



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Instituto de Ciência e Tecnologia
Campus Sorocaba - ICTS/Unesp

Alexandre Bertolaccini Vergani

LEVANTAMENTO E AVALIAÇÃO DE ASPECTOS E
IMPACTOS AMBIENTAIS EM UMA INDÚSTRIA DE
FUNDIÇÃO - LAIA

Sorocaba/SP
2023

ALEXANDRE BERTOLACCINI VERGANI

**LEVANTAMENTO E AVALIAÇÃO DE ASPECTOS E
IMPACTOS AMBIENTAIS EM UMA INDÚSTRIA DE
FUNDIÇÃO - LAIA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Instituto de Ciência e
Tecnologia de Sorocaba, Universidade
Estadual Paulista (UNESP), como parte
dos requisitos para obtenção do grau de
Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Fabio Navarro
Manfredini

Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Maria Lúcia
Pereira Antunes Silva

Sorocaba/SP

2023

Vergani, Alexandre Bertolaccini

V493I

Levantamento e avaliação de aspectos e impactos ambientais em uma indústria de fundição - LAIA / Alexandre

Bertolaccini Vergani. -- Sorocaba, 2023 45 p. :

tabs.

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Engenharia Ambiental) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia, Sorocaba

Orientador: Fabio Navarro Manfredini

Coorientadora: Maria Lúcia Pereira Antunes Silva

1. Aspectos e Impactos Ambientais. 2. ISO 14001. 3. Sistema de Gestão Ambiental. 4. Indicadores. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Instituto de Ciência e Tecnologia, Sorocaba. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

ALEXANDRE BERTOLACCINI VERGANI

**LEVANTAMENTO E AVALIAÇÃO DE ASPECTOS E
IMPACTOS AMBIENTAIS EM UMA INDÚSTRIA DE
FUNDIÇÃO - LAIA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Ciência e Tecnologia de Sorocaba, Universidade Estadual Paulista (UNESP), como parte dos requisitos para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Sorocaba, 01 de Março de 2023.

Prof. Dr. Fabio Navarro Manfredini

Orientador

Prof^a. Dr^a. Maria Lúcia Pereira Antunes Silva

Coorientadora

Trabalho aprovado por meio de parecer, homologado pelo Conselho de Curso em reunião de 05 de Abril de 2023

Sorocaba/SP

2023

RESUMO

A busca pela melhoria ambiental e desenvolvimento sustentável dentro dos processos industriais e empresariais devido principalmente ao aumento das mudanças climáticas e ao novo conceito de mercado ESG – Environment, Social and Governance (Ambiente, Social e Governança) que promove um debate com relação a proteção do meio ambiente e vem se tornando foco das grandes empresas na atualidade. O levantamento e avaliação de aspectos e impactos ambientais (LAIA) com base na norma ABNT NBR ISO 14001:2015 tem como função mapear e identificar as relações entre as atividades desempenhadas durante o processo industrial e sua interação com o meio ambiente, com foco em evidenciar os impactos significantes do processo e a avaliá-los para entender as ameaças e oportunidades dentro do Sistema de Gestão Ambiental (SGA). O estudo foi realizado em uma indústria de fundição de ferro e aço no interior de São Paulo, nas áreas críticas do processo, ou seja as etapas essenciais da fabricação do aço com moldes de areia. Os resultados obtidos mostram como a maior parte dos impactos se encontra na principal etapa do processo, a Aciaria, onde ocorre a fusão do metal para formação da liga, que apesar de ter muitos controles ainda assim são passíveis de novas avaliações buscando a melhoria contínua na preservação ambiental.

O LAIA auxilia na busca por uma melhoria do desempenho ambiental da empresa nos permitindo realizar o aperfeiçoamento de medidas de controle operacional para reduzir ou mitigar os impactos ambientais da indústria de fundição de ferro e aço apresentada neste estudo.

Palavras-Chave: sistema de gestão ambiental; levantamento de aspecto e impacto ambiental; ABNT NBR ISO 14001.

ABSTRACT

The search for environmental improvement and sustainable development within industrial and business processes due mainly to the increase in climate change and the new market concept ESG - Environment, Social and Governance - which promotes a debate regarding the protection of the environment and has become the focus of large companies today. The survey and evaluation of environmental aspects and impacts (LAIA) based on the ABNT NBR ISO 14001:2015 standard has the function of mapping and identifying the relationships between the activities performed during the industrial process and its interaction with the environment, with a focus on highlighting the significant impacts of the process and evaluating them to understand the threats and opportunities within the Environmental Management System (EMS). The study was conducted in an iron and steel foundry industry in the interior of São Paulo, in the critical areas of the process, the essential stages of steelmaking with sand molds. The results obtained show that most of the impacts are found in the main stage of the process, the steel shop, where the melting of the metal occurs to form the alloy, which despite having many controls are still subject to further evaluation seeking continuous improvement in environmental preservation.

LAIA assists in the search for an improvement in the company's environmental performance, allowing us to improve operational control measures to reduce or mitigate the environmental impacts of the iron and steel foundry industry presented in this study.

Keywords: environmental management system; survey and evaluation of environmental aspects and impacts; ABNT NBR ISO 14001.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Classificação dos principais processos de Fabricação Mecânica.....	15
Figura 2 – Fluxograma geral do processo de fundição	17
Figura 3 – Sistema de Gestão Ambiental baseado na ISO 14001.....	20
Figura 4 – Diagrama do processo envolvendo as áreas críticas.....	24
Figura 5 – Gerenciamento de Aspecto e Impacto.....	26

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Total do Filtro de Significância dos Impactos Ambientais.....	33
Gráfico 2 – Impactos Ambientas por severidade, probabilidade e escala.....	35
Gráfico 3 – Maiores Impactos Ambientas Significativos por área.....	36
Gráfico 4 – Maiores Impactos Ambientas Significativos por processo.....	37
Gráfico 5 – Maiores Impactos Ambientas Significativos por Aspecto.....	37
Gráfico 6 – Maiores Impactos Ambientas Significativos por Impacto.....	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Cronograma do LAIA nas áreas da fábrica.....	25
Tabela 2 – Situação Operacional.....	28
Tabela 3 – Incidência.....	28
Tabela 4 – Classe.....	29
Tabela 5 – Temporalidade.....	29
Tabela 6 – Frequência.....	30
Tabela 7 – Probabilidade.....	30
Tabela 8 – Escala ou Abrangência.....	31
Tabela 9 – Severidade.....	31
Tabela 10 – Matriz de Significância dos Impactos Ambientais.....	32
Tabela 11 – Matriz Total do Filtro de Significância dos Impactos Ambientais.....	34
Tabela 12 – Processo, atividade, aspecto e impacto ambiental significativo.....	39

LISTA DE ABREVIATURAS

LAIA	Levantamento de Aspectos e Impactos Ambientais
ISO	International Organization for Standardization
SGA	Sistema de Gestão Ambiental
SOGI	Softwares para Controle de Leis e Sistemas de Gestão
ESG	Environment, Social and Governance
PAE	Plano de Atendimento à Emergências
CADRI	Certificado de Aprovação de Destinação de Resíduos Sólidos Industriais
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS.....	13
3 REVISÃO DA LITERATURA.....	14
3.1 Indústria de Fundição de Ferro e Aço	14
3.1.1 Processo de Fundição.....	16
3.1.2 Principais Setores da Indústria de Fundição	17
3.1.2.1 <i>Preparação de areias</i>	17
3.1.2.2 <i>Moldagem</i>	17
3.1.2.3 <i>Macharia</i>	18
3.1.2.4 <i>Fusão / aciaria</i>	18
3.1.2.5 <i>Acabamento, usinagem e expedição</i>	18
3.2 Sistema de Gestão Ambiental (SGA).....	18
3.3 ABNT ISO 14001:2015	19
3.3.1 Visão Internacional ISO 14001	20
3.4 Aspectos e Impactos Ambientais	21
3.5 Avaliação de Impacto Ambiental	21
3.5.1 Impactos Significativos.....	22
3.6 Medidas Mitigatórias	22
3.7 Melhoria Contínua	23
4 MATERIAIS E MÉTODOS.....	24
4.1 A norma ISO 14001:2015.....	24
4.2 Levantamento e Avaliação de Aspectos e Impactos Ambientais	24
4.2.1 Ferramenta SOGI – Verde Ghaia	26

4.2.2 Avaliação da Significância dos Impactos Ambientais e Controle Operacional 26

5 RESULTADOS 33

5.1 Impactos Significativos.....33

5.2 Indicadores de Desempenho Ambiental 38

6 DISCUSSÃO 39

6.1 Impactos Ambientais com Controle Operacional e Planos de Ação em Andamento 40

6.2 Impactos Ambientais sem Controle Operacional e Planos de Ação Definidos 42

6.3 Sugestões de Melhoria 42

7 CONCLUSÃO 43

REFERÊNCIAS.....44

1 INTRODUÇÃO

A fundição de ferro e aço é uma das atividades industriais mais poluentes que temos no mundo, sendo ela responsável pela emissão de diversos materiais particulados e gases de efeito estufa, alto consumo energético e de água, além de uma extensa geração de resíduos, sendo os principais a escória e areia de fundição que são considerados resíduos de interesse ambiental com obrigatoriedade de emissão de CADRI (Certificado de Aprovação de Destinação de Resíduos Sólidos Industriais) pela CETESB para destinação no estado de São Paulo.

A ISO 14001 é uma norma internacional não obrigatória que padroniza o sistema de gestão ambiental (SGA) de uma empresa, sendo que para empresas de capital aberto na bolsa, como é caso da empresa estudada, é de grande atratividade para investidores que buscam alocar capital em empresas mais sustentáveis visto que é uma das maneiras de evidenciar que a empresa está preocupada com a proteção do meio ambiente. A norma pode ser utilizada para padronizar qualquer empresa, seja um escritório até mesmo uma grande indústria do setor de fundição, e sua certificação pode ser obtida como local ou corporativa.

Sendo assim, o presente trabalho utiliza como base os requisitos da norma ISO 14001 para identificar e mostrar os impactos ambientais significativos de uma indústria de fundição de ferro e aço na região de Sorocaba no estado de São Paulo, bem como a origem do impacto gerado pela atividade, quantificar os principais aspectos e impactos das áreas críticas do processo e propor maneiras de melhorar o controle da poluição neste setor, baseando-se em uma norma empregada mundialmente para gestão ambiental empresarial e que visa proporcionar a melhoria de desempenho ambiental por meio do atendimento as legislações, controle e planejamento de processos, treinamento de funcionários, identificação de aspectos e impactos ambientais proveniente das atividades, tratamento de não conformidades e anomalias, melhoria contínua do SGA, integrando colaboradores, alta direção e partes interessadas.

2 OBJETIVOS

Objetivo geral do presente trabalho é fazer um levantamento e avaliação dos aspectos e impactos ambientais provenientes de uma indústria de fundição de ferro e aço .

Objetivos específicos são:

- Identificar os impactos ambientais significativos.
- Identificar e propor controles operacionais e maneiras de mitigar os impactos significativos.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 Indústria de Fundição de Ferro e Aço

Embora não exista um consenso, acredita-se que o processamento de metais se iniciou por volta de 4000 a.C., os homens das cavernas utilizavam o ouro, cobre e meteoritos ricos em ferro, sem fundi-los, para confeccionar pequenos artefatos metálicos (FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE MINAS GERAIS, 2019).

Uma razão plausível para que o cobre fosse o primeiro metal fundido de forma não acidental é o seu baixo ponto de fusão. Ao longo da idade o bronze que teve seu início por volta do ano 3300 a.C., as técnicas de fundição evoluíram, a adição de outras metais ao bronze permitiu a formação de novas ligas que proporcionavam mais dureza e resistência ao fundido para confecção e armas e armaduras (Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, 2011).

Segundo o texto do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, 2011:

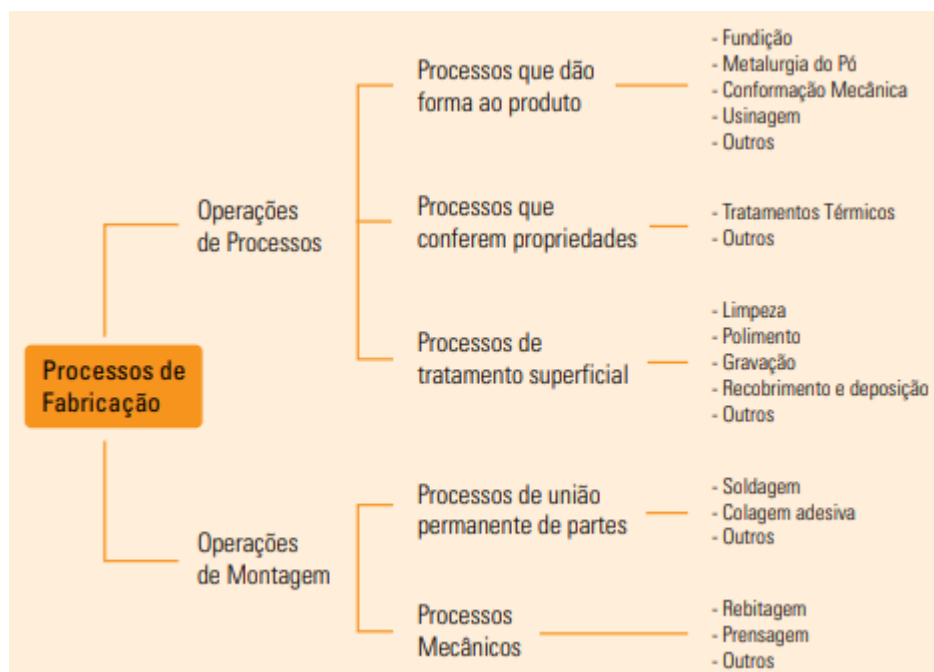
Loper (2003, pág. 123) acrescenta que,

[...] apesar de o minério de ferro ser encontrado em abundância na natureza, o primeiro fundido de ferro conhecido é considerado relativamente recente, datando de 600 a.C. Trata-se de um tripé de 275 kg produzido na China. Outras fontes indicam que o processo de fundição de ferro era conhecido antes disso e, por volta de 1000 a.C., os chineses já produziam peças de ferro fundido em temperaturas mais elevadas, obtidas em fornos de carvão soprados por foles.

Por volta de 500 a.C. já era comum o uso do ferro para uma variedade de ferramentas, onde a partir daí as técnicas continuaram a se aprimorar e surgiram as máquinas que apesar de rudimentares, tem os mesmos princípios das máquinas modernas (FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE MINAS GERAIS, 2019).

Ao longo dos anos, a demanda por ferramentas e artefatos metálicos aumentou e nos dias de hoje são fabricados desde pequenas peças como agulhas ou pregos até navios utilizando-se processos de fabricação mecânica, na Figura 1 podemos ver os principais processos de fabricação mecânica:

Figura 1 - Classificação dos principais processos de Fabricação Mecânica



Fonte: FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE MINAS GERAIS (2019).

Dos setores industriais de manufatura, o da fundição é um dos poucos que consegue cobrir faixas tão amplas de tamanhos, pesos e complexidade para as peças, com capacidade de gerar formas complexas tanto na parte interna como externa, e dimensões muito próximas do que se deseja no produto final (FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE MINAS GERAIS, 2019).

Embora a indústria de fundição nos dias de hoje seja uma grande consumidora de rejeitos metálicos, ou seja, uma recicladora, ela ainda é uma das indústrias que mais poluem a atmosfera, principalmente pela emissão de materiais particulados provenientes do processo de fundição do aço e ferro, além da alta geração de resíduos sólidos, sendo a maior parte constituído pela areia usada na confecção dos moldes e machos e a escória que é um subproduto do processo de fusão do aço e ferro (FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE MINAS GERAIS, 2019).

Segundo definição de Chiaverini (1998, p. 21), o “aço é uma liga de ferro-carbono contendo geralmente de 0,008% até cerca de 2,0%17 de carbono, além de certos elementos residuais resultantes do processo de fabricação”.

O preparo do aço depende de três componentes essenciais: coque (carvão

vegetal), calcário e minério de ferro que são colocados em um alto-forno. O coque tem a função de capturar o oxigênio presente no minério de ferro e ser um combustível, já o calcário é decomposto em cal e CO_2 , onde o cal é agregado a escória (subproduto da fundição) reduzindo a temperatura de fusão e permitindo que fique como sobrenadante por cima do ferro, isto permite com que se remova parte das impurezas do metal, porém o ferro fundido resultante ainda tem alto teor de carbono e impurezas e é denominado ferro-gusa (Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social, 2011).

Para produção de ligas de aço com propriedades especiais, as indústrias utilizam fornos elétricos, que conseguem atingir temperaturas mais altas (3500°C).

3.1.1 Processo de Fundição

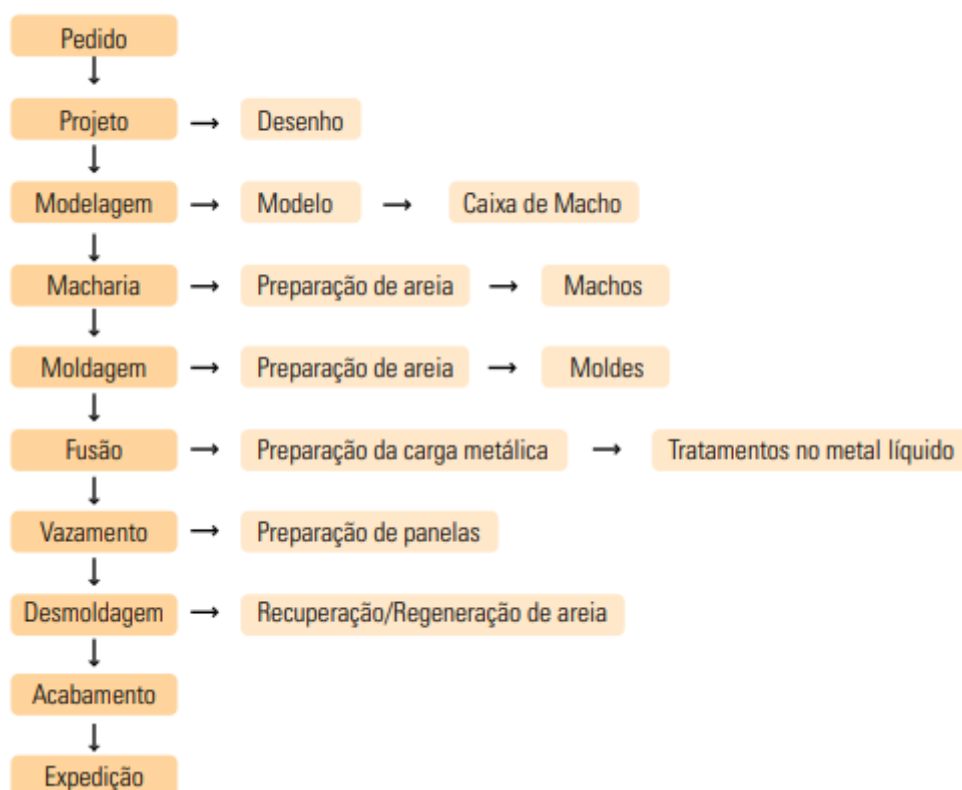
Segundo a Cartilha de Fundição da Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais (2019, p. 13),

[...] o processo de fundição para fabricação de peças consiste, essencialmente, em encher com metal líquido a cavidade de um molde cujas dimensões e formas correspondem às das peças a serem obtidas. Após a solidificação e resfriamento obtêm-se as peças com formas e dimensões, geralmente, quase definitivas, pois, em muitos casos, as peças são usinadas antes de estarem em condições de utilização.

A obtenção de uma peça fundida segue o seguinte fluxograma:

Figura 2 – Fluxograma geral do processo de fundição

FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE FUNDIÇÃO



Fonte: Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais, 2019.

3.1.2 Principais Setores da Indústria de Fundição

3.1.2.1 Preparação de areias

Existem diferentes tipos de areias e processos de fundição com características próprias, uma divisão mais genérica seria das areias com aglomerantes argilosos e areias com ligantes químicos, e processos de areia de cura a frio, cura por gasagem e cura térmica. Sendo que cada um destes tem suas características específicas dependendo do tipo de liga, tamanho e formato da peça, moldes, produtividade, colapsibilidade, entre outros (FIEMG – Cartilha de Fundição, 2019).

Na preparação da areia utiliza-se um equipamento denominado misturador que tem a função de homogeneizar os constituintes da mistura fazendo com que os grãos de areia sejam cobertos por uma camada de aglomerante, agente de cura e aditivos (FIEMG – Cartilha de Fundição, 2019).

3.1.2.2 Moldagem

A confecção dos machos e moldes se dá no setor da moldagem onde podemos ter a moldagem manual, que necessita de uma mão de obra qualificada e treinada ou na moldagem mecanizada onde está é feita por uma máquina (FIEMG – Cartilha de Fundição, 2019).

3.1.2.3 *Macharia*

A confecção de machos é feita com areia misturada com resinas (ligante químico). Sendo o processo de Cold Box (Caixa Fria) um dos mais utilizados para a produção do macho, onde este obedece às seguintes etapas:

- I. Sopro (adensamento);
- II. Gasagem (utilizando catalisador na forma de gás ou vapor);
- III. Retirada de excesso de gás (lavagem);

3.1.2.4 *Fusão / aciaria*

É neste setor que ocorre a fusão do metal nas características químicas desejada, geralmente utilizando-se de fornos elétricos, a indução e cubilô. Devido as altas temperaturas este setor é um grande consumidor de energia elétrica, além de ser um grande gerador de fumos metálicos (material particulado) que causa grande poluição, portanto é também um dos setores que os órgãos ambientais tendem a exigir sistemas eficazes no controle da poluição (FIEMG – Cartilha de Fundição, 2019).

Após a fusão, ocorre o processo de vazamento, onde o metal líquido é vazado nos moldes para formar a peça e depois são desmoldados para prosseguir ao tratamento térmico específico, de acordo com as características desejadas na peça (FIEMG – Cartilha de Fundição, 2019).

3.1.2.5 *Acabamento, usinagem e expedição*

Com a desmoldagem, ocorre a separação das caixas de moldar, areia de fundição e a peça fundida. As caixas de moldar são reaproveitadas, parte da areia de fundição pode ser recuperada e parte vira resíduo e a peça fundida é encaminhada ao setor de acabamento onde são jateadas, limpas e separadas dos canais e massalotes. E caso seja necessário as peças são enviadas a usinagem para obtenção da forma final desejada. Em alguns casos as peças são pintadas para que adquiram uma característica estética e identificação do fabricante (FIEMG – Cartilha de Fundição, 2019).

Por último é avaliada a qualidade da peça antes que as mesmas sejam enviadas ao cliente final (FIEMG – Cartilha de Fundição).

3.2 Sistema de Gestão Ambiental (SGA)

Segundo Seiffert (2006 apud Barbieri, 2021, p. 6), define a Gestão Ambiental ou administração do meio ambiente como ações administrativas que envolvem elaboração de ideias, programação, organização, distribuição de recursos a serem seguidos por toda empresa com a finalidade de considerar o meio ambiente em suas

decisões e adotar ações tecnológicas que contribuam para obter resultados positivos tanto econômicos quanto ambientais.

O SGA (Sistema de Gestão Ambiental) existe para que a empresa haja de forma a prevenir o impacto ambiental causado nas diferentes atividades atreladas ao processo produtivo, além de permitir que a organização busque a melhoria contínua do nível de desempenho ambiental, promovendo a conscientização dos colaboradores (VEIGA, 2016).

Segundo Veiga (2016) pode-se dizer que, o SGA tem como objetivo principal identificar e reduzir aspectos e impactos ambientais e, consequentemente, criar um ambiente de trabalho mais saudável e com mais qualidade.

Para implementar o Sistema de gestão Ambiental segundo Nicolella (2004) o primeiro passo deve ser a formalização por parte da direção da empresa, perante a sua corporação, do desejo da instituição em adotar um SGA, deixando claro suas intenções, e enfatizando os benefícios a serem obtidos com a sua adoção.

3.3 ABNT ISO 14001:2015

Conforme a Associação Brasileira de Normas Técnicas ISO 14001 (2015, p. 8),

[...] o objetivo desta Norma é 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.

A ISO 14001 especifica os requisitos para um sistema de gestão ambiental que visa aumentar o desempenho ambiental gerenciando suas responsabilidades ambientais de forma sistemática e contribuindo com os três pilares da sustentabilidade. Além de auxiliar no alcance de resultados pretendidos em coerência com a política ambiental da empresa que inclui o aumento do desempenho ambiental, atendimento de requisitos legais e outros requisitos e o alcance dos objetivos ambientais.

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas ISO 14001(2015, p. 13),

[...] esta Norma é aplicável a qualquer organização, independentemente do seu tamanho, tipo e natureza, e aplica-se aos aspectos ambientais das suas atividades, produtos e serviços que a organização determina poder controlar

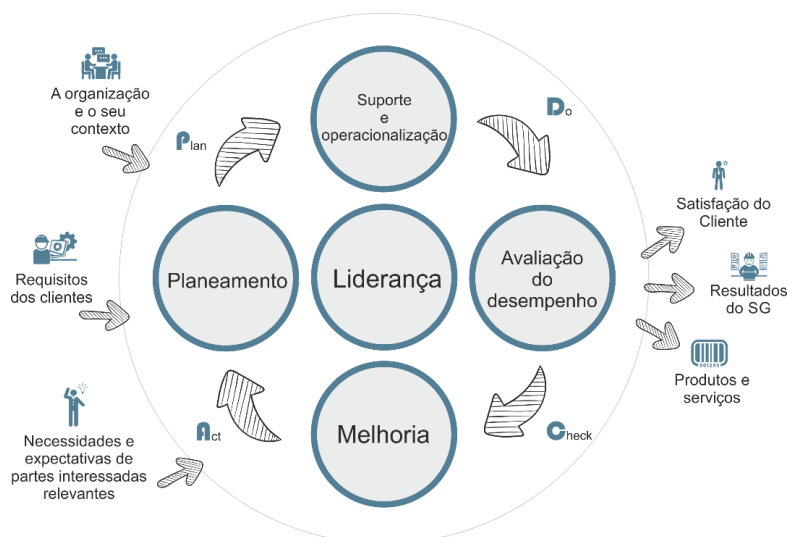
ou influenciar, considerando uma perspectiva de ciclo de vida.

Segundo Nocoletta (2004) os elementos-chave, ou os princípios definidores de um Sistema de Gestão Ambiental baseados na NBR Série ISO 14001, através dos quais podem ser verificados os avanços de uma empresa em termos de sua relação com o meio ambiente, são: (1) Política ambiental; (2) Planejamento; (3) Implementação e operação; (4) Verificação e ação corretiva; (5) Análise crítica.

Conforme Nouri (2004) a implementação e estabelecimento de sistema de gestão ambiental (EMS) foi apresentado pela primeira vez depois do Rio de Janeiro Conferência sobre Ambiente e Desenvolvimento que resultou na implementação da Agenda 21 (ANSI, 1999). Norma Internacional Organização (ISO) desenvolveu a série de normas de gestão ambiental (ISO 14000) que se expandiu para todo o mundo (ISO, 1996).

Durante os últimos anos, as actividades humanas sobre crescimento e desenvolvimento ameaçaram e têm tido impactos negativos sobre a ambiente. Considerando o encerramento relação entre as questões do ambiente e desenvolvimento e a sua ligação inerente, espera-se que os problemas existentes sejam moderados e resolvido através da aplicação de um sistema de gestão ambiental.

Figura 3 – Sistema de Gestão Ambiental baseado na ISO 14001.



Fonte: Global Score, 2018.

3.3.1 Visão Internacional ISO 14001

Com a globalização, o mundo se tornou menor e mais competitivo, empresas de capitais aberto através da certificação ISO 14001 ajudam a colocar em evidência

o sistema de gestão ambiental (GRETCHEN, 2009).

Algumas nações em desenvolvimento também têm tido um grande entusiasmo pela integração da ISO 14001. Um estudo concluído sobre empresas malaias constatou que os mesmos benefícios da certificação SGA existiam tanto para empresas de países em desenvolvimento como para empresas de nações já industrializadas. No Brasil, das 453 empresas que relataram ter recebido a certificação ISO 14000, destas 130 fundições relataram ter recebido a certificação ISO 14000. Na Índia, mais de 400 fundições de 4700 são certificadas com a norma ISO 14001 (GRETCHEN, 2009).

3.4 Aspectos e Impactos Ambientais

De acordo com a Norma ISO 14001 aspecto ambiental é o elemento das atividades, produtos ou serviços de uma organização, que interage ou pode interagir com o meio ambiente, e o impacto ambiental é a modificação no meio ambiente, tanto adversa como benéfica, total ou parcialmente resultante dos aspectos ambientais de uma organização.

Segundo Sánchez (2013), impacto ambiental é a “alteração da qualidade ambiental que resulta da modificação de processos naturais ou sociais provocada por ação humana”.

A legislação brasileira CONAMA (1986) considera impacto ambiental:

[...] qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: I - a saúde, a segurança e o bem estar da população; II - as atividades sociais e econômicas; III - a biota; IV - as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; e V - a qualidade dos recursos ambientais.

Sendo assim, o objetivo do presente trabalho é levantar e avaliar os aspectos e impactos ambientais significativos presentes nas atividades desempenhadas dentro dos setores de uma indústria de fundição na cidade de Sorocaba – SP de acordo com os requisitos da Norma ABNT ISO 14001:2015.

3.5 Avaliação de Impacto Ambiental

O termo avaliação de impacto ambiental (AIA) entrou na terminologia e na literatura ambiental a partir da legislação pioneira que criou esse instrumento de planejamento ambiental, National Environmental Policy Act – NEPA, a lei de política nacional do meio ambiente dos Estados Unidos (SÁNCHEZ, 2013).

E os objetivos específicos da avaliação de impactos ambientais (AIA) foram definidos pela Associação Internacional de Avaliação de Impactos (IAIA, 1999), sendo eles:

1. Assegurar que as considerações ambientais sejam explicitamente tratadas e incorporadas ao processo decisório;
2. Antecipar, evitar, minimizar ou compensar os efeitos negativos relevantes biofísicos, sociais e outros;
3. Proteger a produtividade e a capacidade dos sistemas naturais, assim como os processos ecológicos que mantêm suas funções;
4. Promover o desenvolvimento sustentável e otimizar o uso e as oportunidade de gestão de recursos;

3.5.1 Impactos Significativos

Segundo Sánchez (2013) impacto significativo é um termo carregado de subjetividade. E dificilmente poderia ser de outra forma, uma vez que a importância atribuída pelas pessoas às alterações ambientais chamadas impactos depende de seu entendimento, de seus valores, de sua percepção.

Segundo a ISO14001(2015) a organização deve estabelecer critérios para determinar quais dos aspectos ambientais podem ter impacto ambiental significativo.

3.6 Medidas Mitigatórias

De acordo com Sánchez (2013) medidas mitigatórias são ações propostas com a finalidade de reduzir a magnitude ou a importância dos impactos ambientais adversos. Medidas típicas incluem sistemas de redução da emissão de poluentes, como o tratamento de efluentes líquidos, a instalação de barreiras antirruído e o abatimento das emissões atmosféricas por meio da instalação de filtros, mas os tipos de medidas mitigadoras possíveis abrangem uma gama ampla, desde medidas muito simples, como a instalação de bacias de decantação de águas pluviais para reter partículas sólidas e evitar seu transporte para os cursos d'água durante a etapa de construção, até o emprego de técnicas sofisticadas de redução de emissões atmosféricas.

Conforme Sánchez (2013) as modificações de projeto para evitar ou reduzir impactos adversos também são medidas mitigadoras. Assim, enterrar parte de uma linha de transmissão para evitar interferência com uma rota de migração de aves,

aumentar o espaçamento entre os cabos de uma linha aérea para evitar que aves de grande envergadura sejam eletrocutadas, isolar um dos cabos de uma rede de distribuição, ou ainda aumentar a altura de torres de linhas de transmissão na travessia de áreas florestadas para reduzir o desmatamento, são exemplos de alterações de projeto que evitam alguns impactos e que também podem ser chamados de medidas mitigadoras.

3.7 Melhoria Contínua

O LAIA tem por finalidade a implementação do SGA, afim de proporcionar uma visão da interação das atividades realizadas na indústria com o meio ambiente, e tem por intuito a identificação dos impactos visando minimiza-los, e propor a melhoria contínua através de mudanças de processo ou adequação de sistemas de controle da poluição, além de adquirir uma visão estratégica em relação ao ESG (Environment, Social and Governance), passando a percebê-lo como oportunidade de desenvolvimento e crescimento.

Contribuindo para o crescimento da imagem corporativa, aumentando a competitividade no mercado frente as pressões ambientais atuais com a garantia do comprometimento com o meio ambiente e uma boa relação com as comunidades envolvidas.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 A norma ISO 14001:2015

A norma ISO 14001:2015 define as diretrizes gerais para o levantamento de aspectos e impactos ambientais levando-se em conta a perspectiva do ciclo de vida do produto ou serviço.

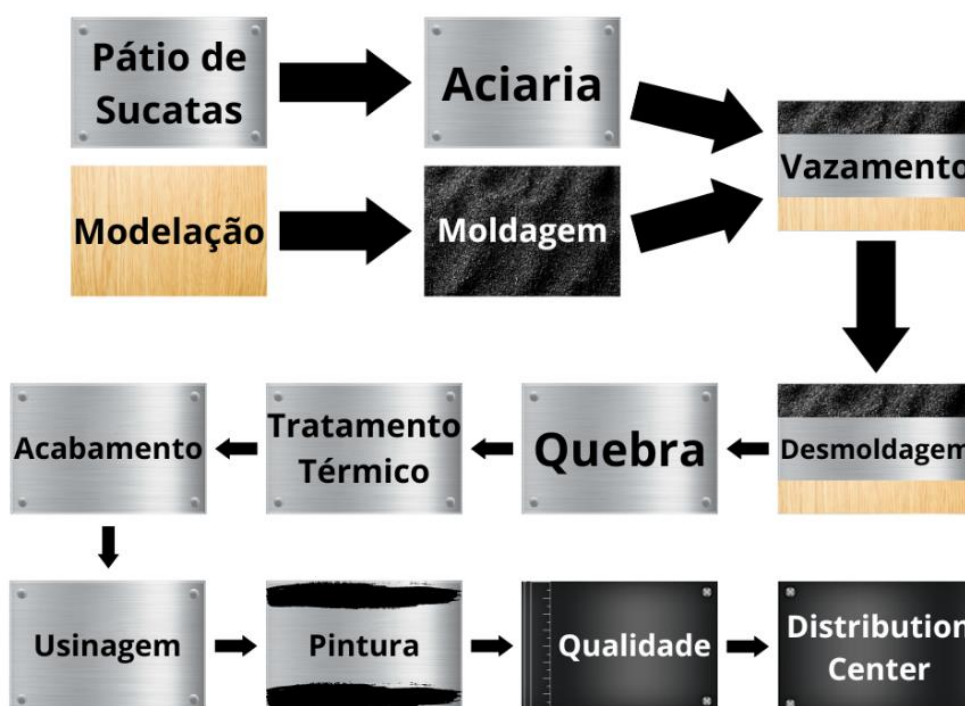
Para realização do LAIA presente neste estudo foi utilizada a norma ISO 14001 como base para levantamento de dados, registro das informações, avaliação e tratativa dos impactos ambientais encontrados.

4.2 Levantamento e Avaliação de Aspectos e Impactos Ambientais

O levantamento de aspectos e impactos ambientais foram realizados conforme cronograma da tabela 1, onde foi definido as áreas, de acordo com a divisão de setores que a empresa têm, e as datas para realização do levantamento in-loco e posterior avaliação no software SOGI, destacando as áreas críticas do processo para efeitos de prioridade.

No total são 29 setores, sendo que, o levantamento não foi finalizado devido ao trabalho ainda estar em andamento. A figura 4 mostra um diagrama da fábrica com as etapas críticas do processo.

Figura 4 – Diagrama do processo envolvendo as áreas críticas.



Fonte: Autoria Própria.

No cronograma descrito na tabela 1, as áreas consideradas como críticas do processo e que foram priorizadas no LAIA para o presente trabalho estão destacadas em vermelho, sendo que são as áreas onde têm-se os impactos ambientais mais relevantes e detêm de atividades essenciais para a fabricação da peça metálica.

Tabela 1 – Cronograma do LAIA nas áreas da fábrica.

Área	Data Prevista de Conclusão	Data Real de Conclusão	Status
Acabamento I	07/2022	07/2022	Concluído
Acabamento II e III	07/2022	07/2022	Concluído
Acabamento Quebra/Corte	08/2022	08/2022	Concluído
Aciaria	09/2022	09/2022	Concluído
Almoxarifado de Gases	09/2022	09/2022	Concluído
Almoxarifado de Modelos	09/2022	09/2022	Concluído
Almoxarifado de Insumos	09/2022	09/2022	Concluído
Almoxarifado de Caixas	09/2022	09/2022	Concluído
Almoxarifado de Inflamáveis	09/2022	09/2022	Concluído
Distribution Center	10/2022		Em Andamento
Desmoldagem	10/2022	10/2022	Concluído
Escritório Geral	10/2022		Em Andamento
ETE	10/2022		Em Andamento
Ambulatório	11/2022		Em Andamento
Laboratório	11/2022		Em Andamento
Manutenção	11/2022		Em Andamento
Modelação	12/2022	11/2022	Concluído
Moldagem 501	12/2022	01/2023	Concluído
Moldagem 503	12/2022	01/2023	Concluído

Pátio de Sucata	12/2022	08/2022	Concluído
Pintura	01/2023	08/2022	Concluído
Restaurante	01/2023		Em Andamento
Subestação	01/2023		Em Andamento
Tratamento Térmico	01/2023	10/2022	Concluído
Vazamento	02/2023	01/2023	Concluído
Oficina de Autos	02/2023		Em Andamento
Central de Resíduos	02/2023		Em Andamento
Usinagem	03/2023		Em Andamento
Qualidade	03/2023		Em Andamento

Fonte: Autoria Própria.

4.2.1 Ferramenta SOGI – Verde Ghaia

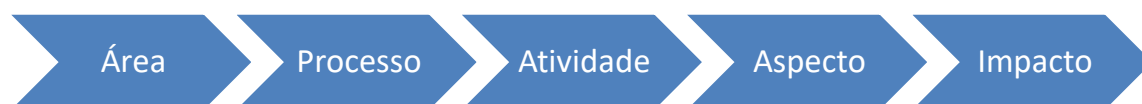
Para registro dos aspectos e impactos ambientais da indústria de fundição foi utilizado a ferramenta SOGI da Verde Ghaia, ela permite o gerenciamento do LAIA desde sua avaliação, até o controle operacional e definição de ações com prazo, alertas, custos e responsáveis para adequação de não conformidades e planos de mitigação de impactos.

A ferramenta é paga e está no portfólio de ferramentas disponíveis para utilização na empresa, a empresa autorizou o uso da ferramenta para o levantamento.

4.2.2 Avaliação da Significância dos Impactos Ambientais e Controle Operacional

O gerenciamento de aspecto e impacto, leva em consideração o mapeamento efetuado através do fluxo representado na figura 5.

Figura 5 – Gerenciamento de Aspecto e Impacto.



Fonte: Autoria Própria.

Para cada aspecto ambiental identificado na etapa anterior, serão relacionados os seus respectivos impactos ambientais, ou seja, as potenciais consequências ao meio ambiente.

Exemplo 1:

Aspecto: Consumo de energia elétrica

Impacto: Redução da disponibilidade do recurso

Exemplo 2:

Aspecto: Geração de resíduos sólidos recicláveis (plásticos)

Impacto: Contaminação das águas

Impacto: Contaminação do solo

Para a avaliação de aspectos e impactos ambientais, foram considerados as situações e classificações de acordo com o descrito no procedimento abaixo, sendo que todo Impacto Ambiental foi avaliado seguindo os seguintes indicadores:

- a) Situação Operacional;
- b) Incidência;
- c) Classe;
- d) Temporalidade;
- e) Frequência e Probabilidade;
- f) Escala ou Abrangência;
- g) Severidade;

Estes indicadores foram definidos e avaliados com base na ferramenta utilizada pela empresa e no procedimento específico de avaliação de aspecto e impacto ambiental disponibilizado pelo software Verde Ghaia – SOGI.

4.2.2.1 Indicadores de Avaliação dos Impactos Ambientais

a) Situação Operacional

Os aspectos ambientais podem ocorrer nas seguintes situações operacionais, conforme descritos na tabela 2.

Tabela 2 – Situação Operacional.

Situação	Descrição	Exemplo
Planejada (P)	Relativa a todas as situações planejadas, incluindo as rotineiras e as não rotineiras.	Geração de Resíduos Sólidos tecnológicos Geração de resíduos sólidos recicláveis (plásticos) Consumo de energia
Não planejada (NP)	Relativa a todas as situações não planejadas de riscos, incluindo aquelas que poderão ser caracterizadas como emergências ambientais ou de colapso de estruturas.	Risco de Incêndio ou Explosão Riscos de Vazamento ou derramamento de produto químico Riscos de explosão

Fonte: PROCEDIMENTO GAIA – GERENCIAMENTO DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS, 2017

b) Incidência

Indica o quão diretamente um aspecto ambiental está associado às atividades da empresa ou que a mesma exerce influência, conforme descritos na tabela 3.

Tabela 3 – Incidência.

Incidência	Descrição	Exemplo
Direta (D)	O aspecto está associado à atividade, produto ou serviço executada pela própria empresa e/ou por terceiros sob o controle da empresa.	Geração de resíduos de papeis Risco De Incêndio / Explosão Geração de resíduos de toner, cartuchos
Indireta (I)	O aspecto está associado à atividade de fornecedores, prestadores de serviços e clientes, fora do ambiente de responsabilidade da unidade ou mesmo por clientes, mas sobre as quais a unidade pode exercer influência.	Risco de derramamento de produtos químicos durante o transporte externo por terceiros

Fonte: PROCEDIMENTO GAIA – GERENCIAMENTO DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS, 2017

c) Classe

Indica a natureza da consequência do impacto ambiental sobre o meio ambiente, conforme descritos na tabela 4.

Tabela 4 – Classe.

Classe	Critério	Exemplo	Pontuação
Benéfica (B)	Impacto positivo ao Meio Ambiente	Recomposição da fauna, Recomposição da flora Reuso da água	0
Adversa (A)	Impacto negativo ao Meio Ambiente	Poluição do ar Contaminação do Solo Contaminação das águas Redução de recursos naturais	1

Fonte: PROCEDIMENTO GAIA – GERENCIAMENTO DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS, 2017

d) Temporalidade

Indica o período de ocorrência da atividade da qual decorre o impacto ambiental, conforme descritos na tabela 5.

Tabela 5 – Temporalidade.

Temporalidade	Descrição	Exemplo
Passada (P)	Impacto ambiental identificado no presente, porém decorrente de atividade desenvolvida no passado. Passivos ambientais identificados, após análises específicas.	Fossa séptica desativada. Tanques enterrados. Contaminação de lençol freático. Solo contaminado
Atual (A)	Impacto ambiental decorrente de atividade atual.	Incêndio / explosão Vazamento de produtos químicos Geração de resíduos de papeis Risco De Incêndio / Explosão Geração de resíduos de toner, cartuchos Possibilidade de contaminação do solo no armazenamento de lubrificantes novos e usados.
Futura (F)	Impacto ambiental previsto, decorrente de alterações nas atividades a serem implementadas no futuro.	Desenvolvimento de novo produto que acarrete mudanças no processo. Novos resíduos provenientes da nova atividade

Fonte: PROCEDIMENTO GAIA – GERENCIAMENTO DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS, 2017

e) Frequência e Probabilidade

A **frequência** é a estimativa de quantas vezes ocorre um aspecto ambiental sob condições **operacionais planejadas**. A forma de avaliar a frequência está descrito conforme tabela 6.

Tabela 6 – Frequência.

Frequência	Critério	Pontuação
Baixa (B)	O aspecto ocorre pelo menos uma vez por mês ou maior frequência	1
Média (M)	O aspecto ocorre pelo menos uma vez por semana ou maior frequência	2
Alta (A)	O aspecto ocorre Contínua ou Diariamente	3

Fonte: PROCEDIMENTO GAIA – GERENCIAMENTO DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS, 2017

A **probabilidade** é a estimativa da possibilidade de ocorrer um **evento não planejado** que pode gerar impacto ao meio ambiente, conforme descritos na tabela 7.

Tabela 7 – Probabilidade.

Probabilidade	Critério	Pontuação
Baixa (B)	Pouco provável de ocorrer Histórico de ocorrências é muito baixo ou não há registro de ocorrência Impacto sem recorrência nos últimos 5 anos, ou ocorrência superior à 5 anos.	1
Média (M)	Infrequentes. Impacto com recorrência passada nos últimos 3 anos.	2
Alta (A)	Frequências constantes. Impacto com recorrência passada no último ano.	3

Fonte: PROCEDIMENTO GAIA – GERENCIAMENTO DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS, 2017

f) Escala ou Abrangência

É uma estimativa da área alcançada pelo aspecto ambiental podendo causar um impacto ambiental. A forma de avaliar a escala ou abrangência está descrito na tabela 8.

Tabela 8 – Escala ou Abrangência.

Escala ou Abrangência	Critério	Pontuação	Exemplo
Baixa (B) Local	Restrita ao local da ocorrência do aspecto ambiental na área local do equipamento ou instalação.	1	Geração do papel
Média (M) Entorno	Alcança grande extensão no interior da empresa, extrapolando o equipamento ou instalação, mas não se limita ao local de ocorrência e se restringe ao limite de propriedade da empresa	2	Queda de um tambor de óleo no interior da empresa. Poluição sonora causada por equipamento no interior da empresa e não há percepção de ruído nos limites da empresa.
Alta (A) Ampla	O aspecto ambiental extrapola os limites da empresa	3	Emissões atmosféricas Vazamento de óleo pela galeria pluvial sendo lançado diretamente no rio, etc. Descarte de efluente líquido em rede pública ou rio

Fonte: PROCEDIMENTO GAIA – GERENCIAMENTO DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS, 2017

g) Severidade

A Severidade representa dimensão do dano ambiental, sendo influenciada pela natureza do aspecto ambiental que gerou tal dano, conforme descritos na tabela 9.

Tabela 9 – Severidade.

Severidade	Critério					Pontuação
	Diminuição Recursos	Contaminação do Solo, Água ou Ar	Danos à vizinhança	Danos à Fauna	Danos à Flora	
Baixa (B)	Recurso renovável ou Recurso não renovável, mas não há possibilidade de esgotamento do mesmo.	Contaminação por material não perigoso e não inerte Resíduos de classe II-A (NBR 10004) Ex. papel		Intervenção no habitat ou interferência nos hábitos de espécies exóticas, não protegidas por lei e/ou abundantes	Supressão de espécies exóticas, não protegidas por lei e/ou abundantes	1

Média (M)	Recurso não renovável e há perspectiva de esgotamento do mesmo no médio prazo	Contaminação por substâncias inertes Resíduos de classe II-B (NBR 10004) Ex. plástico	Incômodo, perturbação ou danos materiais	Intervenção no habitat ou interferência nos hábitos nativas e/ou pouco abundantes	Supressão de espécies nativas e/ou pouco abundantes	2
Alta (A)	Recurso não renovável e há perspectiva de esgotamento do mesmo no curto prazo	Contaminação por substâncias inflamáveis, perigosas, combustíveis, tóxicas ou patogênicas Resíduos de classe I (NBR 10004)	Óbito de pessoas ou ferimentos graves de pessoas	Intervenção no habitat ou interferência nos hábitos de espécies conhecidas como ameaçadas de extinção.	Supressão de espécies em floresta considerada de preservação permanente, protegidas por lei ou raras;	3

Fonte: PROCEDIMENTO GAIA – GERENCIAMENTO DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS, 2017

De acordo com a classificação de cada indicador foi definido se o impacto ambiental se classifica como: Fraco, Moderado ou Crítico. Seguindo a matriz de significância dos impactos disponível na tabela 10.

Tabela 10 – Matriz de Significância dos Impactos Ambientais.

Escala	Frequência /Probabilidade	Severidade				
		1 - Inofensivo	2 - Fraco	3 - Moderado	4 - Sério	5 - Catastrófico
Local 1 -	1 - Baixa	Fraco	Fraco	Fraco	Moderado	Moderado
	2 - Média	Fraco	Fraco	Moderado	Moderado	Moderado
	3 - Alta	Fraco	Moderado	Moderado	Moderado	Crítico
Region 2 -	1 - Baixa	Fraco	Fraco	Moderado	Moderado	Moderado
	2 - Média	Fraco	Moderado	Moderado	Moderado	Crítico
	3 - Alta	Moderado	Moderado	Moderado	Crítico	Crítico
Global 3 -	1 - Baixa	Fraco	Moderado	Moderado	Moderado	Crítico
	2 - Média	Moderado	Moderado	Moderado	Crítico	Crítico
	3 - Alta	Moderado	Moderado	Crítico	Crítico	Crítico

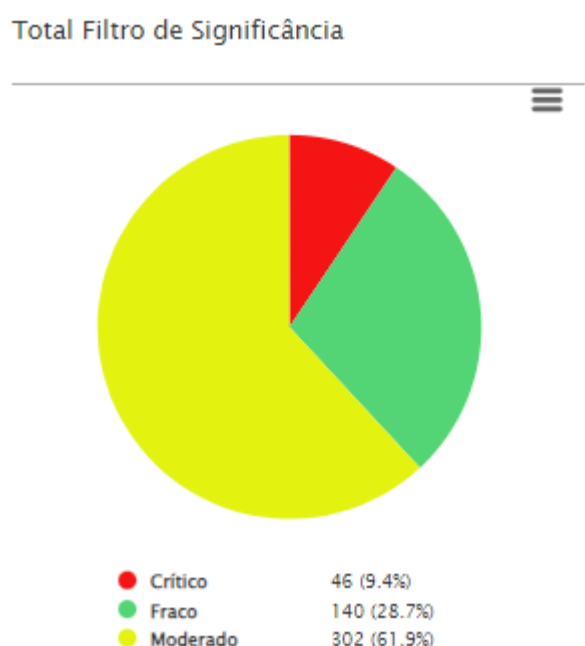
Fonte: Autoria Própria.

5 RESULTADOS

5.1 Impactos Significativos

Através do levantamento feito in-loco nas 13 das 14 áreas críticas da fábrica, conforme apresentado anteriormente na figura 4, sendo que não foi possível realizar na área da Usinagem pois o trabalho foi entregue antes do término do cronograma apresentado na tabela 1, sendo assim foram obtidos os seguintes resultados conforme apresentado na figura 6 provenientes das atividades do processo de fundição de ferro e aço.

Gráfico 1 – Total do Filtro de Significância dos Impactos Ambientais.



Fonte: Sistema LAIA – SOGI.

Das áreas críticas avaliadas, tivemos um total de 488 impactos ambientais levantados, sendo que 46 (9,4%) foram definidos como significativos.

A matriz apresentada na tabela 11 mostra onde cada um dos impactos levantados se encaixou de acordo com a situação avaliada em cada indicador, fazendo a correlação entre a escala ou abrangência do impacto, a frequência e a severidade.

Tabela 11 – Matriz Total do Filtro de Significância dos Impactos Ambientais.

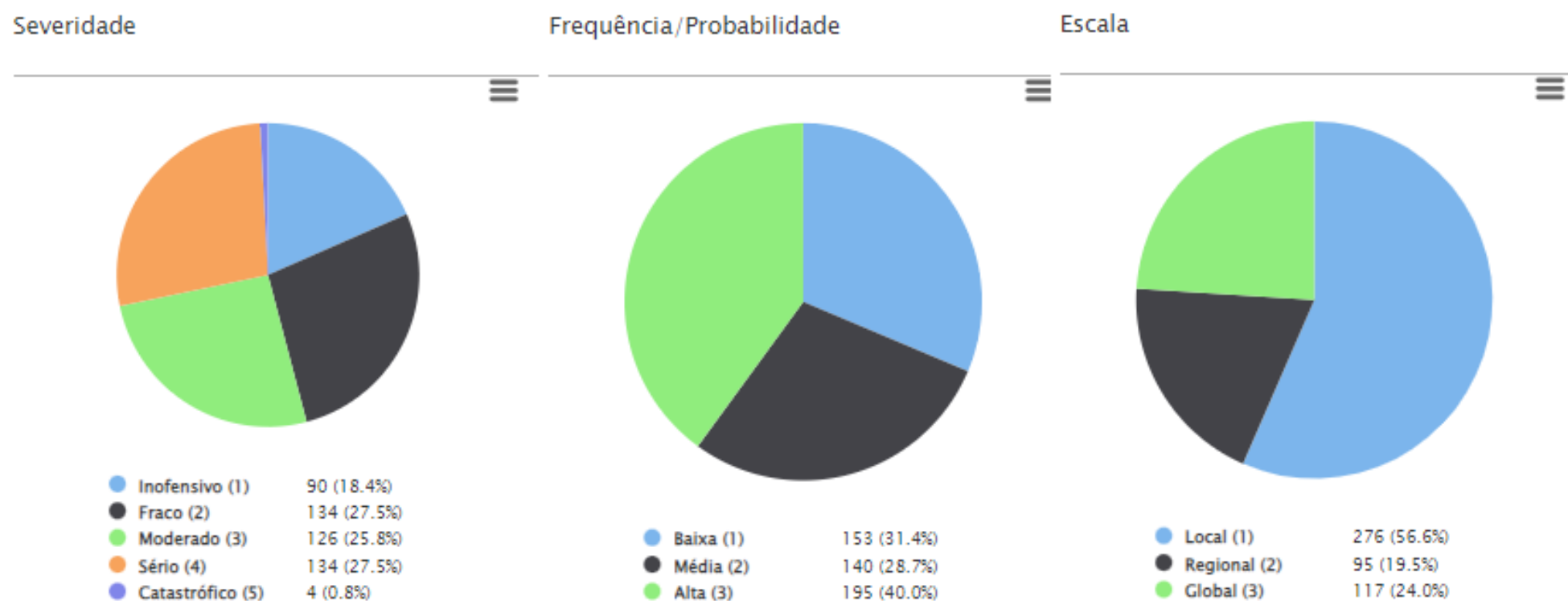
Matriz de resultados: Total Filtro de Significância

		Severidade				
Escala	Frequência/Probabilidade	1 - Inofensivo (1)	2 - Fraco (2)	3 - Moderado (3)	4 - Sério (4)	5 - Catastrófico (5)
1 - Local (1)	1 - Baixa (1)	Fraco: 92	Fraco: 13	Fraco: 17	Moderado: 28	Moderado: 1
	2 - Média (2)	Fraco: 16	Fraco: 39	Moderado: 12	Moderado: 37	Moderado: 0
	3 - Alta (3)	Fraco: 14	Moderado: 42	Moderado: 36	Moderado: 21	Crítico: 0
2 - Regional (2)	1 - Baixa (1)	Fraco: 0	Fraco: 6	Moderado: 4	Moderado: 15	Moderado: 5
	2 - Média (2)	Fraco: 0	Moderado: 3	Moderado: 9	Moderado: 15	Crítico: 2
	3 - Alta (3)	Moderado: 0	Moderado: 20	Moderado: 14	Crítico: 6	Crítico: 0
3 - Global (3)	1 - Baixa (1)	Fraco: 1	Moderado: 2	Moderado: 0	Moderado: 3	Crítico: 1
	2 - Média (2)	Moderado: 0	Moderado: 5	Moderado: 32	Crítico: 11	Crítico: 0
	3 - Alta (3)	Moderado: 1	Moderado: 34	Crítico: 19	Crítico: 23	Crítico: 0

Fonte: Sistema LAIA – SOGI.

Os gráficos da figura 7 mostram os impactos ambientais por severidade, probabilidade e escala. Com relação a severidade a empresa tem 4 cenários que poderiam ser catastróficos e precisam estar monitorados e com planos de emergência para mitigação, com relação a probabilidade a empresa tem a maior parte dos impactos acontecendo com alta frequência e quanto a escala, a maioria dos impactos está restrito ao local da empresa.

Gráfico 2 – Impactos Ambientais por severidade, probabilidade e escala.



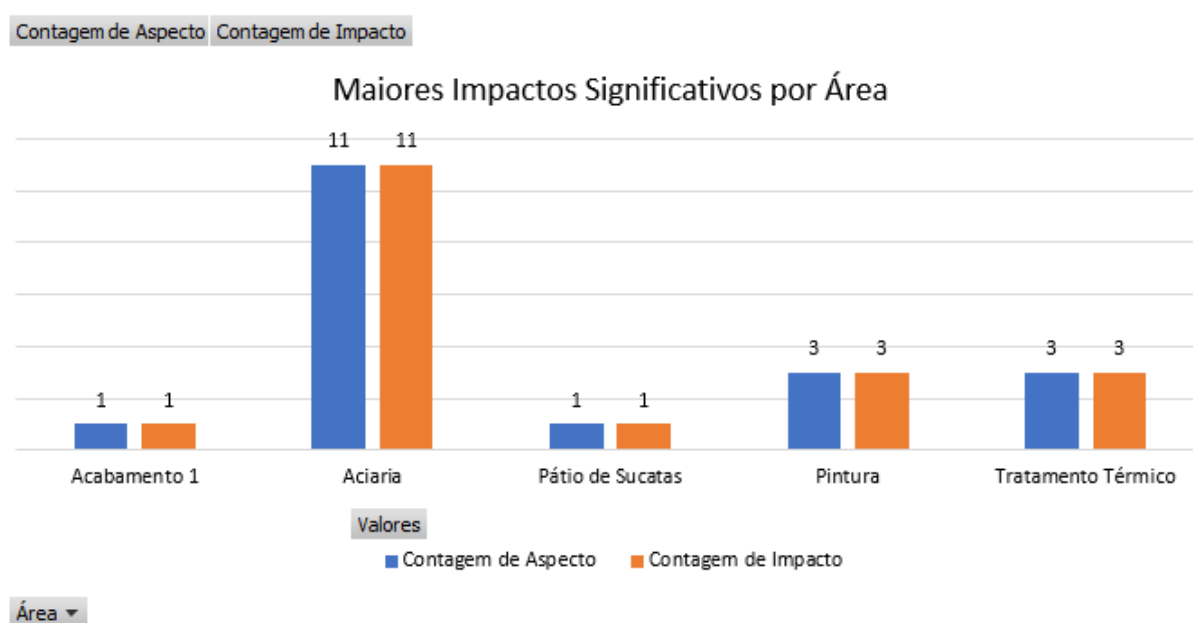
Fonte: Sistema LAIA – SOGI.

De todos os impactos ambientais significativos levantados, foi definido os 19 que obtiveram uma maior relevância dentro dos parâmetros avaliados, sendo estes:

- Frequência/Probabilidade = 3 (Alta)
- Escala/Abrangência = 3 (Global)
- Severidade = 4 (Sério)

Dentre os impactos selecionados foram feitas análises com relação a área com maior incidência destes impactos conforme figura 8, onde foi observado a Aciaria como sendo a área ambientalmente mais crítica da fundição.

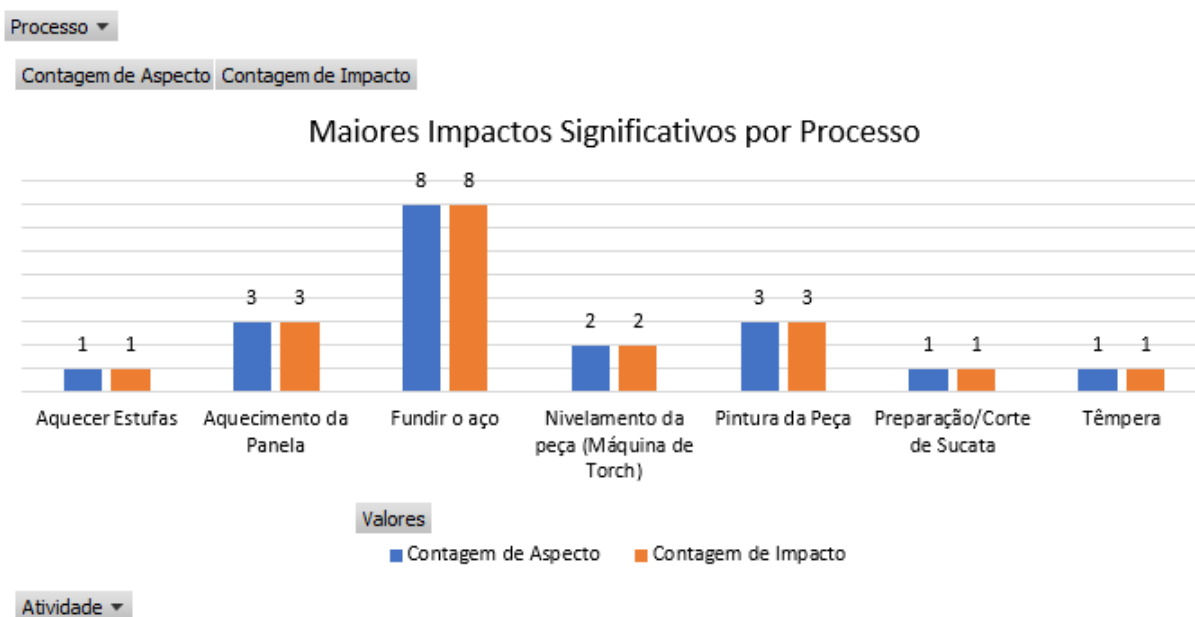
Gráfico 3 – Maiores Impactos Ambientas Significativos por área



Fonte: Autoria Própria.

Também foi feita a classificação dos impactos por processo, e dentro da Aciaria o processo de fusão do aço apresentou maior relevância, conforme figura 9.

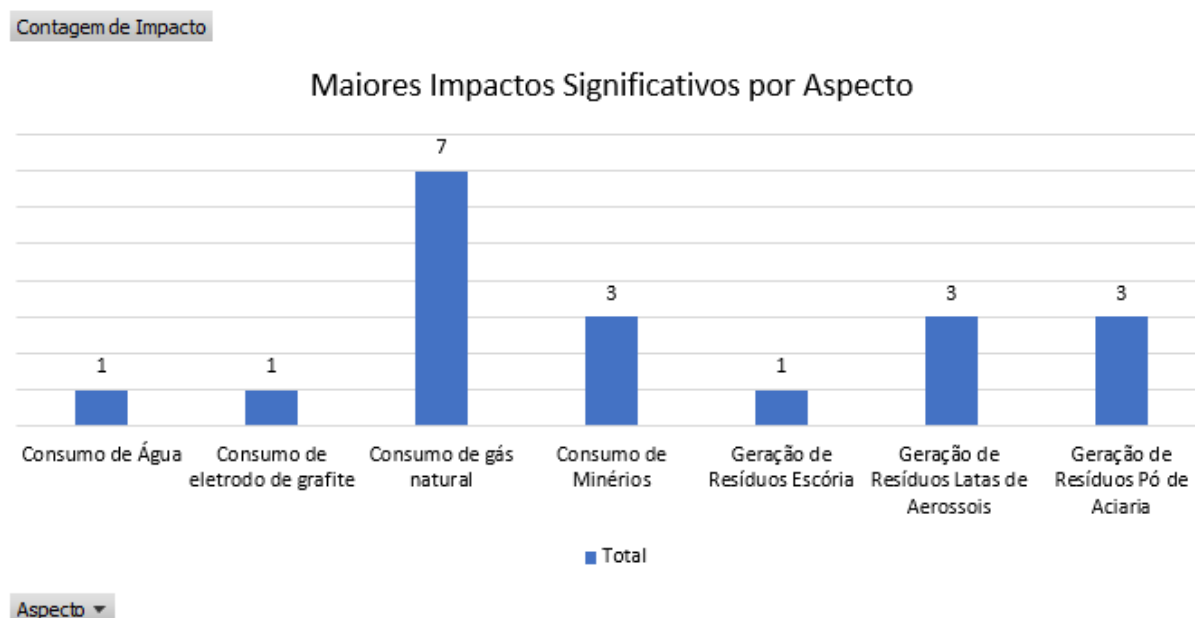
Gráfico 4 – Maiores Impactos Ambientas Significativos por processo.



Fonte: Autoria Própria.

Outra análise foi a de impacto por aspecto ambiental, que conforme figura 10, mostra que hoje o maior impactante ambiental na indústria de fundição é o consumo de combustível fóssil, no caso o gás natural. E vale destacar a emissão de material particulado (Pó de Aciaria) proveniente do processo de fusão.

Gráfico 5 – Maiores Impactos Ambientais Significativos por Aspecto.

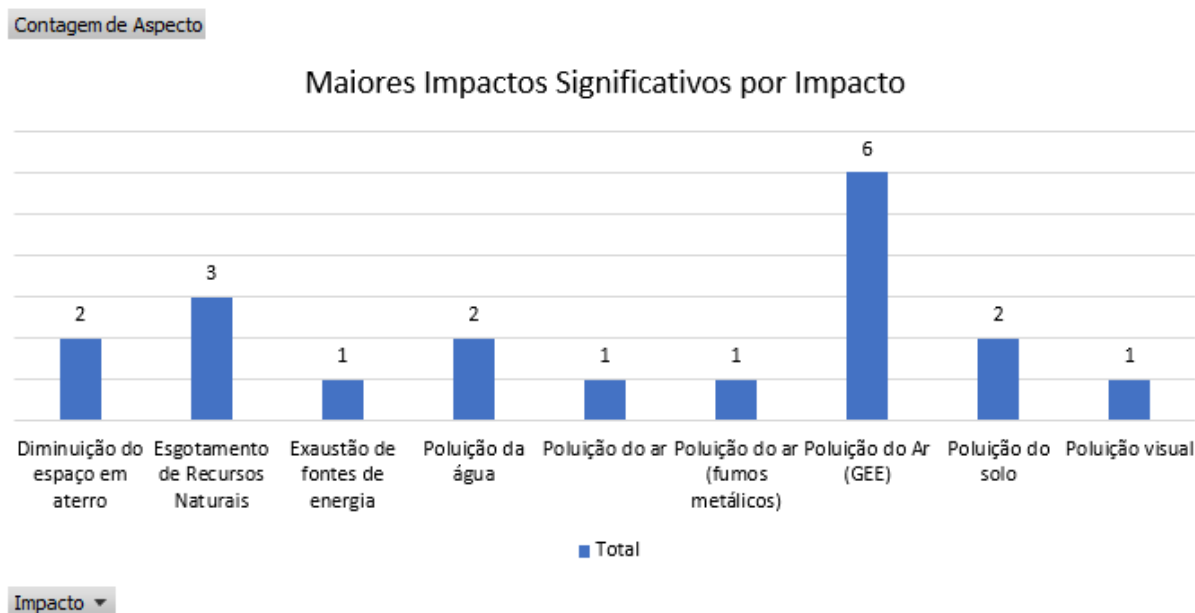


Fonte: Autoria Própria.

Por último foi feita a análise de impacto significativo mais frequente dentre os maiores selecionados, conforme figura 11 a poluição do ar e o uso de recursos

naturais são atualmente os focos de atuação que a empresa deve ter para desenvolver ações que visem eliminar ou mitigar os riscos ao meio ambiente envolvendo estes impactos.

Gráfico 6 – Maiores Impactos Ambientas Significativos por Impacto.



Fonte: Autoria Própria.

5.2 Indicadores de Desempenho Ambiental

Foi definido como um dos indicadores principais de desempenho ambiental da fábrica, a porcentagem de impactos significativos do processo que dispõe de controle operacional, este indicador contribui para uma matriz de desempenho ambiental que avalia o SGA ao longo dos meses.

6 DISCUSSÃO

A tabela 12 evidência cada atividade, aspecto e impacto atrelado ao processo que gerou os impactos ambientais significativos selecionados mencionados acima.

Tabela 12 – Processo, atividade, aspecto e impacto ambiental significativo.

Processo	Atividade	Aspecto	Impacto
Acabamento da Peça	Nivelamento da peça (Máquina de Torch)	Consumo de gás natural	Poluição do Ar (GEE)
Preparação Painéis	Aquecimento da Painel	Consumo de gás natural	Esgotamento de Recursos Naturais
Preparação Painéis	Aquecimento da Painel	Consumo de gás natural	Exaustão de fontes de energia
Preparação Painéis	Aquecimento da Painel	Consumo de gás natural	Poluição do Ar (GEE)
Preparação/Fundição do Aço	Fundir o aço	Consumo de eletrodo de grafite	Poluição do Ar (GEE)
Preparação/Fundição do Aço	Fundir o aço	Consumo de Minérios	Esgotamento de Recursos Naturais
Preparação/Fundição do Aço	Fundir o aço	Consumo de Minérios	Poluição do ar (fumos metálicos)
Preparação/Fundição do Aço	Fundir o aço	Consumo de Minérios	Poluição visual
Preparação/Fundição do Aço	Fundir o aço	Geração de Resíduos Escória	Diminuição do espaço em aterro
Preparação/Fundição do Aço	Fundir o aço	Geração de Resíduos Pó de Aciaria	Poluição da água
Preparação/Fundição do Aço	Fundir o aço	Geração de Resíduos Pó de Aciaria	Poluição do ar
Preparação/Fundição do Aço	Fundir o aço	Geração de Resíduos Pó de Aciaria	Poluição do solo
Recebimento/Preparação de Sucata	Preparação/Corte de Sucata	Consumo de gás natural	Poluição do Ar (GEE)
Pintura das peças	Pintura da Peça	Geração de Resíduos Latas de Aerossóis	Diminuição do espaço em aterro
Pintura das peças	Pintura da Peça	Geração de Resíduos Latas de Aerossóis	Poluição da água
Pintura das peças	Pintura da Peça	Geração de Resíduos Latas de Aerossóis	Poluição do solo

Torchão	Nivelamento da peça (Máquina de Torch)	Consumo de gás natural	Poluição do Ar (GEE)
Tratamento Térmico da Peça	Aquecer Estufas	Consumo de gás natural	Poluição do Ar (GEE)
Tratamento Térmico da Peça	Têmpera	Consumo de Água	Esgotamento de Recursos Naturais

Fonte: Autoria própria.

6.1 Impactos Ambientais com Controle Operacional e Planos de Ação em Andamento

Dos 19 Impactos Ambientais mais significativos do processo de fundição da indústria avaliada, podemos ver que a grande maioria é proveniente do setor da Aciaria, que é a atividade essencial do processo, onde acontece a fusão do metal, os principais problemas da fusão é a queima de combustíveis fósseis, neste caso o Gás Natural e a emissão de materiais particulados que são a mistura de sólidos e líquidos capazes de permanecer em suspensão, afetando a saúde dos funcionários e meio ambiente.

A CETESB exige como uma das condicionantes da Licença de Operação da fábrica o monitoramento da taxa de emissão destes materiais particulados, devendo ser apresentado o laudo anualmente ao órgão ambiental.

O principal equipamento de controle da poluição para este setor é o sistema de ventilação e exaustão, ao qual juntos permitem a captura destes materiais particulados e a filtragem por meio de filtros manga do resíduo denominado “pó de aciaria”, classificado como perigoso devido a teor significativo de chumbo em sua composição (Classe I), que posteriormente tem destinação a indústria de beneficiamento que aproveita dos metálicos presentes no resíduo para fabricação de briquetes para reutilização por outras fundições menores que não necessitam de um ferro nobre (com alto teor de ferro na composição).

No caso da redução do impacto atrelado ao esgotamento de recursos naturais proveniente do uso de minérios, a fábrica avaliada hoje utiliza em cerca de 90% da composição de suas ligas a sucata metálica, principalmente a sucata de oxi-corte, e peças de produção própria provenientes de logística reversa, tornando-a assim uma empresa recicladora.

Quanto ao risco de poluição da água e solo, todo o setor é impermeabilizado e detem de contenções para caso de derramamento em todas as etapas do processo e

um Plano de Atendimento a Emergências (PAE) que contempla os cenários de emergências ambientais e que a brigada recebe treinamento anualmente em pelo menos 1 cenário ambiental, além do armazenamento dos resíduos de acordo com as legislações e normas ABNT vigentes.

Os resíduos contaminados e classificados como Classe I (perigosos), são destinados a tratamentos adequados e que priorizem a reciclagem do material após processo de descontaminação para reinseri-lo no mercado, sendo que, em 2022 apenas 0,3% de todos os resíduos gerados na unidade foram para Aterro Sanitário, no caso de telhas de amianto (material nocivo a saúde) que não tem tecnologia atualmente disponível para sua reciclagem, com um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) para orientar sobre o correto manuseio, descarte, transporte e destinação final padronizado nos setores da fábrica.

A escória, é o principal resíduo deste setor, hoje ela compoe 45% da geração total de resíduos anual da fábrica, sendo um grande desafio para as indústrias metalúrgicas no geral, no caso analisado a fábrica destina a escória classificada como Classe IIA (não-inerte) para uma empresa recicladora que faz a separação do metal para venda, e tratamento da escória para utilização na indústria de cimento para fabricação do cimento portland.

Quanto a emissão de gases de efeito estufa (GEE) proveniente da queima do gás natural nos setores da aciaria na fusão, tratamento térmico nas estufas, acabamento nas máquinas de torch e pátio de sucatas nos maçaricos de corte, a empresa é signataria do pacto global no combate as mudanças climáticas e tem metas de redução de gases de efeito estufa do escopo 1 (provenientes do processo produtivo) para zero até 2030.

Hoje, além de dispor de equipamentos de alta eficiencia para redução do consumo do gás natural, busca constantemente alternativas no mercado para redução de emissões, como a troca do combustível para o biometano e a aquisição dos certificados de origem renovável do gás (GAS-Rec), que é também uma maneira de diminuir o uso de fontes naturais esgotáveis de energia.

O consumo de água atrelado ao tratamento térmico da peça é um impacto significativo devido a contratação de caminhão pipa (água potável para abastecimento), existem planos de ação focados na substituição desta água por água de reuso, sendo ela proveniente das chuvas, onde já fazem a captação no tanque por meio de projeto de captação de telhado no local e planos de aumentar a captação

para aumentar o volume de água não nobre no local, e também projetos de reaproveitamento de efluentes sanitários para zerar o uso de água potável para o tratamento das peças.

6.2 Impactos Ambientais sem Controle Operacional e Planos de Ação Definidos

Atualmente, o único impacto ambiental que não dispões de controle de poluição próprio é a atividade de “torchão” no tratamento térmico, onde devido ao local não ter sistema de exaustão próprio e depender dos sistemas gerais da fábrica, que não são suficientes para realizar a captação eficiente do poluente emitido pela atividade, é um risco para saúde dos trabalhadores e do meio ambiente.

O projeto de LAIA desenvolvido trouxe o reconhecimento desta problemática e, com isso, iniciou-se o planejamento para adequar esta irregularidade.

6.3 Sugestões de Melhoria

Para tratar a problemática envolvida na atividade de torchão é recomendado o uso de sistema de exaustão projetado propriamente no local desta atividade com ventilação e filtros do tipo manga para remoção das partículas sólidas, ou mudança de local da atividade de maneira a deixa-la em lugar apropriado para que esteja ao alcance de um exaustor suficientemente mais eficaz na captação e tratamento destes particulados.

Quanto ao uso de recursos naturais como gás natural, a empresa poderia buscar soluções no investimentos em energias renováveis como a solar, visto que está uma região de alta irradiação solar, e dispoe de terreno a céu aberto e com cobertura para instalação de placas fotovoltaicas que podem ajudar na diminuição do uso desta fonte esgotável. E quanto aos minérios, trabalhar no processo de fundição para evoluir na utilização de sucata metálica na fusão da liga, sem comprometer a qualidade do produto final, ou o uso de briquetes provenientes de indústrias de beneficiamento de resíduos seria uma maneira de mitigar sua pegada de carbono e contribuir com a preservação do meio ambiente.

7 CONCLUSÃO

O levantamento realizado, que tinha como objetivo a identificação dos principais impactos ambientais de uma indústria metalúrgica, mostra que o principal meio afetado pela indústria de fundição é o atmosférico, devido as emissões de material particulado e queima de combustíveis fósseis durante as etapas do processo, a geração de resíduo de areia de fundição e escória é algo preocupante também, visto que para o tipo de peça fabricada nesta indústria do estudo necessita que o processo seja com utilização de areia. O estudo permite levantar os principais pontos que a empresa deve se preocupar com a prevenção a poluição e oportunidades de melhoria de processo para redução do impacto ambiental.

Os impactos ambientais sem controle operacional devem ser priorizados, elaborando-se planos de ação para mitigar ou eliminar o risco de contaminação ambiental, e os processos podem ser reavaliados ou melhorados com novos equipamentos, combustíveis ou matéria prima em busca da melhoria continua que consequentemente gera uma redução de custos e danos ao meio ambiente.

Futuramente a empresa pode estudar meios de trocar os equipamentos à gás por equipamentos elétricos e investir em energia renovável e limpa como a solar e a eólica, além de elaborar projetos de compensação ambiental visando zerar as emissões provenientes de escopo 1, que são aquelas provenientes da operação da empresa, este seria o primeira passo para atingir o marco de empresa carbono neutro que é uma das metas corporativas internas.

A revisão periódica do LAIA permitirá que frequentemente a empresa atualize-se quanto a mudanças nas atividades ou processos e identifique novos aspectos e impactos anteriormente não levantados, e continue contribuindo com a preservação do meio ambiente e atendimento a normas e legislações vigentes.

REFERÊNCIAS

Associação Brasileira de Normas Técnicas **ISO 14001 Sistemas de gestão ambiental — Requisitos com orientações para uso**. 3 Ed. Rio de Janeiro, 2015.

Brazilian Journal of Development - **Métodos de avaliação de impactos ambientais: uma revisão bibliográfica**. v.7, n.4, p. 38039-38070 abril 2021.

Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social - **Indústria de fundição: situação atual e perspectivas**. BNDES Setorial 33, p. 121-162, 2011.

CHIAVERINI, V. Aços e Ferros Fundidos. 7 ed. São Paulo: Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais, 1998. 599p.

Resolução CONAMA Nº 001, de 23 de janeiro de 1986. CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.siam.mg.gov.br/sla/download.pdf?idNorma=8902>> Acesso em: 17 de Outubro 2022.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Guia de Boas Práticas do Setor de Fundição**. [Belo Horizonte]: FIEMG, 2019.

MARQUES, B.C; MURINI, L.T. **Avaliação de Impactos Ambientais e Plano de Controle Ambiental para Empresa de Beneficiamento de Minério**, 2018. TCC (Bacharelado em Administração) – Faculdade de Ciências Contábeis e Administrativas de Cachoeiro de Itapemirim – FACCACI, Cachoeiro de Itapemirim. Disponível em: <<https://www.faccaci.edu.br/arquivos/tcc-2018/AVALIACAO-DE-IMPACTOS-AMBIENTAIS-E-PLANO.pdf>> Acesso em: 17 de Outubro 2022.

VEIGA, F. **Avaliação dos Aspectos e Impactos Ambientais da Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus Londrina**, 2016. 65f. TCC (Bacharelado em Engenharia Ambiental) – Faculdade de Engenharia Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina. Disponível

em:

<https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/12043/3/LD_COEAM_2016_1_08.pdf> Acesso em: 17 de Outubro 2022.

NICOLELLA, Gilberto; MARQUES, João Fernando; SKORUPA, Ladislau Araújo. **Sistema de gestão ambiental: aspectos teóricos e análise de um conjunto de empresas da região de Campinas**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente 2004. Disponível em: <<https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=BR2004114528>>. Acesso em: 17 outubro 2022.

PROCEDIMENTO GAIA – GERENCIAMENTO DE ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS, 2017. Disponível em: <https://s3-us-west-2.amazonaws.com/ungc-production/attachments/cop_2018/455461/original/PG_SGI_15_-_GAIA_Gerenciamento_de_aspectos_e_impactos_ambientais.pdf?1516703463> Acesso em: 18 Outubro 2022.

Sánchez, Luis Enrique. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos** 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

Gretchen A. Miller **Extension of ISO 14001 Environment Management System for the Metal Casting Industry to Include Greenhouse Gas Emissions**. Mestre em Ciência Programa de Engenharia Industrial, Colégio de Engenharia da Universidade Estadual da Pensilvânia, University Park: 2009.

J. Nouri and S. Toutounchian **Application of environmental management system – ISO 14001: 1996, in urban environment and municipalities**, International Journal of Environmental Science & Technology Vol. 1, No. 2, pp. 109-117, Summer 2004