação de Sólidos	Pesagem	Pesagem das Matérias-primas	Consumo de produtos químicos (matéria-prima)	Procedimento e Planejamento de Produção	Exaustão de recursos naturais	Adverso
Fabricação de Sólidos	Pesagem		Emissão de particulados	Procedimentos e exaustores com filtros	Alteração da qualidade do ar	Adverso
Fabricação de Sólidos	Pesagem	Pesagem das Matérias-primas potencialmente explosivas (Ex. Álcool)	Incêndio	Procedimento, detectores de fumaça e sistema de alarmes	Alteração da qualidade do ar	Adverso
Fabricação de Sólidos	Granulação	Fabricação/Granulação	Emissão de particulados	Procedimentos e exaustores com filtros	Alteração da qualidade do ar	Adverso
Fabricação de Sólidos	Granulação		Resíduos sólidos ou líquidos de produtos/ matéria-prima provenientes da granulação e/ou descarte de matérias-primas/produtos por eventos diversos.	Os resíduos são segregados, identificados e enviados para a área de armazenamento temporário de resíduos de acordo com o procedimento interno.	Alteração da qualidade do solo	Adverso
Fabricação de Sólidos	Granulação		Consumo de produtos químicos (matéria-prima)	Procedimento e Planejamento de Produção	Exaustão de recursos naturais	Adverso
Fabricação de Sólidos	Granulação	Lavagem dos tanques na Granulação	Resíduo de água potável e purificada após lavagem dos equipamentos	Procedimento e os resíduos são tratados na UTE.	Alteração da qualidade da água e do solo	Adverso
Fabricação de Sólidos	Compressão	Fabricação / Compressão	Resíduos sólidos de produtos provenientes da compressão	Os resíduos são segregados, identificados e enviados para a área de armazenamento temporário de resíduos de	Alteração da qualidade do solo	Adverso

Departamento	Processo	Atividade	Aspecto	Controle	Impacto	Adverso ou Benéfico?
				acordo com o procedimento interno.		
Fabricação de Sólidos	Compressão		Emissão de particulados	Procedimentos e exaustores com filtros	Alteração da qualidade do ar	Adverso
Fabricação de Sólidos	Compressão		Consumo de produtos químicos (matéria-prima)	Procedimento e Planejamento de Produção	Exaustão de recursos naturais	Adverso
Fabricação de Sólidos	Mistura	Mistura de Bins/ Tambores	Consumo de produtos químicos (matéria-prima)	Procedimento e Planejamento de Produção	Exaustão de recursos naturais	Adverso
Fabricação de Sólidos	Mistura		Resíduos sólidos de produtos/ matéria-prima provenientes do preparo de solução/mistura e/ou descarte de matérias-primas/produtos por eventos diversos.	Os resíduos são segregados, identificados e enviados para a área de armazenamento temporário de resíduos de acordo com o procedimento interno.	Alteração da qualidade do solo	Adverso
Acondicionamento de Líquidos	Orais	Acondicionamento de líquidos em frascos PET e Vidro	Geração Resíduos líquidos de produtos	Procedimento e os resíduos são tratados na UTE.	Alteração da qualidade da água	Adverso
Acondicionamento de Líquidos	Orais		Geração Resíduos sólidos de produtos de embalagens	Os resíduos são segregados, identificados e enviados para a área de armazenamento temporário de resíduos de acordo com o procedimento interno.	Alteração da qualidade do solo	Adverso
Fabricação de Líquidos	Produção	Fabricação de Líquidos Orais	Geração Resíduos líquidos de produtos	Procedimento e os resíduos são tratados na UTE.	Alteração da qualidade do solo	Adverso

Departamento	Processo	Atividade	Aspecto	Controle	Impacto	Adverso ou Benéfico?
Fabricação de Líquidos	Produção		Geração de resíduos sólidos em pó	Filtros do sistema exaustão.	Alteração da qualidade do ar	Adverso
Fabricação de Líquidos	Produção	Lavagem e Limpeza de Equipamentos	Efluentes contaminados com produtos químicos	Procedimento e os resíduos são tratados na UTE.	Alteração da qualidade da água e do solo	Adverso
Fabricação de Líquidos	Produção		Resíduos líquidos de produtos	Procedimento e os resíduos são tratados na UTE.	Alteração da qualidade do solo	Adverso

Departamento	Processo	Atividade	Aspecto	Controle	Impacto	Adverso ou Benéfico?
SMAS	UTE	Tratamento do esgoto sanitário e industrial	Geração de efluente líquido	Procedimento de Tratamento de Efluentes UTE	Alteração da qualidade da água	Adverso
SMAS	UTE	Remoção do lodo (Tratamento do esgoto sanitário e industrial)	Geração de resíduos Sólidos (Lodo Ativado)	Os resíduos são segregados, identificados e enviados para a área de armazenamento temporário de resíduos de acordo com o procedimento interno.	Alteração da qualidade do solo	Adverso

Departamento	Processo	Atividade	Aspecto	Controle	Impacto	Adverso ou Benéfico?
SMAS	UTE	Limpeza dos equipamentos	Geração de efluentes	Procedimento de Tratamento de Efluentes UTE	Alteração da qualidade da água	Adverso
SMAS	UTE		Geração de resíduos sólidos (limpeza das grades destinada no leito de secagem)	Os resíduos são segregados, identificados e enviados para a área de armazenamento temporário de resíduos de acordo com o procedimento interno.	Alteração da qualidade do solo	Adverso
SMAS	UTE	Substituição de peças	Geração de resíduos eletrodos	Os resíduos são segregados, identificados e enviados para a área de armazenamento temporário de resíduos de acordo com o procedimento interno.	Alteração da qualidade da água e do solo	Adverso
SMAS	UTE	Uso de produtos químicos para tratamento (correção de pH e remoção de lodo)	Geração de produtos fora de especificação	Procedimento e tratamento pela UTE de substâncias químicas descartadas	Alteração da qualidade da água e do solo	Adverso
SMAS	UTE		Vazamento de substâncias químicas	Procedimento e tratamento pela UTE de substâncias químicas descartadas	Alteração da qualidade da água e do solo	Adverso

Departamento	Processo	Atividade	Aspecto	Controle	Impacto	Adverso ou Benéfico?
SMAS	Área de armazenamento temporário de Resíduos	Estocagem e Processamento de resíduos	Geração de resíduos sólidos recicláveis	Procedimento de Tratamento, Manuseio, Transporte e Destino dos Resíduos Gerados no Parque Industrial (Tratamento: Reciclagem)	Alteração da qualidade do solo	Adverso
SMAS	Área de armazenamento temporário de Resíduos	Estocagem e Processamento de resíduos	Geração de resíduos perigosos (fármacos e químicos)	Procedimento de Tratamento, Manuseio, Transporte e Destino dos Resíduos Gerados no Parque Industrial (Tratamento: incineração)	Alteração da qualidade da água e do solo	Adverso
SMAS	Área de armazenamento temporário de Resíduos		Geração de Resíduos Orgânicos	Procedimento de Tratamento, Manuseio, Transporte e Destino dos Resíduos Gerados no Parque Industrial (Tratamento: compostagem)	Alteração da qualidade do solo	Adverso
SMAS	Área de armazenamento temporário de Resíduos		Vazamento de resíduos	Procedimento de Tratamento, Manuseio, Transporte e Destino dos Resíduos Gerados no Parque Industrial; Procedimento de Plano de Controle e Gerenciamento de Emergência; As bombonas de resíduos oleosos possuem o auxílio de bacias de contenção. A área possui sistema de contenção de vazamento.	Alteração da qualidade da água e do solo	Adverso
SMAS	Área de armazenamento temporário de Resíduos					

Departamento	Processo	Atividade	Aspecto	Controle	Impacto	Adverso ou Benéfico?
SMAS	Área de armazenamento temporário de Resíduos	Triagem dos resíduos / destinação	Geração de resíduos óleo lubrificante/óleo mineral	O resíduo é destinado a Re-refino de óleo	Alteração da qualidade do solo	Adverso
SMAS	Área de armazenamento temporário de Resíduos		Geração de resíduos de óleo vegetal	O resíduo é destinado a reciclagem	Alteração da qualidade do solo	Adverso
SMAS	Área de armazenamento temporário de Resíduos		Geração de resíduo de miscelânea não contaminada	Os resíduos são destinados para coprocessamento	Alteração da qualidade do solo	Adverso
SMAS	Área de armazenamento temporário de Resíduos		Geração de resíduo de entulho de obra	Os resíduos são destinados para aterro sanitário	Alteração da qualidade do solo	Adverso
SMAS	Área de armazenamento temporário de Resíduos		Geração de resíduo biológico	Os resíduos são destinados a incineração	Alteração da qualidade do solo	Adverso
SMAS	Área de armazenamento temporário de Resíduos		Geração de resíduos EPIs contaminados	Os resíduos são destinados para coprocessamento	Alteração da qualidade do solo	Adverso
SMAS	Área de armazenamento temporário de Resíduos		Geração de resíduos (Lixo eletrônico)	Os resíduos são destinados para coprocessamento/incineração	Alteração da qualidade do solo	Adverso
SMAS	Área de armazenamento temporário de Resíduos	Limpeza de pisos e equipamentos	Geração de efluentes	Procedimento e tratamento pela UTE do efluente gerado	Alteração da qualidade da água	Adverso

Departamento	Processo	Atividade	Aspecto	Controle	Impacto	Adverso ou Benéfico?
Engenharia	Utilidades	Geração de Água Gelada	Reuso de efluente tratado	As torres de refrigeração consomem água de reuso	Redução do consumo de água / Otimização da conservação dos recursos naturais	Benéfico
Engenharia	Utilidades		Geração de resíduos de efluentes de limpeza das tubulações	Procedimento e tratamento pela UTE do efluente gerado	Exaustão de recursos naturais	Adverso
Engenharia	Utilidades		Geração de resíduos sólidos (resina e seixos)	Os resíduos são segregados, identificados e enviados para a área de armazenamento temporário de resíduos de acordo com o procedimento interno.	Alteração da qualidade do solo	Adverso
Engenharia	Utilidades		Geração de Filtros Usados do processo de tratamento de água	Os resíduos são segregados, identificados e enviados para a área de armazenamento temporário de resíduos de acordo com o procedimento interno.	Alteração da qualidade da água	Adverso

Departamento	Processo	Atividade	Aspecto	Controle	Impacto	Adverso ou Benéfico?
Engenharia	Utilidades		Vazamento de substâncias químicas	Procedimento e tratamento pela UTE de substâncias químicas vazadas	Alteração da qualidade do solo	Adverso
Engenharia	Utilidades	Operação da Caldeira para Geração de Vapor (A caldeira é alimentada por Gás natural)	Liberação de gases particulados para atmosfera	Manutenção preventiva e filtros	Alteração da qualidade da água e do solo	Adverso
Engenharia	Utilidades		Descarga de fundo	Procedimento e tratamento pela UTE do efluente gerado	Alteração da qualidade do ar	Adverso
Engenharia	Utilidades		Consumo de Combustível – Gás natural	Manutenção preventiva	Exaustão de recursos naturais	Adverso
Engenharia	Utilidades		Vazamento de Gás Natural	Procedimento, detectores de gás e sistema de alarmes	Alteração da qualidade do ar	Adverso
Engenharia	Utilidades		Incêndio	Procedimento, detectores de gás e sistema de alarmes	Alteração da qualidade do ar	Adverso

Departamento	Processo	Atividade	Aspecto	Controle	Impacto	Adverso ou Benéfico?
Engenharia	Utilidades	Operação do Chiller para Geração de Água Gelada	Geração de resíduos de água com amônia na manutenção dos Chillers	Procedimento e tratamento pela UTE do efluente gerado	Alteração da qualidade da água e do solo	Adverso
Engenharia	Utilidades		Geração de resíduos de água com etilenoglicol na manutenção dos Chillers	Procedimento e tratamento pela UTE do efluente gerado	Alteração da qualidade da água	Adverso
Engenharia	Utilidades		Vazamento de gás amônia para atmosfera	Sistema de prevenção para neutralizar a contaminação	Alteração da qualidade do ar	Adverso
Engenharia	Utilidades	Estocagem de Óleo Diesel	Vazamento de Óleo Diesel	Existe dique de contenção e caixa separadora e os resíduos são segregados, identificados e enviados para a área de armazenamento temporário de resíduos de acordo com o procedimento interno.	Alteração da qualidade da água e do solo	Adverso
Engenharia	Utilidades		Incêndio	Procedimento, detectores de gás e sistema de alarmes.	Alteração da qualidade do ar	Adverso