



UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO – UFOP
ESCOLA DE MINAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO



**ANÁLISE DA PERCEPÇÃO AMBIENTAL DOS COLABORADORES DE
UMA USINA SIDERÚRGICA EM MINAS GERAIS**

IOLANDA MENDES GALDINO DE SOUZA MONTEIRO

**OURO PRETO - MG
2022**

IOLANDA MENDES GALDINO DE SOUZA MONTEIRO

iolanda.monteiro@ufop.aluno.edu.br

**ANÁLISE DA PERCEPÇÃO AMBIENTAL DOS COLABORADORES DE
UMA USINA SIDERÚRGICA EM MINAS GERAIS**

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Engenharia Produção da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito para a obtenção do título de Engenheiro de Produção.

Professor(a) orientador(a): Bruna de Fátima Pedrosa Guedes Flausino

**OURO PRETO – MG
2022**



FOLHA DE APROVAÇÃO

Iolanda Mendes Galdino de Souza Monteiro

ANÁLISE DA PERCEPÇÃO AMBIENTAL DOS COLABORADORES DE UMA USINA SIDERURGICA EM MINAS GERAIS

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro de Produção

Aprovada em 21 de junho de 2022

Membros da banca

D.Sc. - Bruna de Fátima Pedrosa Guedes Flausino - Orientadora - Universidade Federal de Ouro Preto
D.Sc. - Gustavo Nikolaus Pinto de Moura - Universidade Federal de Ouro Preto
M.Sc. - Fidellis Bitencourt Gonzaga Louzada e Estanislau

Bruna de Fátima Pedrosa Guedes Flausino, orientadora do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 20/06/2022



Documento assinado eletronicamente por **Bruna de Fatima Pedrosa Guedes Flausino, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 21/06/2022, às 14:06, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Fidellis Bitencourt Gonzaga Louzada e Estanislau, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 21/06/2022, às 14:46, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Gustavo Nikolaus Pinto de Moura, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 21/06/2022, às 18:01, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0348266** e o código CRC **8C24965E**.

AGRADECIMENTO

À Deus por sempre guiar o meu caminho.

À minha família, em especial meus pais Airton e Irene por todo apoio, incentivo e por sempre acreditarem em mim.

À minha orientadora Bruna Flausino por toda paciência, dedicação, afeto e incentivo durante o desenvolvimento deste trabalho.

À UFOP pelo ensino de qualidade e aos professores, por todo conhecimento transmitido.

Ao Lucas, por toda escuta ativa e apoio nesta trajetória e aos amigos Thaís, Fernando e Karol que tornaram esta jornada mais leve.

RESUMO

Com o avanço da globalização e o impacto da revolução industrial na vida moderna, notou-se a grande expansão dos centros industriais que, além do retorno financeiro, acabou trazendo, de forma diretamente proporcional, o aumento da poluição ambiental. A questão ambiental, por sua vez, passou a fazer parte das preocupações na busca pelo desenvolvimento econômico e industrial, somente a partir dos anos 1960 e, desde então, vem galgando território no setor produtivo (público e privado). O impacto ambiental das grandes empresas tem ganhando notoriedade nos últimos anos, o que além do cumprimento aos requisitos legais pertinentes ao tema, gerou o aumento da busca por programas de gestão ambiental com o objetivo de controlar, minimizar e/ou gerenciar os riscos tecnológicos e ambientais. Nesse contexto, o presente estudo traz a percepção de colaboradores de uma empresa de grande porte do ramo siderúrgico, que atuam no processo de redução, a respeito da gestão ambiental desenvolvida pela mesma. Para tanto, foi realizada uma pesquisa exploratória, quantitativa e qualitativa relativa ao tema. A análise contou com formulário elaborado e aplicado pela própria empresa, por meio dos responsáveis da área de Meio Ambiente. Contemplando componentes ambientais do solo, da água e do ar, além de questões referentes ao direito ambiental, a amostra totalizou 52 respostas (10,19% do total de colaboradores). Os resultados mostraram que os colaboradores não apresentam total clareza sobre o desempenho ambiental da empresa estudada identificando os mesmos temas e ações ora como algo bem desempenhado, ora como algo com mal desempenho. Isso comprovou-se no índice de 50% dos entrevistados, que indicaram a falta de treinamento em gestão ambiental. Outro ponto importante identificado foi quanto a gestão de riscos, que revelou um conhecimento acerca do Plano de Atendimento a Emergências – PAE de apenas 11% dos entrevistados. Essas e outras constatações podem estar relacionadas tanto à forma como as questões foram aplicadas, quanto à carência na compreensão da temática ambiental abordada. Portanto, ressalta-se que a gestão ambiental precisa ser compreendida como um pilar estratégico para a evolução do negócio.

Palavras-chave: Siderurgia Integrada. Impactos Ambientais. Redução. Emissões de CO₂. Gestão Ambiental.

ABSTRACT

With the advance of globalization and the impact of the industrial revolution on modern life, there was a great expansion of industrial centers that, in addition to the financial return, ended up bringing, in a directly proportional way, the increase in environmental pollution. The environmental issue, in turn, became part of the concerns in the search for the of economic and industrial development, only from the 1960s onwards and, since then, it has been gaining ground in the productive sector (public and private). The environmental impact of large companies has gained notoriety in recent years, which, in addition to complying with the legal requirements relevant to the subject, has generated an increase in the search for environmental management programs with the objective of controlling, minimizing and/or managing technological and environmental. In this context, the present study brings the perception of employees of a large company in the steel industry, who work in the reduction process, regarding the environmental management developed by it. Therefore, an exploratory, quantitative and qualitative research was carried out on the topic. The analysis had a form prepared and applied by the company itself, through those responsible for the Environment area. Contemplating environmental components of soil, water and air, in addition to questions related to environmental law, the sample totaled 52 responses (10.19% of the total number of employees). The results showed that employees do not have complete clarity about the environmental performance of the company studied, identifying the same themes and actions sometimes as something well performed, sometimes as something with poor performance. This was confirmed by the rate of 50% of respondents, who indicated the lack of training in environmental management. Another important point identified was about risk management, which revealed knowledge about the Emergency Response Plan - PAE of only 11% of respondents. These and other findings may be related both to the way the questions were applied and to the lack of understanding of the environmental issue addressed. Therefore, it is emphasized that environmental management needs to be understood as a strategic pillar for the evolution of the business.

Keywords: Integrated Steel Industry. Environmental impacts. Reduction. CO2 emissions. Environmental management.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma de usina integrada.....	11
Figura 2 – Tratamento da matéria-prima: minério de ferro para produção de ferro gusa.....	12
Figura 3 - Função dos colaboradores entrevistados.....	25
Figura 4 - Expressões e/ou conceitos ambientais mais conhecidos.....	26
Figura 5 - Principal impacto ambiental gerado pela empresa.....	27
Figura 6 - Ação adotada em caso de emergência ambiental.....	27
Figura 7 - Relação entre bom e mal desempenho ambiental.....	28
Figura 8 - Maiores dificuldades para a atuação em questões ambientais.....	29
Figura 9 - Impactos ambientais que incomodam os colaboradores.....	30
Figura 10 - Impactos ambientais que mais incomodam os colaboradores.....	30
Figura 11 - Impactos ambientais que não incomodam os colaboradores.....	30
Figura 12 - Necessidade de esclarecimento sobre as questões ambientais.....	31

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Questionário aplicado aos colaboradores da área de Redução.....	6
---	---

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Objetivos.....	2
1.1.1 Objetivo geral	2
1.1.2 Objetivos específicos	2
1.2 Justificativa	2
1.3 Estrutura do Trabalho.....	3
2 METODOLOGIA.....	5
3 REFERENCIAL TEÓRICO	9
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	32
6 REFERENCIAS.....	34

1 INTRODUÇÃO

Atualmente as corporações tem adequado as suas operações a fim de estarem alinhadas com as práticas ESG – *Enviromental, social and governance* (Governança ambiental, social e corporativa), tal prática é utilizada para indicar quais empresas adaptaram suas produções a fim de minimizar seus impactos no meio ambiente, bem como o apoio aos movimentos sociais e a transparência em seus negócios.

Neste contexto, a redução dos impactos ambientais se tornou uma pauta essencial na composição das estratégias das empresas, uma vez que, o desenvolvimento econômico vinculado com a consciência ambiental se tornou um diferencial de mercado. Com isso, as empresas têm buscado empregar de forma racional os recursos utilizando alternativas sustentáveis.

Desse modo, a organização tem como aliado o Sistema de Gestão Ambiental (SGA) que é visto como o primeiro passo das empresas em busca do desenvolvimento sustentável, sendo fundamentado pela ISO14001, série de normas que estabelece requisitos mínimos para a certificação ambiental nas organizações. Este modelo sustentável permite a gestão dos impactos gerados pelo processo produtivos, através de práticas, diretrizes, políticas, entre outros documentos e ações que possuem o intuito de proporcionar uma evolução no desempenho da organização.

De acordo com Donaire (2012) os benefícios oriundos da implementação de um SGA em sua grande maioria refletem benefícios econômicos, como a redução de custos através de redução de água e insumos, energia, venda de coprodutos gerados nos processos industriais, reciclagem e benefícios estratégicos onde são contemplados ganhos de produtividade e desempenho ambiental, melhora da imagem da organização e relação como órgãos ambientais, adequação de legislação, entre outros.

Diante disso, o estudo da percepção ambiental é essencial para que se possa compreender as inter-relações entre o ser humano e o ambiente. Entender a forma como os colaboradores de empresas enxergam o meio ambiente e o sistema de gestão ambiental é fundamental para que as empresas tenham ações sistêmicas e efetivas para avançar na temática ambiental.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Analisar a percepção de colaboradores de uma empresa de grande porte do ramo siderúrgico, que atuam no processo de redução, a respeito da gestão ambiental desenvolvida pela mesma.

1.1.2 Objetivos específicos

- Realizar pesquisa bibliográfica sobre a inserção das preocupações ambientais no setor produtivo, com foco na postura empresarial adotada ao longo dos anos;
- Apresentar os processos produtivos desenvolvidos na obtenção do ferro-gusa, destacando aqueles pertinentes à redução do minério de ferro, em que se concentra o presente trabalho;
- Identificar os principais aspectos e impactos da redução, bem como a relação desse setor no tocante às mudanças climáticas;
- Apresentar trabalho desenvolvido pela equipe de gestão ambiental da empresa em estudo;
- Identificar a qualidade das informações ambientais dos colaboradores do setor de redução de uma empresa siderúrgica localizada no interior do estado de Minas Gerais;
- Analisar os resultados obtidos junto aos colaboradores do setor de produção da siderúrgica, a fim de construir a base necessária à apresentação dos resultados acerca da percepção ambiental.

1.2 Justificativa

A globalização e o impacto da revolução industrial na vida moderna, notou-se a grande expansão dos centros industriais, trazendo dessa forma maior retorno financeiro, contudo de forma diretamente proporcional esse cenário contribui para o aumento da poluição ambiental. A questão ambiental, por sua vez, passou a fazer parte das preocupações na busca pelo sonhado desenvolvimento econômico e industrial somente a partir dos anos 1960 e, desde então, vem galgando território no setor produtivo (público e privado). A preocupação com o desenvolvimento sustentável, além de ser requisito primordial no ambiente corporativo, possui regulamentação específica na área do direito ambiental. Nesse contexto é fácil vislumbrar normas e requisitos que as empresas devem cumprir assim como as medidas que devem ser implementadas. Nesse cenário, surgem os programas de gestão ambiental que visam contribuir para a preservação do meio ambiente, redução da geração de resíduos, potencialização do desenvolvimento empresarial sustentável assim como contribuir para um ambiente pautado em metas tangíveis.

No tocante ao ramo siderúrgico, dados estatísticos indicam que as siderúrgicas contribuem para um aumento de poluição do ar, da água e do solo. Não obstante, a preocupação com formas de controle da poluição, a minimização na geração de perdas no processo produtivo e o atendimento à legislação ambiental tem ganhado cada vez mais foco no ambiente industrial, em especial as reduções de emissão de gases de efeito estufa, ponto ao qual eleva a siderurgia a uma posição crucial visto que atualmente é um dos setores que mais contribuem para emissão de CO₂.

Conforme apresentado por Centro de Gestão de Estudos e Estratégicos (2010), a etapa de redução dentro da siderurgia nas usinas integradas a coque (composta de sinterização, coqueria e alto-forno), correspondem por cerca de 85% das emissões de CO₂. As emissões de CO₂ correspondem a questão ambiental que apresenta maior impacto no processo de fabricação de aço, a qual se dá devido à grande utilização de carbono ao longo da cadeia produtiva. O carbono se faz presente para geração de energia ou como redutor do minério de ferro durante o processo de combustão ocorrido na etapa de redução, que ao final do processo de queima não é totalmente absorvido pelo produto ferro-gusa, sendo parte enviado para a atmosfera em formato de dióxido de carbono (CO₂).

Segundo o *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC, 2014) a emissão de gases de efeito estufa deverá intensificar o aquecimento global e proverá mudanças significativas em todos os componentes climáticos, elevando a probabilidade de impactos graves e irreversíveis para o planeta. Desta forma, mitigar a mudança climática exige políticas e ações audaciosas em nível mundial, para de fato reduzir de forma substancial e sustentada as emissões de gases de efeito estufa. O dióxido de carbono permanece na atmosfera por séculos, o que impacta o sistema climático de forma duradoura.

O presente trabalho se justifica em evidenciar a qualidade da percepção dos colaboradores de uma empresa siderúrgica, localizada no estado de Minas Gerais, que atuam na área da redução, quanto a importância do desempenho do sistema de gestão ambiental.

1.3 Estrutura do trabalho

Esta monografia é estruturada em 5 capítulos, sendo o primeiro capítulo composto pela introdução, a qual contempla os objetivos e a justificativa do trabalho.

No segundo capítulo tem-se a metodologia empregada no desenvolvimento do trabalho, baseada em uma pesquisa exploratória, quantitativa e qualitativa de caráter não obrigatório.

No terceiro capítulo, intitulado de referencial teórico, é apresentado a base teórica do estudo, onde são apresentados conceitos referentes a temática ambiental, siderurgia integrada, gestão ambiental, postura ambiental no setor produtivo e a ISO 14000.

No quarto capítulo, apresenta-se os resultados e a discussão referente as análises realizadas após o tratamento de dados da pesquisa aplicada.

No quinto capítulo é apresentado a conclusão do trabalho e as recomendações de ações a serem inseridas no contexto de amplificar o conhecimento da gestão ambiental na empresa estudada.

2 METODOLOGIA

De acordo com Sekaran (1984), o objetivo do método de pesquisa é basicamente encontrar respostas ou solucionar problemas por meio de um processo de investigação que ocorre de forma organizada, crítica, sistemática, científica, com base em dados observados. Sendo o papel da metodologia da pesquisa, guiar o processo da pesquisa através de um sistema dos procedimentos, a pesquisa pode ser caracterizada como um procedimento racional e sistemático, que tem como finalidade conceder respostas aos problemas que são propostos, sendo utilizada quando não se dispõe de informação suficiente para responder ao problema, ou quando a informação que se encontra disponível apresenta estado de desordem ao qual não se pode de forma clara ser relacionada ao problema (GIL, 2002).

Muitas são as razões que determinam a execução de uma pesquisa, as quais podem ser classificadas como: razões de ordem prática que se desdobram do desejo de conhecer algo de maneira mais eficiente ou eficaz ou razões de ordem intelectual que se baseiam do desejo de conhecer pela própria satisfação de se conhecer (GIL, 2002). Dentro do método de pesquisa científica, conforme a utilização de procedimentos técnicos utilizados na coleta de dados, pode-se classificá-las em métodos quantitativo, onde os dados são oriundos de pesquisa bibliográfica e no método qualitativo cujo os dados são obtidos através de experimento, levantamento e o estudo de caso e estudo de campo (RAMOS, 2019).

Em relação às pesquisas, é comum a classificação baseada em seus objetivos gerais, podendo classificar as pesquisas em: exploratórias, descritivas e explicativas. A pesquisa exploratória tem como finalidade fornecer maior clareza sobre o tema abordado, possibilitando a identificação de manifestações registradas de aspectos do desenvolvimento de atividades sociais, econômicas, políticas, ambientais, entre outros. Este tipo de pesquisa de forma geral envolve os seguintes passos: a) levantamento bibliográfico; b) entrevistas levando em consideração pessoas que tiveram experiências práticas envolvendo o problema em questão; e c) análise de exemplos que provoquem a compreensão. (SELLTIZ *et al.*, 1967, p. 63).

Este trabalho se baseia em uma pesquisa exploratória, quantitativa e qualitativa, na qual tem como finalidade avaliar o entendimento dos colaboradores quanto a gestão ambiental. Os resultados obtidos se deram através da aplicação de um formulário elaborado e coletado pelo time de Meio Ambiente da empresa analisada, onde os conceitos abordados no questionário foram baseados no sistema de gestão ambiental, através dos componentes ambientais solo, água, ar e direito ambiental.

Conforme Nascimento (2016), a tese possui abordagens qualitativa e quantitativa implica em um objetivo central de entender a explicação de certo fenômeno onde colabora com a função de apresentar os resultados, baseado em uma estrutura, como tabelas e gráficos. Isso em números em informações para elaborar classificações e análises.

O desenvolvimento do trabalho se deu de acordo com as seguintes etapas:

Etapa I: Revisão bibliográfica baseado em artigos técnico-científicos e livros que abordam a gestão ambiental nas empresas, a sustentabilidade ambiental e sua relação com a siderurgia.

Etapa II: Levantamento de dados da empresa estudada no presente trabalho, como breve histórico de operação, iniciativas ambientais, unidades industriais.

Etapa III: Análise de dados, através da utilização dos dados coletados pela área de Meio Ambiente da empresa.

O foco das análises realizadas é baseado nos dados extraídos da área da Redução, a qual correspondem as gerências de Sinterização e de Alto-Forno. A redução, tem como produto final a fabricação do ferro-gusa e foi escolhida como foco das análises do trabalho devido ao longo da cadeia produtiva gerar vários impactos ambientais como: efluentes, resíduos sólidos, ruído, emissões atmosféricas, lamas e escórias.

O questionário foi composto por 18 questões, contemplando respostas discursivas e de múltipla escolha, conforme pode ser observado no Quadro 1.

Quadro 1 – Questionário aplicado aos colaboradores da área de Redução

Questionário desenvolvido para aplicação	
Perguntas	Respostas obtidas
1. Em qual área você trabalha?	Resposta pessoal do entrevistado.
2. Qual o seu cargo?	Resposta pessoal do entrevistado.
3. Assinale as cinco expressões/conceitos ambientais que você mais conhece:	<input type="checkbox"/> ISO 14001:2015 <input type="checkbox"/> Aspectos ambientais <input type="checkbox"/> Emissões Atmosféricas <input type="checkbox"/> Efluentes industriais <input type="checkbox"/> Impacto ambiental <input type="checkbox"/> Biodiversidade <input type="checkbox"/> Coleta seletiva <input type="checkbox"/> Educação ambiental <input type="checkbox"/> Ruído <input type="checkbox"/> Licenciamento
4. Em sua opinião quem é/são o(s) responsável(is) pelo meio ambiente dentro da Usina?	Resposta pessoal do entrevistado.

5. Na sua opinião quais são os principais impactos ambientais gerados pela Usina?	<input type="checkbox"/> Impacto visual e incômodo à comunidade devido ao ruído <input type="checkbox"/> Alteração da qualidade do ar, solo e água <input type="checkbox"/> Não causamos impacto
6. Cite dois pontos dentre as opções relacionados ao meio ambiente, que para você a Usina está com um bom desempenho.	<input type="checkbox"/> Requisitos Legais <input type="checkbox"/> Gerenciamento de resíduos <input type="checkbox"/> Requisitos legais <input type="checkbox"/> Gestão de águas <input type="checkbox"/> Gestão ambiental <input type="checkbox"/> Preservação da biodiversidade <input type="checkbox"/> Emissões sonoras <input type="checkbox"/> Emissões atmosféricas <input type="checkbox"/> Efluentes industriais
7. Cite dois pontos dentre as opções relacionados ao meio ambiente, que para você a Usina pode melhorar.	<input type="checkbox"/> Requisitos Legais <input type="checkbox"/> Gerenciamento de resíduos <input type="checkbox"/> Requisitos legais <input type="checkbox"/> Gestão de águas <input type="checkbox"/> Gestão ambiental <input type="checkbox"/> Preservação da biodiversidade <input type="checkbox"/> Emissões sonoras <input type="checkbox"/> Emissões atmosféricas <input type="checkbox"/> Efluentes industriais
8. Em caso de emergência ambiental ou necessidade de informação, o que você faria?	Resposta pessoal do entrevistado.
9. Dê exemplos de como você, na sua função, pode contribuir para o desempenho ambiental da Usina?	Resposta pessoal do entrevistado.
10. Qual a maior dificuldade que você sente em atuar nas questões ambientais dentro da Usina?	<input type="checkbox"/> Falta treinamento no tema <input type="checkbox"/> Falta apoio de Meio Ambiente <input type="checkbox"/> Não existem questões ambientais para atuar <input type="checkbox"/> A liderança não prioriza o tema <input type="checkbox"/> Não sei o que fazer ou como posso atuar
11. Como você se sente em relação ao ruído emitido pela atividade?	Não incomodado, Incomodado ou muito incomodado.
12. Como você se sente em relação as emissões atmosféricas visíveis?	Não incomodado, Incomodado ou muito incomodado.
13. Como você se sente em relação a geração de resíduos sólidos?	Não incomodado, Incomodado ou muito incomodado.
14. Como você se sente em relação a alteração da qualidade das águas?	Não incomodado, Incomodado ou muito incomodado.
15. Como você se sente em relação ao consumo excessivo de água e energia	Não incomodado, Incomodado ou muito incomodado.
16. Como você se sente em relação aos vazamentos?	Não incomodado, Incomodado ou muito incomodado.

17. Como você se sente em relação a gerações de efluentes?	Não incomodado, Incomodado ou muito incomodado.
18. Você ainda tem dúvidas sobre as questões ambientais da sua área? Algum comentário?	Resposta pessoal do entrevistado.

Fonte: Elaboração própria

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Breve relato da inserção da postura ambiental no setor produtivo

Ao longo da história, o homem sempre aproveitou os recursos naturais do planeta, assim como gerou resíduos, durante séculos, sem se preocupar na preservação destes. No entanto, a intensificação do uso dos recursos naturais, em conjunto com a adoção de formas de crescimento rápido e contínuo, o aumento da população global, o consumo desenfreado, a geração de poluição, acabaram por deixar o meio ambiente extremamente exposto e subserviente à vontade humana. Felizmente, nos últimos 60 anos, foi-se construindo novos posicionamentos a nível internacional e nacional frente às questões ambientais.

Perante a mudança de cenário, as grandes corporações foram gradualmente assumindo novas posturas e inserindo novas estratégias para a utilização de tais recursos e para o cuidado com o meio ambiente. Em um primeiro momento, essa postura era meramente condizente ao cumprimento das leis ambientais que surgiam, assumindo uma conduta meramente passiva (anos 1970 a 1980). Em seguida (anos 1990 em diante), com o aprofundamento da fiscalização por parte de órgãos e instituições, bem como a cobrança da sociedade de um modo geral (ONGs, população, governo, instituições financeiras etc.), tal postura foi assumindo um caráter mais ativo, deixando de atuar, simplesmente, a partir da adoção de medidas "*end of pipe control*" nas linhas de produção. É importante observar, ainda, que o tratamento da poluição poderia se reverter em lucro, seja de forma direta ou indireta. Ora, num primeiro momento, o trato com as questões ambientais foi visto como algo dispendioso e sumariamente legalista. No entanto, isso foi se tornando uma questão de marketing ambiental na visão estratégica de diversas empresas, além de trazer benefícios como a redução de gastos com matérias-primas, por exemplo.

A preocupação com a sustentabilidade é crescente em torno das cadeias de suprimentos industriais e o aumento dos esforços no intuito de promover a melhora na gestão dos resíduos por parte de organismos governamentais e o setor privado são notórios (FIKSEL *et al.*, 2011).

3.2 Aspectos gerais da siderurgia integrada

Na indústria de base, é sabido que a produção do aço ao longo de toda cadeia produtiva gera resíduos ambientais, como compostos orgânicos, gases, particulados, resíduos refratários entre outros. De acordo com levantamentos do Instituto Aço Brasil (IAB, 2017) em média gera-se aproximadamente 450kg de coprodutos e resíduos para cada tonelada de aço produzido.

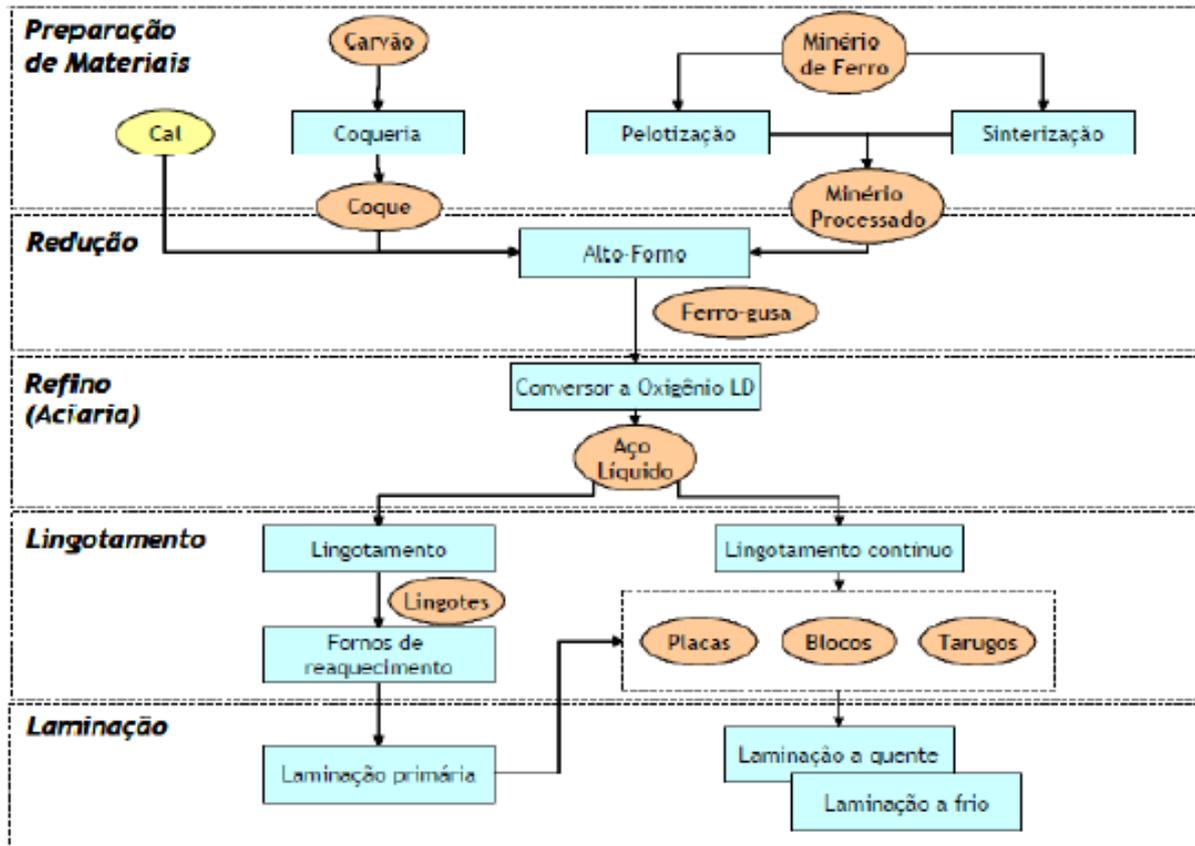
Devido às suas propriedades mecânicas como, resistência a corrosão, impacto e desgaste, o aço é o metal mais consumido pela civilização, nas indústrias de base, tais como transportes, construção civil. Em sua produção, a siderurgia emprega em seus processos o coque (carvão mineral coqueificável), carvão vegetal, minério de ferro, sucata ferrosa.

Dentro da siderurgia brasileira, destaca-se a participação do carvão vegetal na produção de gusa, a qual reduz de modo significativo as emissões de CO₂, porém sua utilização em altos-fornos com maiores capacidades de produção é limitada, visto que apresenta baixa resistência mecânica.

De acordo com o Instituto Aço Brasil (IAB, 2019) as usinas siderúrgicas podem ser classificadas como usinas integradas, semi-integradas e não integradas. As usinas integradas, que conforme a configuração é objeto do presente trabalho, correspondem a toda cadeia produtiva do aço, contemplando as etapas de redução, refino e laminação. Nas usinas semi-integradas a etapa de redução não é absorvida e os produtos oriundos desta fase são adquiridos de fornecedores externos, os quais são transformados em aço em modelos de aciaria elétricas seguindo para etapa de laminação. E, as usinas não integradas são aquelas onde acontece somente uma etapa do processo siderúrgico, como a laminação e a trefilação.

De acordo com o Instituto Aço Brasil (IAB, 2020) a fabricação de aço em uma usina caracterizada como integrada pode ser dividida em 4 etapas, sendo elas: preparação da matéria prima, redução, refino e laminação (Figura 1).

Figura 1 - Fluxograma de usina integrada



Fonte: Empresa de Pesquisa Energética (2009)

3.2.1 Preparação de matérias-primas

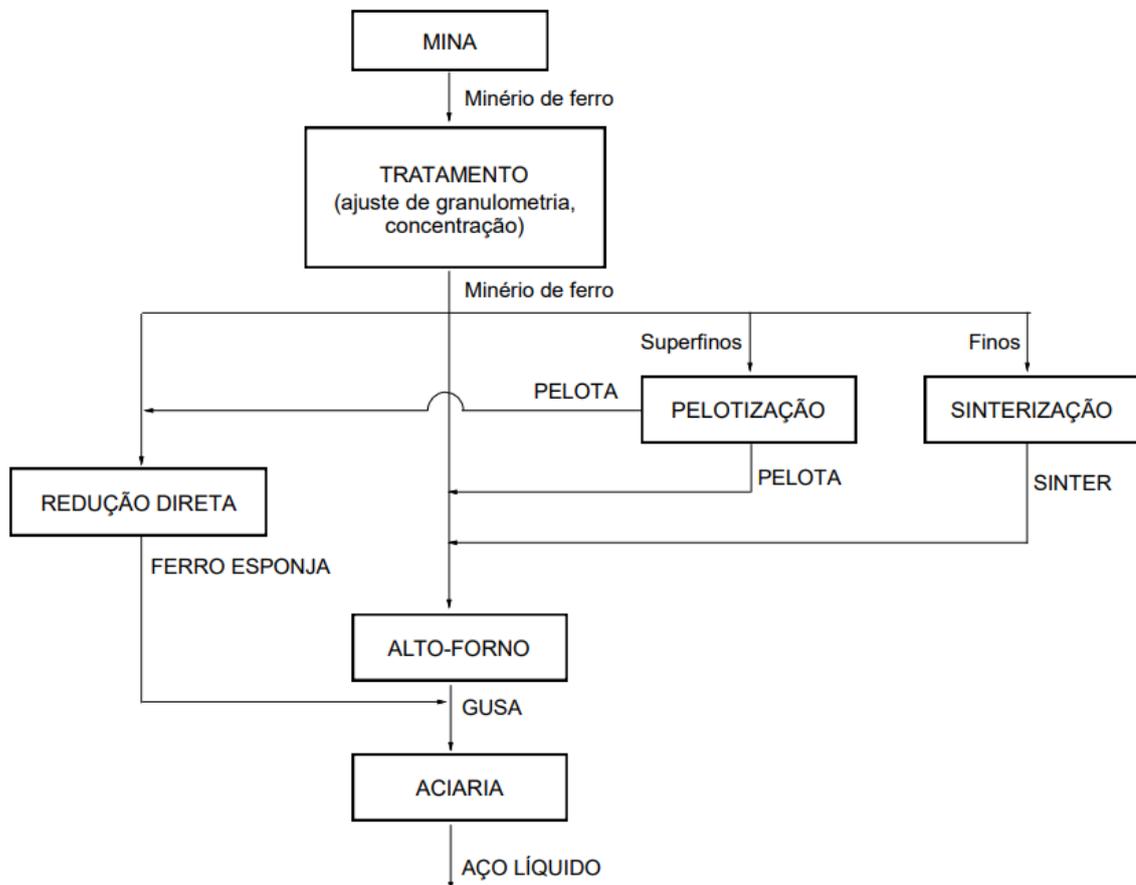
A escolha e a preparação adequadas de matérias-primas influenciam diretamente na produção de um ferro gusa. Como principais matérias-primas utilizadas nos processos siderúrgicos podem-se citar o minério de ferro, o sinter, a pelota, o carvão vegetal, o coque e os fundentes (como a cal).

3.2.2 Minério de Ferro

A principal função dos minérios de ferro dentro da siderurgia é a de fornecer o ferro para produção do ferro gusa e do aço. As hematitas compõem os maiores depósitos de minério de ferro existentes e explorados, compondo-se basicamente do óxido de ferro (Fe_2O_3). Para que possa ser empregado no processo de produção, o minério necessita apresentar características

adequadas, que são críticas para o processo como distribuição granulométrica e composição química, sendo necessário passar por alguns tratamentos, conforme ilustrado na Figura 2.

Figura 2 – Tratamento da matéria-prima: minério de ferro para produção de ferro gusa



Fonte: Elaboração própria

O minério de ferro já granulado (granulometria entre 6 e 25mm) é usado especialmente no alto-forno e em processos de redução direta. As frações mais finas (granulometrias inferiores a 6 mm) são utilizadas em processos de aglomeração: sinterização e pelotização. Nos processos de redução direta, o óxido de ferro (Fe_2O_3) contido no minério de ferro é reduzido por um gás rico em CO e/ou H_2 . A redução consiste na retirada do oxigênio que está ligado ao ferro. No alto-forno, o Fe_2O_3 também é reduzido por um gás contendo CO e H_2 e o gás é gerado pela reação de combustão do carvão vegetal ou do coque com o oxigênio do ar que é injetado no forno.

3.2.3 Sinterização

A sinterização, assim como a pelletização, caracteriza-se como um processo de aglomeração, onde são misturados e homogeneizadas matérias-primas como minérios de ferro em granulometrias menores, cal, dolomitas, contendo uma certa umidade e, na sequência, submetido a processamento em altas temperaturas (1200-1400°C), que promove a aglomeração das partículas, formando os produtos sinter e pelota, os quais apresentam propriedades físico-químicas e físico-mecânica específicas. Alguns resíduos gerados nas próprias usinas siderúrgicas, tais como o pó de alto-forno e a carepa de laminação (rica em FeO), também podem ser usados como adições na sinterização. A mistura passa por um processo de ignição e o calor da combustão do carvão permite que os finos de minério de ferro sejam fundidos, criando um aglomerado (sinter) que sofre um resfriamento ao final do processo, sendo britado, peneirado e posteriormente através de correias transportadoras enviado para o carregamento no alto-forno.

Segundo Starling (2012) o processo de sinterização é crucial para garantir a qualidade da produção de aço via alto-forno visto que este reator apresenta limitações em relação à presença de partículas finas. A granulometria da matéria-prima é um indicador importante para geração de ferro-gusa e a elevada quantidade de material fino no alto-forno reduz a permeabilidade do gás dentro do reator, interferindo na velocidade das reações de redução e produção do gusa. “O escopo da aglomeração é melhorar a permeabilidade da carga e o contato entre os sólidos e o gás redutor e assim baixar a taxa de utilização de coque e aumentar a velocidade da redução” (BALL, D.F *et al*, 1973).

3.2.4 Pelotização

A pelletização pode ser visualizada por um processo constituído por três etapas principais: preparação das matérias-primas, a formação das pelotas cruas e o processamento térmico das pelotas cruas. A preparação desta matéria-prima tem como objetivo adequar a concentração de ferro e granulometria para o processo de aglomeração. Dentro do processo de composição das pelotas cruas ocorre a incorporação de aditivos, a formação das pelotas cruas e a classificação das pelotas. A incorporação dos aditivos tem como finalidade aumentar o poder de aglomeração das partículas, sendo comum utilizar matérias como o calcário e a cal hidratada. Feita a incorporação dos aditivos, inicia-se a formação das pelotas cruas, através do rolamento das partículas de minério de ferro e aditivos sobre si mesmas. Para que este processo ocorra são utilizados equipamentos como tambores e discos pelletizadores.

Após sua formação, as pelotas são submetidas a um processamento térmico. Durante esta fase o objetivo é enrijecer as pelotas cruas por meio de um ciclo de aquecimento e resfriamento.

3.2.5 Coqueria

Na produção ferro-gusa, o carbono exerce o papel de combustível, gerando energia para atender as necessidades do processo, e de redutor, gerando monóxido de carbono, CO, que é o principal responsável pela redução do Fe_2O_3 , que ocorre no alto-forno. As matérias-primas que contém o carbono, que apresentam as propriedades adequadas para utilização nos altos-fornos, são o carvão vegetal e o coque.

Na usina estudada no presente trabalho, utiliza-se o coque como fonte de carbono. A matéria-prima para responsável pela fabricação do coque é o carvão mineral metalúrgico ou coqueificável. Os carvões coqueificáveis se encontram dentro do estágio de carvão betuminoso. No processo de coqueificação, o carvão mineral é submetido a temperaturas elevadas na ausência de oxigênio, a fim de liberar gases presentes em sua estrutura, dando origem a um resíduo sólido poroso, que é o coque. A classificação de um carvão como coqueificável ou não coqueificável dar-se-á por meio de seu comportamento quando aquecido em ausência de ar. Para ser classificado como coqueificável, espera-se que o carvão amoleça e se solidifique, formando uma massa com elevada resistência mecânica. Quando o carvão se desagrega ou forma uma massa fracamente consistente, é classificado como não coqueificável.

O processo de coqueificação inicia-se através da distribuição do carvão para os fornos de aquecimento, através de carros de carregamento, que se deslocam sobre a parte superior da coqueria e são dotados de mecanismos que retiram as tampas dos furos de carregamento. Após a alimentação dos fornos, é realizado o nivelamento através de uma barra que penetra longitudinalmente dentro da célula com o objetivo de acertar o nível horizontal da carga, através de uma portinhola que na sequência é fechada, iniciando, assim, o período de coqueificação, que dura em torno de 20 horas.

Durante o período de aquecimento, ocorre a eliminação de materiais voláteis, que são tratados e reprocessados em uma planta carboquímica, gerando coprodutos que podem ser utilizados na própria usina, como por exemplo o alcatrão que é injetado na mistura de carvão antes de ser injetado na coqueria.

Após a conclusão do processo de aquecimento, ocorre o desenformamento, onde as portas são abertas e uma barra é introduzida por uma das laterais, empurrando o coque para a outra extremidade. O coque sai das células em temperaturas da ordem de 1200°C e é levado para o

processo de resfriamento, conhecido como extinção, onde recebe jatos de águas que reduzem a temperatura para cerca de 60°C. Nesta etapa, o controle da umidade é crucial, pois pode interferir diretamente no alto-forno.

Na composição de custo de produção do ferro-gusa, o coque corresponde a cerca de 40%, daí a importância que lhe é conferida na siderurgia (MACHADO, PAULO e FLÁVIO, 2003).

3.2.6 Alto-Forno

O alto-forno tem como objetivo a produção de ferro gusa líquido, que é uma liga de ferro obtida através da redução dos óxidos de ferro presentes na carga do alto-forno, como carbono, silício, manganês, fósforo e enxofre. Alguns destes elementos são incorporados ao ferro durante o processo de redução e fusão do minério. Além disso, ao longo do processo são gerados alguns coprodutos como o gás de alto-forno, o pó de exaustão (pó do coletor) e a escória.

O alto-forno é um tipo de forno de cuba empregado na produção de ferro-gusa, pela fusão redutora de minérios de ferro em presença de carvão vegetal ou coque e fundente, os quais são carregados no topo e, na descida, são transformados pela ação dos gases ascendentes, provenientes da combustão do carvão com o oxigênio soprado pelas ventaneiras, obtendo-se escória e ferro-gusa líquido pelo cadinho e poeiras e gases no topo (MACHADO, PAULO e FLÁVIO, 2003).

3.2.7 Refino

A transformação do ferro-gusa em aço é feita nas chamadas aciarias. O objetivo principal etapa do refino é alterar a composição química do metal para adequá-lo à composição desejada para o aço como a quantidade de carbono e demais elementos da liga, além da redução de elementos residuais, como enxofre, fósforo e nitrogênio.

A etapa do refino acontece nas usinas integradas em fornos conhecidos como conversores a oxigênio e no caso das usinas semi-integradas no forno elétrico a arco, através de reações químicas endotérmicas utilizando o próprio calor imanente do gusa líquido como fonte de energia (ABM, 2009).

Nas usinas integradas, é comum existir o refino secundário, que é realizado fora do equipamento conversor a oxigênio e tem como objetivo remover demais impurezas prejudiciais ao aço as quais não foram possíveis ser eliminadas no processo de fusão.

3.2.8 Lingotamento

Após o refino, o aço já apresenta a composição química desejada, antes de ser submetido a laminação, o aço passa por um processo de conformação inicial, o lingotamento. O processo de solidificação mais utilizado é o lingotamento contínuo, que gera os semi-acabados (placas, blocos ou tarugos).

Segundo Machado et. al. (2003) a importância da solidificação nos processos metalúrgicos do lingotamento contínuo, estão associadas aos fenômenos de solidificação do aço, como estrutura cristalográfica, distribuição de inclusões não metálicas e as propriedades mecânicas.

3.2.9 Laminação

A última etapa do processo de fabricação do aço é a laminação, a qual corresponde a um processo de conformação mecânica, onde são produzidas bobinas, chapas grossas, fio-máquina, etc. Os laminadores, podem funcionar a quente ou a frio e, relativamente à forma dos produtos fabricados, na usina em questão são apresentadas somente laminações a quente, sendo divididas em planos e longos.

As laminações apresentam como principais objetivos, a obtenção de um produto final com boa qualidade, formato, tamanho, propriedade mecânicas atendendo as especificações do cliente, a baixo custo e alta taxa de produção.

3.3 Componentes ambientais na siderurgia

Souza (2013, p. 3) destaca que “A indústria siderúrgica é considerada extremamente poluente e intensiva em consumo de recursos naturais, como minério de ferro, carvão energia”. O autor também reforça que as usinas siderúrgicas consomem grandes quantidades de água e energia e poluem atmosféricamente a região em que está instalada. Nesse sentido, o papel social das grandes corporações ultrapassa as barreiras físicas da empresa, devendo ir além dos seus clientes e gerando valor para a sociedade a qual está inserida. Essa visão para além dos portões da empresa é extremamente pertinente em um contexto de riscos tecnológicos e ambientais ao qual está inserida a sociedade atual.

No Brasil, o Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA é o órgão majoritário que pré-estabelece o processo de licenciamento dos novos empreendimentos, propondo medidas para a proteção ambiental. A Avaliação de Impactos Ambientais (AIA) está entre estas medidas e tem como finalidade avaliar os impactos causados pelos empreendimentos e o

Licenciamento Ambiental, instrumentos pertencentes à Política Nacional do Meio Ambiente (HONAISSER, 2009; OLIVEIRA, 2014).

3.3.1 O problema da poluição hídrica causada pela siderurgia

Durante todos os processos de redução, a geração de efluente hídrico surge de vários processos como da granulação de escória do alto-forno, do resfriamento de coque incandescente (extinção) ou lavagem e resfriamento do gás das baterias de coque. No caso dos altos-fornos e aciarias, muitos dos rejeitos metálicos gerados pelo processo produtivo são movimentados através de caminhões e máquinas, que podem gerar impactos como contaminação do efluente e alterações de pH devido ao excesso de material nestes equipamentos, vazamentos de material das básculas de caminhões e pela lixiviação de pilhas de escória. A escória em sua fase líquida gera impacto ambiental por meio da vaporização e condensação. O vapor da escória pode conter partículas de vários componentes químicos como óxido, cloreto, sulfato, etc. Segundo os impactos podem depender da viscosidade.

3.3.2 O problema dos resíduos sólidos gerados na siderurgia

Durante o processo de produção e transformação do aço tem-se a geração de diversos tipos de resíduos sólidos, podendo ser classificados em três grupos: os ditos recicláveis contendo ferro, os resíduos carboquímicos e as escórias (SILVA, 2004). Entre os recicláveis ferrosos estão: as poeiras e lamas de alto-forno, de aciaria e da sinterização, as lamas das unidades de tratamento e recirculação das águas das laminações e as carepas. As escórias são basicamente provenientes do *alto-forno* e da aciaria (refino primário e secundário do aço), já os resíduos carboquímicos são as poeiras geradas etapas de produção e manuseio do coque. O Quadro 2, apresenta os principais tipos de resíduos e as áreas onde são gerados.

Quadro 2 - Principais tipos de resíduos gerados através de processos siderúrgicos

Área	Principais produtos	Resíduos
Coqueria	Coque	Compostos orgânicos voláteis, metano, benzeno, fenóis, amônia, naftaleno
Sinterizações	Sínter	Material particulado, dioxinas, gases (CO, CO ₂ , SO ₂ , NO _x)

Altos-fornos	Gusa líquido	Gases (CO, CO ₂ , SO ₂ , NO _x), fenóis, cianetos, amônia, sulfetos, refratários, escórias
Dessulfurações, Calcinações, Aciaria, Refino primário	Aço líquido tratado	Gases CO, CO ₂ , material particulado, sucata, escórias, refratários
Lingotamento contínuo	Placas/tarugos	Sucata, material particulado, sólidos suspensos, óleos
Laminações	Chapas, bobinas, tiras	Óleos, soluções ácidas, sucatas, gases (CO, CO ₂ , SO ₂ , NO _x), material sedimentável, metais solúveis

Fonte: Adaptado de Mourão (2011)

Conforme apresentado pelo Quadro 2, tem-se que os resíduos sólidos possuem o maior potencial de reutilização e reciclagem, principalmente quando se trata das carepas, escórias e lamas. No contexto do entendimento sobre as composições das escórias, é notado que ela representa o maior volume, cerca de 70%, proveniente dos fornos de redução e refino, sendo compostas por impurezas do minério de ferro/ferro gusa e sucatas (MOURÃO, 2011).

3.3.3 Poluição do ar

O setor siderúrgico promove a geração de impactos ambientais referentes à poluição do ar em seu processo através da liberação de gases poluentes durante a queima de combustíveis que associados aos transportes das matérias-primas, processo de estocagem e manuseio intensificam ainda mais a poluição atmosférica.

A indústria siderúrgica é responsável por grande parte dos volumes de efluentes gasosos e líquidos liberados na atmosfera, além dos resíduos sólidos, sendo os principais responsáveis pelo processo de emissão as etapas de coqueria, sinterização e alto-forno da indústria (EPE, 2009).

As emissões atmosféricas ainda são a questão ambiental que representam maior impacto no processo siderúrgico. Atualmente, a indústria siderúrgica é considerada um dos segmentos que mais consomem energia e recursos naturais não-renováveis, produzindo volumes significativos de efluentes gasosos e líquidos prejudiciais ao meio ambiente (CAVALCANTI, 2012).

As emissões significam percas no processo de materiais e energia que poderiam ser absorvidos em outras fases do processo, ou seja, estão correlacionadas diretamente com a

energia e a conservação de recursos. Atualmente no processo siderúrgico ainda não se é possível eliminar a geração de emissões atmosféricas, as quais devem ser mitigadas, visando minimizar os impactos que representa ao meio ambiente (CGEE, 2010).

Além das emissões de CO₂e há também as chuvas ácidas, as quais correspondem a associação da umidade presente na atmosfera com a combinação de óxidos de nitrogênio (NO_x) ou óxidos de enxofre (SO_x), sendo esses óxidos presentes entre as emissões do processo siderúrgico.

Dada a quantidade de poluentes gerados no setor siderúrgicos, cabe a inserção de políticas e intervenções baseadas em legislações, acordos e tratados que visem mitigar o impacto ambiental oriundo da escala de produção das empresas.

3.4 A introdução da variável ambiental no cenário mundial

Em 1981 através da publicação da Lei Federal Nº 6.938, definiu-se os objetivos da Política Nacional do Meio Ambiente – PNMA, que aspira: “à 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”.

Segundo a Constituição Federal do Brasil de 1988, com base no artigo 225 tem-se que:

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 (BRASIL, 2008, p. 127).

Ainda conforme a legislação, é definido que o meio ambiente tem implicações nos meios físicos, biológicos e sociais e, portanto, cabe a todos promover o cuidado para que se mantenha o equilíbrio ambiental do planeta.

Nas últimas décadas o significado de gestão ambiental sofreu reformulações acerca da relação entre a progressão econômica e o meio ambiente, ganhando maior relevância na sociedade. No atual mundo corporativo, o crescimento econômico vem sendo associado à conservação ambiental, seja criando um novo produto/serviço ou uma nova unidade industrial, neste caso, a avaliação dos impactos e elaboração planos de mitigações ambientais fazem-se mais que necessárias, considerando o posicionamento de mercado e a saúde financeira da empresa.

As questões políticas e socioeconômicas geradoras de impactos ambientais passaram a ser discutidas de forma integrada em Conferências Internacionais a partir da década de 1970. Segundo Cagnin (2012), durante os anos 1970, após a Conferência de Estocolmo sobre o Meio Ambiente em 1972, iniciou-se a organização e criação de órgãos ambientais nos países industrializados, onde também foram criadas legislações ambientais visando ao controle da poluição. A Conferência de Estocolmo, introduz definitivamente na agenda internacional o meio ambiente como fator a ser considerado nas ações e tratativas para o desenvolvimento econômico.

Na ocasião, também foi criado o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), a principal autoridade ambiental global, a qual determina a agenda interacional do tema, promove a implementação da dimensão ambiental do desenvolvimento sustentável no sistema da ONU e age como defensor do meio ambiente no mundo.

Em 1983 foi criada a Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CMMAD), conhecida como a Comissão Brundtland, a qual tinha o objetivo de realizar audiências ao redor do mundo e produzir relatório formal com as conclusões das discussões. O trabalho resultante desta comissão foi o relatório “Nosso Futuro Comum” o qual faz referência ao atendimento das necessidades do presente sem que seja comprometida a capacidade das gerações futuras de suprir as próprias necessidades, destacando a exigência de se criar uma nova relação entre os conceitos de meio ambiente e o indivíduo devido a incompatibilidade entre o desenvolvimento sustentável e os padrões de consumo e produção da sociedade. (Donaire, 2012).

Ainda nos anos 1980, de acordo com Callembach *et al.* (1993) o entendimento pela liderança das grandes corporações no que se refere aos custos com a proteção ambiental passou a ser compreendido como investimentos a longo prazo que paradoxalmente, se tornam vantagem competitiva.

Segundo Bogo (1998), as empresas passaram a atravessar uma série de entraves ambientais para que seus produtos ou serviços pudessem gerar valor aos clientes, estando sujeito as legislações, a ética e o posicionamento da marca no mercado. As barreiras comerciais e a necessidade de estar sempre em conformidade com a legislação faz com que as organizações tenham implicações em seus projetos de produtos e as tecnológicas empregadas para a concepção do mesmo.

Por meio da percepção de que o clima do planeta estava sofrendo forte influência das ações humanas relatada pelos cientistas do clima, em 1988 cria-se o IPCC da Organização das

Nações Unidas (ONU), o qual tem com o objetivo de gerar informações científicas sobre as mudanças climáticas aos governos para que sejam estimulados o desenvolvimento de políticas climáticas, desde então o órgão tem publicado uma série de documentos e pareceres técnicos.

Em 1992, a ONU organiza na cidade do Rio de Janeiro a ECO-92, ou Conferência das Nações Unidas, retomando os projetos estabelecidos na Conferência de Estocolmo, principalmente o conceito de desenvolvimento sustentável, além de discutir sobre elementos como o clima, água, transporte coletivo, entre outros. Como resultados da Rio-92, tem-se a Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB), a Comissão de Desenvolvimento Sustentável (CDS) e principalmente a criação da Agenda 21, a qual corresponde a um plano de ação com foco no meio ambiente e no desenvolvimento no século XXI, construído através de várias contribuições de governos e organismos internacionais.

Em 1997 foi assinado em Kyoto, no Japão “O Protocolo de Kyoto” pelos países integrantes da ONU. Este documento visava a redução das emissões de gases do efeito estufa na década de 1990, estabelecendo-se uma meta de redução de 5,2% para as décadas seguintes, principalmente pelos países desenvolvidos. Entre os 175 países que assinaram e ratificaram o acordo que passou a valer a partir de 2004, encontra-se o Brasil.

Mecanismo de Desenvolvimento Limpo é uma ferramenta estratégica contida no Protocolo de Kyoto uma vez que são "mecanismos de flexibilização" baseados em projetos que objetivam reduzir a emissão de gases e captar o carbono na atmosfera visando de criar um mercado mundial de carbono, onde 1 tonelada do gás corresponde a 1 crédito de carbono.

Segundo o Acordo de Paris, promulgado em 2015 em conjunto com 195 países, busca-se reduzir drasticamente o aquecimento global através da redução da emissão de gases que provocam o efeito estufa, por meio de ações como limitação ao aumento de temperatura, estimulação de suporte financeiro e tecnológico para o desenvolvimento de ações sustentáveis, cooperação entre a sociedade civil, setor público e privado e regulamentações de instituição financeiras e indústrias no que tange as políticas ambientais.

3.5 Modelos de Gestão Ambiental: a série ISO 14000

Visando avançar no crescimento econômico de forma a promover a qualidade ambiental, em março de 1993 foi criado um comitê técnico da Organização Internacional de Normalização (ISO – International Standard Organization) para criação de normas que pudessem estruturar e sistematizar o sistema de gestão ambiental nas empresas e estabelecendo os requisitos mínimos para que as organizações possam garantir a conformidade ambiental de

seus processos, constituindo a série ISO14.001 (WAXIN; KNUTESON; BARTHOLOMEW, 2019).

Segundo D'Avignon (1996) e Maimon (1999), a ISO 14000 tem como foco sistematizar as normas ambientais a nível mundial, facilitando as operações do mercado globalizado, definindo requisitos para estruturação de um Sistema de Gestão Ambiental pautado em procedimentos a serem aplicados em empresas que aplicados de forma estruturada e com o apoio da alta liderança proporcionam avanços na relação com o meio ambiente.

No que diz respeito a certificação ambiental, a ISO 14001 é o principal documento da série 14000 que estipula requisitos para certificação ambiental, os demais documentos funcionam como documentos de apoio que abordam temáticas complementares como o processo de auditoria ambiental, critérios para qualificação de auditores, orientações de ciclo de vida de produtos.

De acordo com Matthews (2003), a NBR ISO 14001 é pautada na metodologia PDCA (Plan, Do, Check e Act) e que se divide nos seguintes passos:

- a) Planejar: construção das políticas ambientais, avaliação dos impactos ambientais e definição de metas ambientais;
- b) Executar: garantir a realização das atividades ambientais e elaboração da documentação ambiental;
- c) Verificar: realizar as auditorias ambientais e análise regular do desempenho ambiental
- d) Agir: promover ações voltadas para os colaboradores, comunidades como treinamentos ambientais e comunicação ambiental.

Conforme a NBR ISO 14001 (2015), as orientações apresentadas têm como objetivo alavancar os resultados do sistema de gestão ambiental das organizações, gerando valor para todas as partes interessadas, como saídas deste processo associados um sistema de gestão ambiental com a política ambiental da organização, têm-se:

- Alavancar o desempenho ambiental;
- Garantir o atendimento de requisitos legais;
- Possibilitar a organização elaborar uma política e objetivos que considere os aspectos legais e compreenda os dados referentes aos impactos significativos.

Perotto *et al.* (2008) afirma que um sistema de gestão ambiental é uma importante ferramenta de identificação e soluções de problemas ambientais com base na definição de melhoria contínua.

Segundo Salim *et al* (2018) o SGA atua como um instrumento de orientação do consumo e dos padrões de produção, visando o uso mais sustentável dos recursos naturais e ações de mitigação de danos ao ambiente.

Segundo Chan & Wong (2006) a implementação de um Sistema de Gestão Ambiental proporciona alavancar a responsabilidade social da legislação, possibilitando a identificação de oportunidades de redução custos através da busca pelo uso de materiais mais sustentáveis e eficiência energética dos processos.

Segundo Rebelo, Santos e Silva (2014) pode-se citar como benefícios da implementação de um Sistema de Gestão Ambiental, avanços no desempenho das organizações que refletem no desdobramento aos comportamentos de seus colaboradores, aperfeiçoando os controles ambientais e estimulando a criação de ações para com a responsabilidade socioambiental.

Conforme apresentado na ISO 14001, o SGA é baseado na melhoria contínua o que faz com que se busque mecanismos com foco na mitigação de impactos ambientais e que os mesmos sejam reavaliados frequentemente. O princípio do sistema de gestão ambiental está associado a organização e desenvolvimento, implementação, coordenação e monitoramento das atividades ambientais, buscando a conformidade e redução de resíduos ambientais. (MELNYK; SROUFE; CALANTONE, 2002).

A implementação de um SGA conforme a ISO 14001 é um processo de inovação e que exige mudanças comportamentais, organizacionais que envolvem todos os colaboradores e promove incertezas (ABREU, 1995; BOGO, 1998).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo de caso que serviu como análise ao presente trabalho compreende a uma indústria brasileira de grande porte do setor siderúrgico. A unidade na qual o formulário foi aplicado, está localizada na região central do Estado de Minas Gerais, tendo como data de início de suas operações a década de 1980 e está caracterizada como uma usina integrada, compreendendo, assim, todo processo da cadeia produtiva do aço.

A empresa possui certificação na ISO 14001:2015, com destaque para sua atuação voltada ao compromisso com o desenvolvimento sustentável e relevância na reciclagem do aço dentro das siderúrgicas da América do Sul. Apresenta um ciclo produtivo que se baseia na economia circular, isso significa que parte dos produtos são reutilizados ou reciclados, possibilitando uma melhor gestão dos capitais sejam eles financeiros, industriais, sociais e naturais, além de promover um melhor bem-estar aos colaboradores e comunidade. Outro ponto de destaque em relação as iniciativas ambientais é a utilização de energia renovável através do carvão vegetal em algumas de suas unidades através de florestas plantadas.

Dentre as principais iniciativas voltadas para sustentabilidade pode-se citar:

- **Sucata Metálica:** Anualmente a empresa compra milhões de toneladas de sucata (industrial ou obsolescência) que são recicladas, gerando um novo aço, que retorna à sociedade fazendo-se presente em vários segmentos como agropecuária, aviação, infraestrutura. Para os fornecedores existe uma rede de apoio que se inicia desde a rede de coleta passando pelas etapas de descontaminação e coleta dos veículos, destruição de peças, desmonte de estruturas e logística reversa na qual ocorre a execução de projetos customizados para vários tipos de sucatas industriais. Entre os grandes benefícios da utilização da sucata pode-se citar a redução das emissões de CO₂ e do consumo de energia, em relação a sociedade torna-se uma fonte de geração de renda.
- **Coprodutos:** Muitos resíduos industriais (coprodutos) oriundos do processo de fabricação do aço, são reaproveitados dentro do processo siderúrgico se tornando uma alternativa sustentável e econômica. A escória de alto-forno é um coproduto que é empregado na Construção Civil, na fabricação de cimentos e concretos. Os agregados de aciaria podem ser utilizados na pavimentação.
- **Redução de CO₂:** A utilização de combustíveis fósseis no processo de geração de energia produz toneladas de gás carbônico que ao atingirem a atmosfera contribuem para acelerar o efeito estufa levando ao aquecimento global. De acordo com o Painel

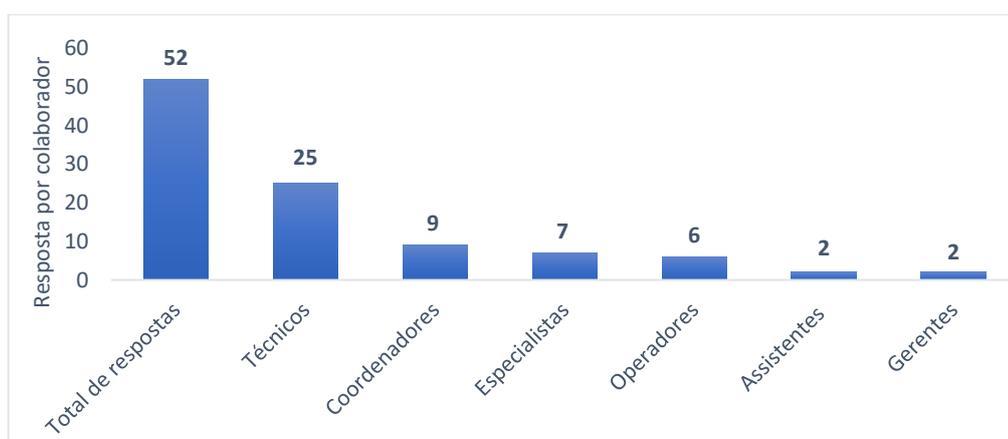
IPCC da ONU o aquecimento global tem progredido rapidamente podendo a temperatura média da Terra chegar a 1,5°C ou 1,6°C maior que na era pré-industrial até 2030. Com base nesta premissa, a empresa, em estudo, assumiu o compromisso com a descarbonização, propondo-se a reduzir suas emissões de gases de efeito estufa até 2031, saindo de uma geração de 0,93 t CO₂e, para um total de 0,83 t CO₂e.

O sistema de gestão ambiental da empresa é robusto e conta com uma série de políticas, diretrizes e procedimentos aos quais determinam os requisitos mínimos que devem ser atendidos por todos colaboradores e operações.

A pesquisa de percepção ambiental foi aplicada na área de redução, sendo a mesma encaminhada para uma população total de 510 colaboradores, distribuídos em vários níveis hierárquicos como técnico, operador, especialista, assistente técnico e gerente. Foram obtidas um total de 52 respostas, o que corresponde a uma participação de somente 10,19% da população entrevistada. Tal constatação pode estar ligada ao fato de que a pesquisa foi de caráter voluntário.

Conforme apresentado na Figura 3, é possível visualizar que a participação da equipe de operadores locados na área da redução foi baixa, visto que este público corresponde a grande massa de efetivo da gerência. Os cargos contemplados na Figura 3 foram agrupados de acordo com as respostas que predominaram no questionário, o que não permitiu a exata identificação de todos os cargos presentes na estrutura organizacional da gerência analisada, constituindo essa uma eventual falha da pesquisa.

Figura 3 - Função dos colaboradores entrevistados

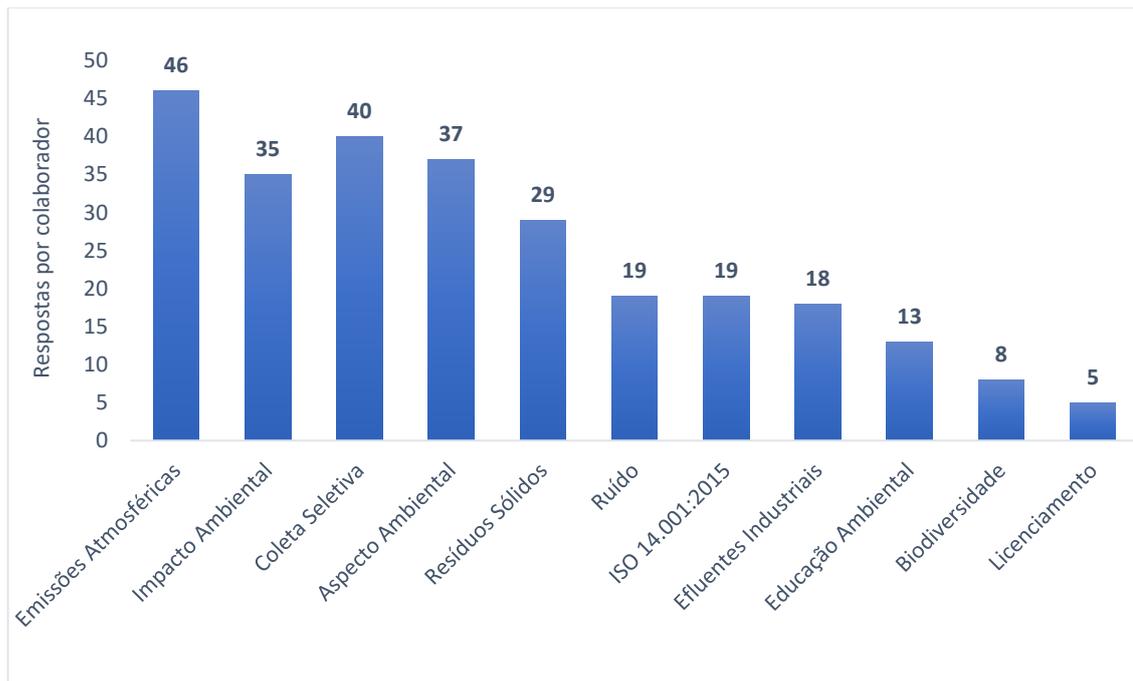


Fonte: Elaboração própria

Na sequência, objetivou-se entender quais os conceitos ambientais eram de maior conhecimento das equipes, conforme Figura 4. Das onze expressões ambientais, apresentadas para seleção no formulário, as que obtiveram maior relevância foram: emissões atmosféricas, aspectos e impactos ambientais, coleta seletiva e resíduos sólidos.

É importante ressaltar que, as expressões que apresentaram maior relevância, estão ligadas a grande divulgação do documento intitulado Levantamento de Aspectos e Impactos Ambientais (LAIA). Ou seja, os resultados encontrados na Figura 4 demonstram que os aspectos e impactos ambientais têm grande ênfase nas discussões e operações da empresa em questão. O fato de as emissões atmosféricas serem a expressão mais conhecida entre os colaboradores, mostra que este assunto se faz presente no dia-a-dia dos mesmos, visto que as são consideradas um dos maiores impactos gerados no processo de redução.

Figura 4 - Expressões e/ou conceitos ambientais mais conhecidos



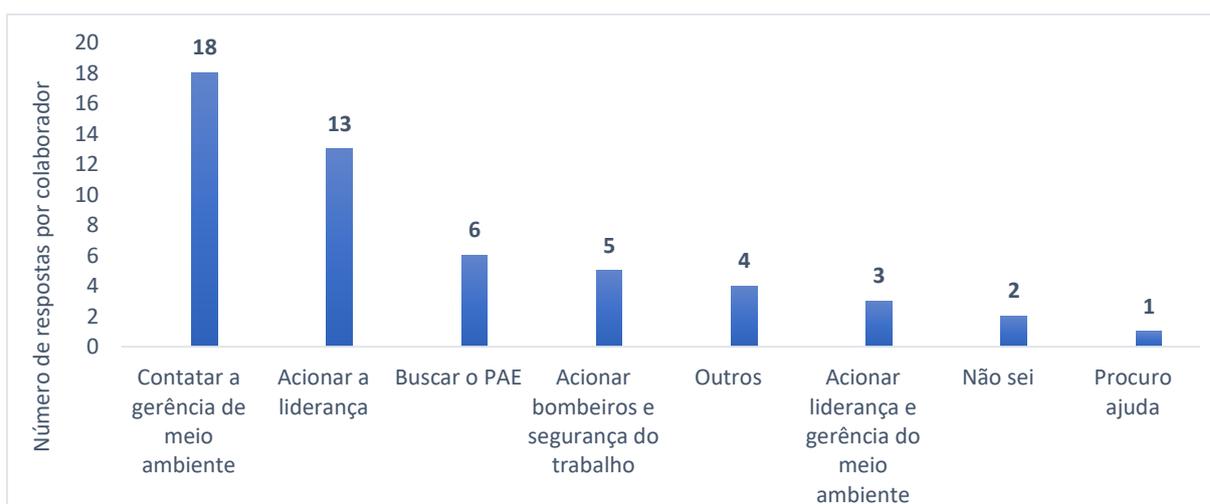
Fonte: Elaboração própria

Na sequência buscou-se compreender a percepção dos colaboradores quanto ao principal impacto ambiental gerado pela empresa analisada, neste parâmetro é possível observar que houve um consenso a respeito da alteração da qualidade do ar, solo e água (94,23% das respostas) conforme ilustra a Figura 5.

Figura 5 - Principal impacto ambiental gerado pela empresa

Fonte: Elaboração própria

Visa-se compreender quais ações ou atitudes os colaboradores tomariam quando ocorresse alguma emergência ambiental em suas áreas, nota-se que 34,61% dos participantes recorreriam à gerência de Meio Ambiente para buscar apoio (Figura 6). Percebe-se, ainda, a falta de total clareza das equipes quanto aos procedimentos em situações de emergência. Para tanto, a empresa deve manter um efetivo Plano de Atendimento a Emergência – PAE das áreas, documento que referência os responsáveis a serem acionados, as ações imediatas, os locais a serem identificados e todos os demais procedimentos a serem tomados nessas situações.

Figura 6 - Ação adotada em caso de emergência ambiental

Fonte: Elaboração própria

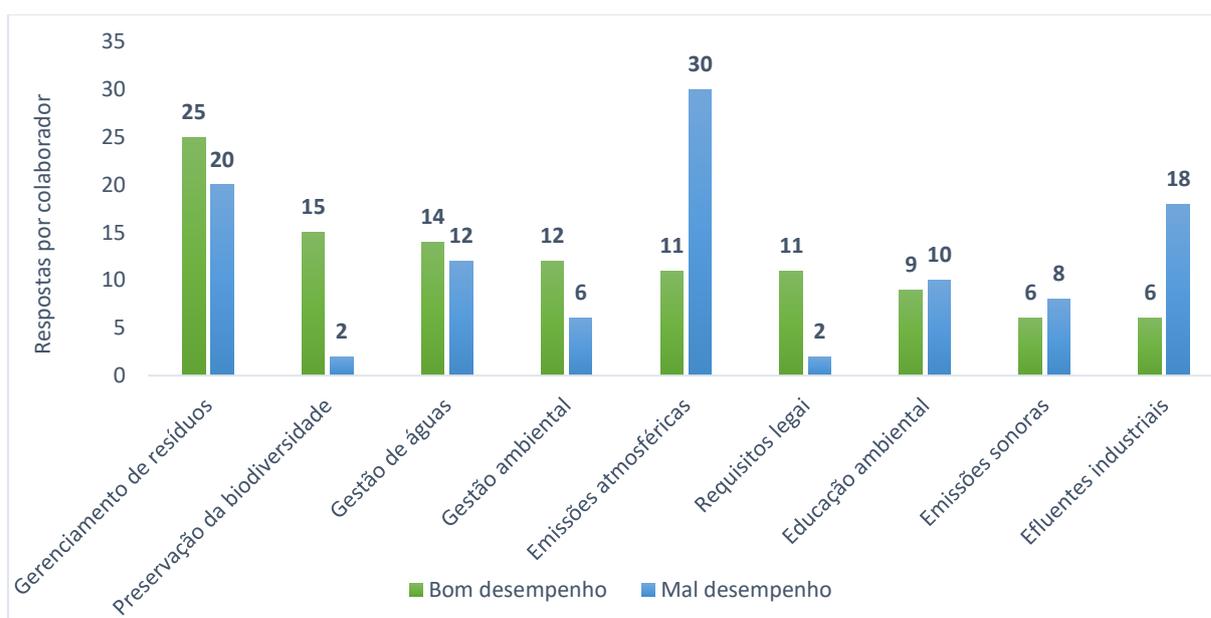
Necessário ressaltar que a comunicação de atendimento a emergências é fundamental para uma boa gestão de riscos. Além disso, a garantia da compreensão e execução do PAE em uma

situação de emergência é fator crítico para que as ações tomadas, principalmente nas primeiras horas da ocorrência, sejam de fato efetivas e capazes de minimizar os impactos.

Desta forma, entende-se que a empresa precisa fomentar os conceitos de gestão de risco e amplificar a divulgação e capacitação dos colaboradores no PAE referente a área de redução. Tal constatação fica evidente na Figura 6, quando a menção ao PAE é feita por apenas 11,53% dos colaboradores entrevistados.

Em relação ao desempenho ambiental da empresa, duas questões foram voltadas para o entendimento do mesmo. Logo, nove conceitos sobre gestão ambiental, apresentados no questionário, foram assinalados pelos entrevistados para que os mesmos pudessem opinar sobre o bom ou mal desempenho ambiental da empresa, conforme Figura 7. Nota-se que cada colaborador poderia escolher cinco conceitos dentre os nove apresentados.

Figura 7 - Relação entre bom e mal desempenho ambiental



Fonte: Elaboração própria

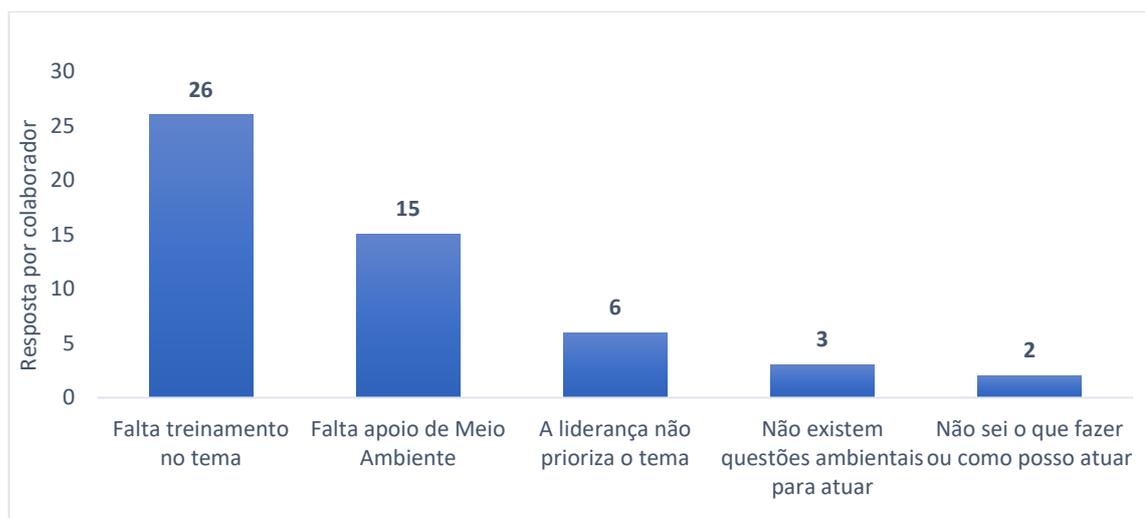
Neste sentido, por meio da Figura 7, foi possível verificar que alguns pontos apresentaram uma grande divergência, como por exemplo o gerenciamento de resíduos, que obteve uma relação muito próxima entre mal e bom desempenho. Por outro lado, outros pontos como o caso da preservação da biodiversidade foram mais coerentes, indicando uma percepção mais clara dos entrevistados.

Dentro do contexto do desempenho ambiental da empresa analisada no presente trabalho, foi proposto aos colaboradores que levantassem pontos de contribuição na sua função

que poderiam ajudar a melhorar os conceitos apresentados na figura 7. Entre as respostas mais frequentes foram encontradas: realizar um bom controle dos resíduos industriais, praticar a coleta seletiva, ter conhecimento dos aspectos e impactos ambientais da área, cumprir a Política Ambiental da empresa.

Com o intuito de identificar as fragilidades na atuação das questões ambientais da empresa, identificou-se que o parâmetro com mais incidência de respostas foi a falta de treinamento, conforme representado na Figura 8. A respeito dessa fragilidade, observou-se que os colaboradores da empresa apresentam uma deficiência em relação as capacitações fornecidas no contexto do tema, o que vai ao encontro dos dados apresentados anteriormente na Figura 6, que demonstrou a falta clareza dos colaboradores no tocante ao atendimento às emergências ambientais. Interessante também foi o fato de que as respostas individuais convergiram para a mesma percepção quanto ao problema no treinamento.

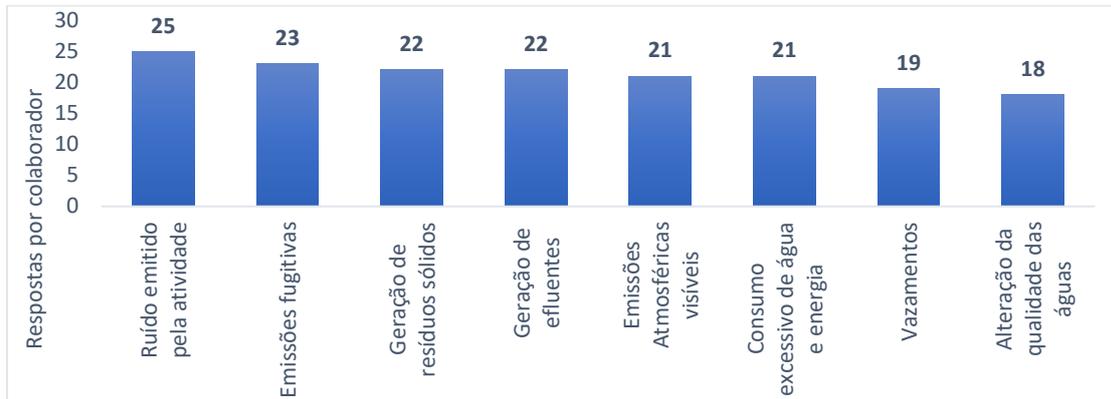
Figura 8 - Maiores dificuldades para a atuação em questões ambientais



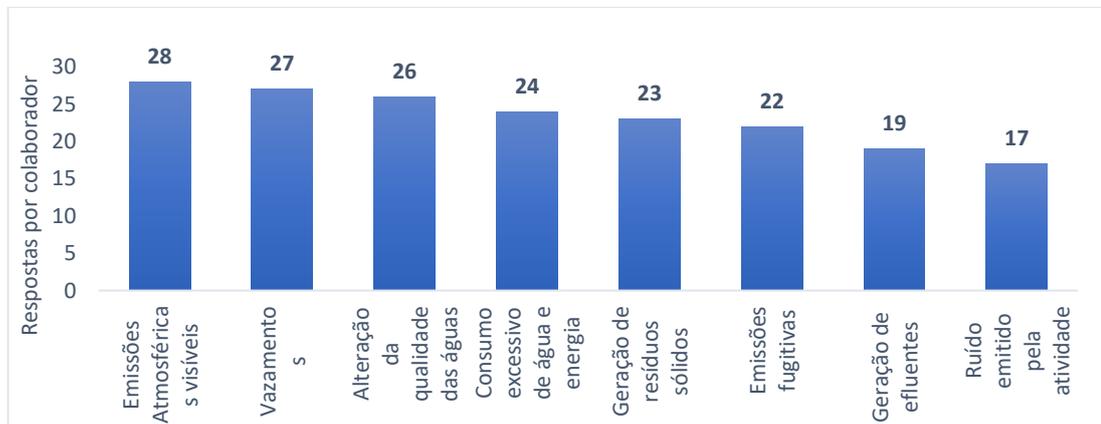
Fonte: Elaboração própria

Nos resultados apresentados, a seguir (Figuras 9, 10 e 11), os colaboradores precisaram elencar, dentre os oito impactos apresentados no questionário, qual era o grau de incomodo encontrado, podendo ser uma das seguintes opções: incomodado, muito incomodado e não incomodado. Desta forma, um mesmo colaborador poderia elencar parâmetros idênticos para diferentes impactos.

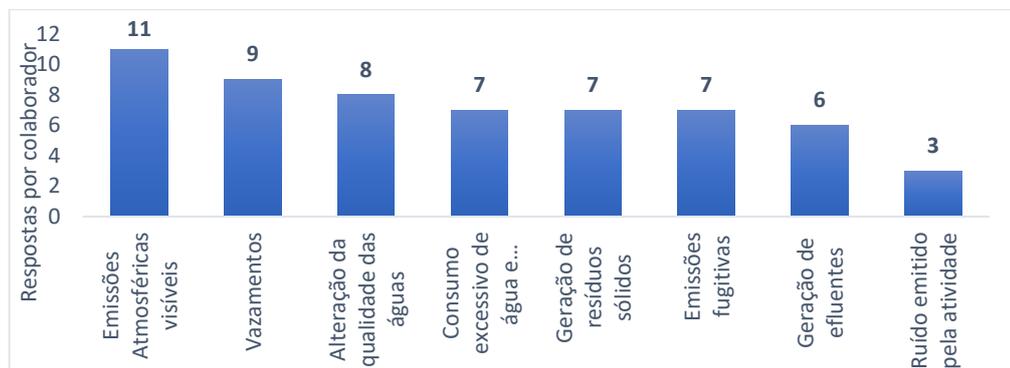
Frente aos dados apresentados nota-se, que a visão de cada colaborador apresenta uma grande divergência, uma vez que determinados impactos ambientais ora são classificados por um grupo de colaboradores como grandes causadores de muito incomodo e, para outros colaboradores os mesmos impactos são classificados como sendo de não incômodo.

Figura 9 - Impactos ambientais que incomodam os colaboradores

Fonte: Elaboração própria

Figura 10 - Impactos ambientais que mais incomodam os colaboradores

Fonte: Elaboração própria

Figura 11 - Impactos ambientais que não incomodam os colaboradores

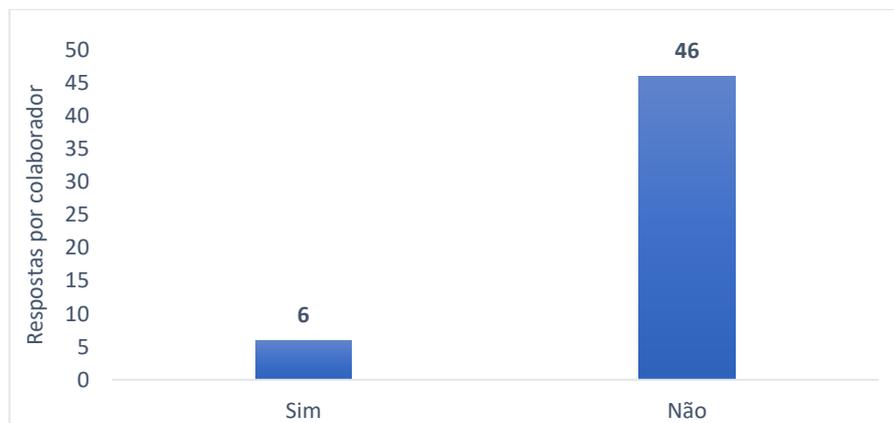
Fonte: Elaboração própria

A respeito dos impactos ambientais elencados nas Figuras 9, 10 e 11, é importante destacar que as emissões atmosféricas apresentam caráter flutuante na percepção dos

colaboradores; o mesmo impacto é visto de forma diferente dentro do grupo, apesar de tratar-se de um importante impacto ambiental dentro do processo produtivo.

A Figura 12 demonstra que a maioria dos entrevistados não apresentam necessidade de novos esclarecimentos das questões ambientais vivenciadas, contudo é notável a discrepância do resultado encontrado, visto que nas análises anteriores foi demonstrado a clara deficiência dos colaboradores em relação a carência de treinamentos fornecidos e ao conhecimento quanto as ações que devem ser adotadas frente a situações de emergências ambientais.

Figura 12 - Necessidade de esclarecimento sobre as questões ambientais



Fonte: Elaboração própria

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente trabalho evidenciou-se que os colaboradores, pertencentes a área da redução da empresa, não apresentam conhecimento satisfatório em relação as questões ambientais. Notou-se, por exemplo, uma falta de clareza nas ações que devem ser realizadas frente a uma emergência ambiental, pois segundo apontado pelos colaboradores ainda não se há um alinhamento quanto aos procedimentos que devem ser adotados, ainda que os mesmos estejam mapeados em documentos específicos de gestão de risco da empresa, que é o caso do PAE. Ainda sobre a questão dos riscos, o percentual de colaboradores (11,53%) que mencionaram o PAE em suas respostas, embora possa parecer pequeno diante do número de participantes (52 colaboradores), é alarmante quando considerados os altos riscos que envolvem as operações que existem na coqueria, sinterização e alto-forno.

Outro ponto importante a ser destacado nessa pesquisa foi a divergência apresentada entre os próprios colaboradores quanto à necessidade de treinamentos e ao esclarecimento de dúvidas a respeito dos impactos ambientais envolvidos em suas atividades. Enquanto 50% dos colaboradores afirmaram que faltavam treinamentos relacionados ao tema, apenas 6 apontaram a necessidade de esclarecimento de dúvidas. Tal premissa pode se relacionar com o padrão de respostas obtidos no estudo como um todo que, em geral, apresentou carência na qualidade assim como baixa compreensão da temática ambiental abordada.

Embora a pesquisa seja limitada a uma gerência específica da empresa estudada, é importante considerar a percepção ambiental em ambientes detalhados do processo produtivo, pois cada área apresentará seus próprios aspectos e impactos ambientais, caracterizando o ambiente multidisciplinar em que se aplica a gestão ambiental.

De fato, a pequena amostra analisada no presente estudo reflete, claramente, que a compreensão da gestão ambiental ainda não apresenta grande notoriedade na rotina dos colaboradores. Ademais notou-se que o formulário aplicado não permitiu a exata identificação da função dos colaboradores participantes, sendo uma importante fragilidade identificada na elaboração do formulário, além de poder ter conexão com as respostas obtidas.

Outras considerações importantes estão ligadas ao fato de que o formulário empregado pela área de Meio Ambiente da empresa não possuía caráter obrigatório e, segundo informações dos responsáveis, não houve replicação do mesmo. Essa constatação pode influenciar negativamente em análises posteriores.

Como contribuições do estudo, destaca-se a importância de enfatizar, divulgar e capacitar os colaboradores sobre as questões voltadas para a gestão ambiental, fator deficiente

frente aos dados apresentados. A gestão ambiental precisa ser compreendida como um pilar estratégico para a evolução do negócio. Entre as ações que podem ser implementadas estão: capacitações com treinamentos periódicos como *workshops*, palestras, divulgação de indicadores ambientais, inserção de questões ambientais nos diálogos diários de desempenho, promoção de ações voltadas para a temática ambiental e outras.

REFERÊNCIAS

ABM - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE METALURGIA, MATERIAIS E MINERAÇÃO. **Eficiência Energética na Siderurgia – Estudo Prospectivo do Setor Siderúrgico**. Campinas, 2009.

ABREU, A. F. **The Role of Stakeholders' in Predicting the Outcomes of IS Implementation Process**. Ontario, Canadá, 1995. Tese de Doutorado em Ciências da Administração – Universidade de Waterloo

BALL, D. F.; SHEWRING, D. **sil Non-destructive Testing**, v. 6, n. 3, p. 138-145, 1973.

BOGO, J. M. **O Sistema de Gerenciamento Ambiental Segundo a ISO 14001 Como Inovação Tecnológica na Organização**. Florianópolis, 1998. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção – Universidade Federal de Santa Catarina. Gestão ambiental na empresa, 2 ed., Atlas, (2012)

BRASIL. **Constituição** (1988). **Constituição** da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado **Federal**: Centro Gráfico, 1988.

CAGNIN, Mariana. Artemidia independente: **Vidas Imperfeitas, o quadrinho em um diálogo entre linguagem e suporte**. 2012. 72 f. Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Artes Visuais) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Artes, 2012

CALLENBACH, E.; CAPRA, F.; GOLDMAN, L. LUTZ, R. & MARBURG, S. **Gerenciamento Ecológico**. São Paulo: Cultrix, 1993.

CAVALCANTI, P. P. S. **Gestão ambiental na indústria siderúrgica – Aspectos relacionados às emissões atmosféricas**. 2012. 54 fls. Projeto de Graduação (Engenharia Metalúrgica) – Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2012

CGEE (2010). **Siderurgia no Brasil 2010-2025; subsídios para tomada de decisão**. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE)

CHAN, E. S. W.; WONG, S. C. K. **Motivations for ISO 14001 in the hotel industry**. Tourism Management, v. 27, n. 3, p. 481-492, 2006.

D'AVIGNON, A. **Normas Ambientais ISO 14000 – Como podem Influenciar sua Empresa**. Rio de Janeiro: CNI, 1996.

DONAIRE, Denis. **Gestão ambiental na empresa**. – 2. ed. – 16. Reimpr. São Paulo: Atlas, 2012.

EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE. **Caracterização do uso da energia no setor siderúrgico brasileiro**. Rio de Janeiro, 2009.

Fiksel, J. *Et al.* (2011). **Comparative life cycle assessment of beneficial applications for scrap tires**. Clean Technology and Environmental Policy, 13. 19-35.

GIL, Antonio Carlos. **COMO ELABORAR PROJETOS DE PESQUISA**. 4ª ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GURSKI, Bruno; GONZAGA, Roberto; TENDOLINI, Patricia. **Conferência de Estocolmo: um marco na questão ambiental**. Administração de Empresas em Revista, v. 1, n. 7, p. 65-79, 2012.

HONAISSER, T. M. P. **Licenciamento ambiental e sua importância**. In: ENCONTRO TOLEDO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, v. 5, n. 5., 2009, Presidente Prudente. Anais... Presidente Prudente, SP: Intertemas, 2009, p. 1-13.

INSTITUTO AÇO BRASIL. **Relatório de Sustentabilidade 2019**. 12ª ed. Rio de Janeiro - RJ: 2017.

INSTITUTO AÇO BRASIL. **Relatório de Sustentabilidade 2019**. 14ª ed. Rio de Janeiro - RJ: 2019.

INSTITUTO AÇO BRASIL. **Relatório de Sustentabilidade 2020**. 15ª ed. Rio de Janeiro - RJ: 2020.

IPCC. **Mudanças Climáticas 2014: Relatório de Síntese**. Contribuição dos Grupos de Trabalho I, II e III para o Quinto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas [Equipe de Redação Central, RK Pachauri e LA Meyer (eds.)]. IPCC, Genebra, Suíça, 151 pp. 2014.

MACHADO, M. L. P.; PAULO, V. F. M. S.; FLÁVIO, L. A. **Siderurgia para não Siderurgistas**. Vitória: Associação Brasileira de Metais - ABM, 2003.

MAIMON, D. **ISO 14001 – Passo a Passo da Implantação nas Pequenas e Médias Empresas**. Rio de Janeiro: Qualitymark Editora Ltda., 1999.

MATTHEWS, D. H. **Environmental management systems for internal corporate environmental benchmarking**. *Benchmarking: An International Journal*, v. 10, n. 2, p. 95-106, 2003.

MELNYK, S. A.; SROUFE, R. P.; CALANTONE, R. **Assessing the impact of environmental management systems on corporate and environmental performance**. *Journal of Operations Management*, v. 21, n. 3, p. 329-351, 2002.

MOURÃO, Marcelo Breda (coord.). **Introdução à siderurgia**. São Paulo, ABM, 2011
NBR ISO 14001 – Sistemas da gestão ambiental: requisitos com orientação para uso. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

NASCIMENTO, F.P. **Metodologia da Pesquisa Científica: teoria e prática – como elaborar TCC**. Brasília: Thesaurus, 2016

PEROTTO, E. *et al.* **Environmental performance, indicators and measurement uncertainty in EMS context: a case study**. *Journal of Cleaner Production*, v. 16, n. 4, p. 517-530, 2008.

RAMOS, V. R. **ANÁLISE TÉCNICA DO USO DE ETANOL EM UM MOTOR DE COMBUSTÃO INTERNA PARA DIFERENTES RAZÕES DE COMPRESSÃO.** UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO. [s. l.]. 2019.

REBELO, M. F.; SANTOS, G.; SILVA, R. **A generic model for integration of quality, environment and safety management systems.** The TQM Journal, v. 26, n. 2, p. 143-159, 2014.

SALIM, H. K.; PADFIELD, R.; HANSEN, S.B.; MOHAMAD, S. **Global trends in environmental management system and ISO14001 research.** Journal of Cleaner Production, v. 170, p. 645-653, 2018.

SEKARAN, U. **Research methods for managers: a skill-building approach.** New York: Wiley, 1984.

SELLTIZ, Claire et al. **Métodos de pesquisa nas relações sociais.** São Paulo: Herder, 1967.

SILVA, Guilherme Frederico Bernardo Lenz e. **Reciclagem de resíduos siderúrgicos sólidos contendo ferro via tecnologia de aglomeração através da solução de um modelo multicriterial hierárquico e de programação linear.** 2004. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004. . Acesso em: 15 jun. 2022.

STARLING, A. R. D. A. R. **Avaliação de metodologias de simulação física.** Dissertação (Mestrado) - UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS. Belo Horizonte. 2012.

SOUZA, RODRIGO. **Análise dos impactos de emissões atmosféricas locais da indústria siderúrgica: um estudo de caso no Rio de Janeiro.** Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2013.

Marie-France Waxin & Sandra L. Knuteson & Aaron Bartholomew, 2019. "**Outcomes and Key Factors of Success for ISO 14001 Certification: Evidence from an Emerging Arab Gulf Country,**" Sustainability, MDPI, vol. 12(1), pages 1-17, December.