

CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA  
UNIDADE DE PÓS-GRADUAÇÃO, EXTENSÃO E PESQUISA  
MESTRADO PROFISSIONAL EM GESTÃO E TECNOLOGIA EM  
SISTEMAS PRODUTIVOS

ALEX NAKAUTI KIYOMOTO

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE UM PROCESSO PRODUTIVO DE  
REAPROVEITAMENTO DE SUCATA METÁLICA: PROPOSTA DE UM SISTEMA  
PARA RECUPERAÇÃO DE ÁGUA

São Paulo

Março/2023

ALEX NAKAUTI KIYOMOTO

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE UM PROCESSO PRODUTIVO DE  
REAPROVEITAMENTO DE SUCATA METÁLICA: PROPOSTA DE UM SISTEMA  
PARA RECUPERAÇÃO DE ÁGUA

Dissertação apresentada como exigência para a Banca de Defesa no Programa de Mestrado Profissional em Gestão e Tecnologia em Sistemas Produtivos do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, sob a orientação da Profa. Dra. Silvia Pierre Irazusta e coorientação do Prof. Dr. Francisco Tadeu Degasperi

São Paulo

Março/2023

FICHA ELABORADA PELA BIBLIOTECA NELSON ALVES VIANA  
FATEC-SP / CPS CRB8-8390

K62d Kiyomoto, Alex Nakauti  
Diagnóstico ambiental de um processo produtivo de reaproveitamento de sucata metálica: proposta de um sistema para recuperação de água / Alex Nakauti Kiyomoto. – São Paulo: CPS, 2023.

163 p. : il.

Orientadora: Profa. Dra. Silvia Pierre Irazusta  
Coorientador: Prof. Dr. Francisco Tadeu Degasperi  
Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão e Tecnologia em Sistemas Produtivos) – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, 2023.

1. SBP. 2. Diagnóstico ambiental. 3. Metalurgia do pó. 4. Sistemas produtivos. 5. Recuperação de água. I. Irazusta, Silvia Pierre. II. Degasperi, Francisco Tadeu. III. Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza. III. Título.

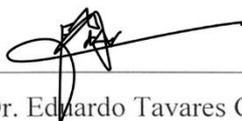
ALEX NAKAUTI KIYOMOTO

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE UM PROCESSO PRODUTIVO DE  
REAPROVEITAMENTO DE SUCATA METÁLICA: PROPOSTA DE UM SISTEMA  
PARA RECUPERAÇÃO DE ÁGUA



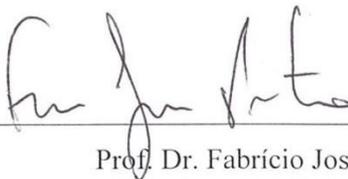
---

Profa. Dra. Silvia Pierre Irazusta  
Orientadora - CEETEPS



---

Prof. Dr. Eduardo Tavares Galvani  
Examinador Externo – INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA - ITA



---

Prof. Dr. Fabrício José Piacente  
Examinador Interno - CEETEPS

São Paulo, 30 de março de 2023

A Yoshiko e Kátia, pilares da minha vida.

## AGRADECIMENTOS

À Profa. Dra. Silvia Pierre Irazusta pela inestimável contribuição para a construção deste trabalho. Foram horas de reuniões e encontros que incrementaram muito o meu conhecimento para as temáticas abordadas nesta empreitada. Acima de todo o lado profissional, construído nestes últimos dois anos de orientação, a considero uma grande amiga.

Ao Prof. Dr. Francisco Tadeu Degasperi pelas incansáveis aulas de termodinâmica e física aliadas à sua simpatia e humildade, na qual tornou viável o projeto de recuperação do vapor de água.

Ao Dr. Eduardo Tavares Galvani por abrir as portas da Höganäs Brasil e delimitar, com extrema competência acadêmica e profissional, os processos da empresa.

Ao senhor Adriano Machado, presidente da Höganäs Brasil, por apoiar a iniciativa da pesquisa nas instalações da empresa assim como nos dar todo o suporte para que a mesma tivesse êxito.

Ao senhor Ivan Brasil Neto por todo o suporte dado na empresa, direcionando os profissionais que me ajudaram nesta pesquisa.

A equipe de engenharia de processos e engenharia de segurança do trabalho da Höganäs Brasil pelo suporte nas visitas técnicas e na coleta de dados.

Aos professores do CEETEPS do programa de pós-graduação, por apresentarem com maestria os conceitos nas aulas e pela liberdade de expressão para as contribuições destas. Em especial aos professores Doutores Rosinei Batista Ribeiro e Alexandre Formigoni que estiveram alinhados a minha pesquisa e contribuíram para melhorá-la.

A minha amiga de turma Ana Paula Paglione Aniceto, pela amizade construída e por todo apoio nestes últimos dois anos.

“Eu também quero a volta à Natureza, mas  
essa volta não significa ir para trás e sim para  
frente” (Friedrich Nietzsche)

## RESUMO

NAKAUTI KIYOMOTO, A. **Diagnóstico ambiental de um processo produtivo de reaproveitamento de sucata metálica: proposta de um sistema para recuperação de água.** 146 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão e Tecnologia em Sistemas Produtivos). Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, São Paulo, 2023.

Em que pese o tamanho e a importância que o setor metalúrgico representa na economia do país, a literatura atual é escassa no que diz respeito à caracterização e o diagnóstico ambiental de empresas do setor metalúrgico, de modo especial a metalurgia do pó que constitui um braço forte do setor, principalmente pela sua aderência a alguns dos pilares da economia circular, como o reuso, remanufatura e reciclagem e a simbiose industrial, por ser um processo intermediário entre diferentes sistemas produtivos. Assim, o objetivo deste estudo foi realizar uma avaliação desse processo produtivo por meio da aplicação de uma ferramenta de diagnóstico ambiental e, a partir desta análise propor possíveis soluções ambientais. A partir da aplicação de uma ferramenta de diagnóstico ambiental, estabeleceu-se pontos fortes e fragilidades do processo, com proposta de ações de melhoria. A metodologia usada foi aplicação do SBP, um anagrama composto pelos sobrenomes dos idealizadores, que avalia o desempenho ambiental por meio de indicadores que respondem às grandes áreas denominadas construtos, cujo resultado das avaliações parciais ocorre em escala de julgamento. O uso de escalas de julgamento é subjetivo na medida em que se detecta a percepção ambiental dos colaboradores, porém tem a vantagem de ser mais viável economicamente quando comparada a uma análise em campo. Diversos conceitos sustentáveis devem ser incorporados no desenvolvimento deste produto, considerando-se fatores como consumo energético, tipo de energia, recursos hídricos e resíduos produzidos. A metodologia SBP mostrou-se eficiente e de baixo custo ao apontar, por meio de indicadores, a ordem de urgência e prioridade nas ações da empresa, bem como permite identificar as oportunidades de melhoria ao longo do processo. Na avaliação geral, a empresa apresentou bons resultados e o construto com maior fragilidade foi o de recursos hídricos, onde se observou a necessidade de maior preocupação e urgência para que as medidas prioritárias sejam implementadas, com intuito de melhorar o seu processo e evitar desperdícios de água. Como proposta para recuperação de água no processo, apresenta-se aqui, um protótipo de sistema para recuperação do vapor de água, propiciando o reuso e a recuperação de 90% do volume de água perdida na forma de vapor, o que representa trinta e

nove metros cúbicos de água líquida em quarenta e cinco minutos de uma batelada, durante 18 horas por dia em 24 dias.

**Palavras-chave:** SBP. diagnóstico ambiental. metalurgia do pó. sistemas produtivos. recuperação de água.

## ABSTRACT

NAKAUTI KIYOMOTO, A. **Environmental diagnosis of a productive process for metal scrap reuse: a proposal for water recovery.** 146 f. Thesis (Professional Master's Degree in Management and Technology in Productive System). Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza, São Paulo, 2023.

Despite the size and importance represented by the metallurgical sector in the economy of the country, there is a lack of current literature regarding the characterization and environmental diagnosis of companies in the metallurgical sector, especially powder metallurgy, which represents a strong arm in the business, mainly due to its adherence to some pillars of the circular economy such as reuse, remanufacturing, recycling and industrial symbiosis as it is an intermediate process between different productive systems. Therefore, the object of this study is to perform an evaluation of this productive system through the application of an environmental diagnostic tool and, according to the results of this analysis, to propose possible solutions to environmental problems. With the use of this tool, the strengths and weak points of the process were assessed and improvement actions were proposed. The methodology used was the SBP application, an anagram composed by the last name of its creators, which evaluates the environmental performance through indicators related to larger areas known as constructors and whose partial assessment results take place in a judgment scale. The use of a judgment scale is subjective as it perceives the environmental perception of the employees, however, it has the advantage of being more cost-effective when compared to an on-site examination. Several sustainable concepts must be embodied in the development of this product when considering variables such as energy consumption, type of energy, water resources and produced waste. SBP methodology proved to be efficient and low-cost by indicating, through the use of indicators, the order of urgency and the priority of actions for improvement in the company throughout the process. In general, the company has registered successful results and the most fragile construct was the water resources construct, where it was observed a substantial need for greater concern and urgency for the implementation of priority measures to improve its process and avoid waste of water. As a proposal for the water recovery process, this study presents a prototype of a water vapour recovery system which allows the reuse and recuperation of 90% of the volume of water lost in form of steam, representing thirty-nine cubic meters of water, in forty-five minutes of batch process for 18 hours a day for 24 days.

**Key-word:** SBP. environmental diagnostic. powder metallurgy. productive systems. water recovery.

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1:	Construtos e respectivos indicadores .....	31
-----------	--------------------------------------------	----

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1:	Construto e grau de importância .....	28
Tabela 2:	Julgamento dos indicadores .....	29
Tabela 3:	Pontuação dos construtos .....	34
Tabela 4:	Desempenho dos indicadores e construtos .....	35

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Segmento do processo de atomização a água para produção de pós metálicos.....	23
Figura 2 - Conceito de economia circular .....	26
Figura 3 - Fluxograma da pesquisa.....	34
Figura 4 - Consumo e utilização da água nos processos da empresa .....	47
Figura 5 - Desperdício de água na unidade .....	48
Figura 6 - Setores da empresa em que há desperdício de água .....	49
Figura 7 - Estação de Tratamento de Água (ETA) na planta de Mogi das Cruzes .....	50
Figura 8 - Avaliação do uso da água na unidade.....	51
Figura 9 - Comunicação ambiental na empresa.....	52
Figura 10 - Inventário de emissões segundo o PREFE da CETESB.....	53
Figura 11 - Uso da MTPD na empresa .....	54
Figura 12 - Avaliação do consumo energético no processo de obtenção de pós metálicos .....	55
Figura 13 - Conhecimento da empresa sobre a PNRS.....	56
Figura 14 - Trocador de calor aletado com escoamento cruzado .....	59
Figura 15 - Aleta anular.....	60
Figura 16 - Aleta retangular.....	60
Figura 17 - Perda de energia por condução e convecção na aleta anular .....	61
Figura 18 - Perda de energia por condução e convecção na aleta retangular .....	61
Figura 19 - Eficiência gráfica da aleta anular.....	63
Figura 20 - Eficiência gráfica da aleta retangular.....	63
Figura 21 – Tarifa de água e esgoto no Município de Mogi das Cruzes.....	68

## LISTA DE SIGLAS

SBP	Sellito, Borchardt e Pereira
PNRS	Política Nacional de Resíduos Sólidos
ADF	Anemia por Deficiência de Ferro
ESG	<i>Environmental, social and governance</i>
ONU	Organização das Nações Unidas
RSC	Responsabilidade Social Corporativa
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
RDC	Resolução da Diretoria Colegiada
USEPA	<i>U.S Environmental Protection Agency</i>
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
SGA	Sistema de Gestão Ambiental
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
NBR	Norma Brasileira
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
FEA	Forno Elétrico a Arco
NR	Norma Regulatória
ETA	Estação de Tratamento de Água
PREFE	Plano de Redução de Emissões de Fontes Estacionárias
MP	Materiais Particulados
SO <sub>x</sub>	Óxidos de Enxofre
NO <sub>x</sub>	Óxidos de Nitrogênio
COV	Compostos Orgânicos Voláteis
HCTNM	Hidrocarbonetos Totais não Metano
MTPD	Melhor Tecnologia Prática Disponível
CADRI	Certificado de Movimentação de Resíduos de Interesse Ambiental
Mágua	Massa de água
%Líquida	Porcentagem de água líquida
Mvapor	Massa do vapor de água
T <sub>s</sub>	Temperatura da Superfície
T <sub>∞</sub>	Temperatura do fluido

$h$	Coefficiente de transferência de calor por convecção
$q_h$	Taxa de transferência de calor por convecção
$q_k$	Taxa de transferência de calor por condução
$k$	Condutividade térmica
$p$	Perímetro
$q$	Transferência de energia
$T_\infty$	Temperatura do fluido
$T_\infty$	Temperatura do fluido
$T_\infty$	Temperatura do fluido

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	18
	QUESTÃO DE PESQUISA.....	21
	OBJETIVOS .....	21
	Objetivo Geral.....	21
	Objetivos específicos .....	21
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....	22
	2.1 Atomização a água.....	22
	2.2 Economia Circular .....	25
	2.3 <i>Environmental, social and governance</i> (ESG) ou Ambiente, Social e Governança corporativa (ASG) .....	27
	2.4 Desenvolvimento sustentável e Resíduo zero ou <i>zero waste</i> (ZW) .....	30
	2.5 Diagnóstico ambiental .....	31
	2.6 Uso de água e a Termodinâmica .....	32
3	MÉTODO .....	33
	3.1 Método de Diagnóstico Ambiental .....	34
	3.1.1 Aplicação do Questionário .....	35
	3.1.2 Definição dos Construtos .....	35
	3.1.3 Atribuição e avaliação de desempenho dos indicadores dentro de cada construto .....	36
	3.2 Protótipo para Recuperação do vapor de água .....	40
	3.2.1 Definição do trocador de calor .....	40
	3.2.2 Trocador de calor aletado .....	41
4	Resultados.....	42
	4.1 Diagnóstico ambiental.....	42
	4.2 Projeto de recuperação do vapor de água – modelo teórico .....	57
5	Conclusões.....	69
	REFERÊNCIAS .....	71
A	APÊNDICE .....	75
	A.1 Artigo: Diagnóstico ambiental no setor metalúrgico: uma análise bibliométrica das publicações utilizando as plataformas <i>web of science</i> <sup>®</sup> e <i>scopus</i> <sup>®</sup> .....	75
	A.2 Eficiência ambiental Höganäs avaliada pela ferramenta SBP – ETAPA 1.....	90
	A.3 Questionário de atribuição de indicadores a cada construto – ETAPA 2.....	97

## 1 INTRODUÇÃO

O meio ambiente sofre constantemente dois tipos de perturbações, uma de ordem natural, proveniente de calamidades ambientais como por exemplo, as chuvas torrenciais ou abalos sísmicos de grande intensidade, e outra, oriunda das ações humanas, como as atividades industriais que esgotam os recursos naturais e afetam diretamente as matrizes ambientais, como a terra, o ar e a água devido, principalmente, à geração e emissão de resíduos (ABBAS *et al.*, 2020).

Dentre as diversas indústrias manufatureiras, grandes fabricantes de ferro e aço, destacam-se devido aos diversos processos e operações unitárias que criam poluentes para o ar, água e terra. Reduzir a diferença entre resíduos gerados e reutilizados é um desafio para estas empresas, tornando como escopo, a redução de emissão de carbono no ambiente e o consumo de energia por meio de conceitos, como resíduo zero, sustentabilidade, avaliação do ciclo de vida e uso dos 4R's ( reduzir, reciclar, reutilizar e restaurar ) (SISTA; DWARAPUDI, 2018).

A metalurgia do pó (MP) é um processo da metalurgia de transformação que usa a conformação metálica de materiais para obtenção do pó de ferro, este com ampla gama de aplicações (HRYHA; WENDEL, 2018). É uma técnica altamente produtiva, utilizada, por exemplo, para a fabricação de peças do setor automotivo dentro de tolerâncias muito pequenas com características estruturais e físicas muito específicas (CHIAVERINI, 1992). O processo inicia-se com captação e seleção da sucata de ferro proveniente de diversas fontes certificadas. Esta matéria é transportada para fornos cuja força motriz é a energia elétrica, denominado FEA (forno a arco elétrico), em que ocorre a fusão deste material. Para obter particulados de granulometria e características desejadas este material fundente é designado para a etapa de atomização a água. Há diversos processos de atomização na literatura, porém a água é a mais utilizada por conta do alto rendimento ao final do procedimento. Por fim há a geração do pó ferroso como produto final deste processo metalúrgico.

O resíduo do processo de fusão metálica no FEA, denominado escória, é um sobrenadante constituído de uma variedade de compostos simples ou complexos, sendo soluções de óxidos de diferentes origens, sulfetos ou halogenetos, que formam uma fase imiscível ao banho metálico devido à sua baixa densidade, protegendo o banho da atmosfera externa (MAIA, 2014). A escória é o principal subproduto do processo de fabricação de pós metálicos e sua produção aumenta anualmente, o que reforça a preocupação ambiental em

reutilizá-la corretamente. O aumento e a melhoria da taxa de recuperação deste tipo de resíduo, contribuem para a redução de seus impactos no ambiente.

A lei 12.305 de 2010, institui a política nacional de resíduos sólidos (PNRS) e contém instrumentos para gerenciar adequadamente o manejo de resíduos sólidos, prevendo redução na sua geração, por meio do consumo sustentável, aumento da reciclagem, reutilização e destinação adequada (Brasil, 2010). É fundamental que as organizações tenham um plano de gerenciamento de resíduos sólidos muito bem definido a fim de atender às exigências legais, por meio de processos de produção mais sustentáveis. O gerenciamento de resíduos compreende os aspectos tecnológicos e operacionais, ligados a redução reutilização, acondicionamento correto, tratamento, recuperação de energia e destinação final (SCHALCH et al., 2002).

Inserido no gerenciamento de resíduos industriais, o termo “resíduo zero” é uma abordagem que considera todo o ciclo de vida de um produto, com intuito de eliminar a geração de resíduos e recuperar o valor para os materiais (PAULO, 2019). Aplicando este conceito, é possível mapear todo o processo produtivo e identificar pontos de recuperação de subproduto, maximizando a produção e diminuindo perdas. Segundo GOTTI e SOUZA, 2017, a gestão ambiental é compreendida como diretrizes e atos administrativos e de operação com o objetivo de beneficiar o meio ambiente através de da redução da poluição e criação de novas plataformas de negócios.

Neste contexto, a simbiose industrial é um caminho eficaz para a redução dos impactos ambientais e fechamento de ciclos, uma vez que, dentro deste conceito, as empresas realizam permutas de materiais, recursos e resíduos oriundos de um processo produtivo, os quais se tornam matéria prima para outro processo, gerando vantagens competitivas, redução de custos, agregação de valor e aumento do desempenho ambiental (HERZER et.al.,2017). A produção mais limpa, cujos princípios propõem uma abordagem preventiva, usada para reduzir a geração de poluição na fonte, juntamente com os processos de simbiose industrial, permitem a melhoria na eficiência das operações da empresa e redução de custos e impactos ambientais (PESCIM, 2017).

No Brasil, a Höganäs mantém uma zona industrial desde 1999. Sua sede administrativa, localizada na Vila Suíça, no distrito de Cesar de Souza em Mogi das Cruzes, opera para atender clientes do mercado brasileiro e de toda América do Sul. A técnica comercial envolvida na produção de pós metálicos na sede brasileira, refere-se ao processo de atomização a água, no

qual o ferro é fundido e submetido a jatos pressurizados de água produzindo o pó de ferro puro. Dentre as inúmeras aplicações globais deste material estão: fabricação de peças para o setor automotivo, como elemento filtrante, produtos sinterizados e em outros mercados como enriquecimento ou fortificação alimentar, porém no Brasil, a resolução RDC nº150 de abril de 2017 estabeleceu quantidades mínimas de ferro, no enriquecimento de farinhas de trigo, bem como a fonte deste elemento que deve ser sulfato ferroso, sulfato ferroso encapsulado, fumarato ferroso ou fumarato ferroso encapsulado, proibindo o uso de pós de ferro industrial.

O desenvolvimento sustentável é um processo de alterações em que a exploração de recursos, investimentos e o desenvolvimento das estruturas organizacionais são concebidos para atender as necessidades atuais e futuras das empresas, baseando-se dentre outros aspectos o desempenho ambiental (ALMEIDA; SELLITTO, 2012). Antonov e Sellitto (2011) definem o desempenho ambiental como uma análise qualitativa e comparativa, sobre a ótica da gestão dos aspectos ambientais, do conjunto de resultados quantificados denominado indicadores.

Os indicadores são informações de fácil compreensão úteis como ferramentas de avaliação de determinados fenômenos e na tomada de decisão da organização nas esferas normativas, legislativas e estratégias (JANOTTI, 2017).

Mediante a crescente problemática ambiental quanto ao descarte de resíduos sólidos, o gerenciamento dos subprodutos deste tipo de indústria tornou-se assunto de interesse. O reprocessamento e a reutilização destes resíduos em outros processos produtivos utilizando métodos físicos, térmicos e metalúrgicos são amplamente utilizados (SISTA *et al.*, 2020).

Com o interesse da organização em definir e mensurar seus indicadores e, assim, o seu desempenho ambiental, este trabalho propôs inicialmente, aplicar o método SBP, descrito por (SELLITTO *et.al.*, 2010) para realizar uma análise e um diagnóstico a respeito de parâmetros e indicadores definidos pelos autores. Neste método o desempenho ambiental é avaliado por meio do estabelecimento de uma ordem de prioridades entre aspectos ambientais pré-definidos, os quais serão avaliados por meio de indicadores de desempenho. A avaliação é realizada por colaboradores de diversos níveis da empresa, segundo procedimento orientado pelos pesquisadores.

Este trabalho também apresenta um relatório que pretende ser um guia de procedimento dentro do processo de fabricação de pós metálicos utilizando a atomização a água, com o objetivo de construir um documento norteador do processo de remanufatura da sucata de ferro,

bem como a recuperação de água do processo de atomização atendendo aos princípios da economia circular e recuperação de recursos.

## **QUESTÃO DE PESQUISA**

Esta pesquisa traz duas grandes questões. Como a aplicação de uma ferramenta de diagnóstico ambiental pode fornecer uma visão sistêmica do sistema produtivo, apontando as possibilidades de intervenções para melhorias?

Como otimizar a gestão de recursos hídricos por meio de um sistema de reaproveitamento do vapor d'água do processo de atomização?

## **OBJETIVOS**

### **Objetivo Geral**

Por meio da ferramenta SBP, para o diagnóstico ambiental, descrever um cenário do processo produtivo da empresa metalúrgica, estabelecendo uma hierarquia entre aos indicadores ambientais a partir da percepção dos colaboradores envolvidos no processo.

### **Objetivos específicos**

- Aplicar um questionário por meio de um *survey*, a um grupo de colaboradores representativos dos diferentes setores da empresa;
- Ao avaliar e compilar as respostas, definir um quadro de construtos e respectivos indicadores em ordem de prioridade;
- Apontar possibilidades de intervenção para melhorias na gestão de processos.

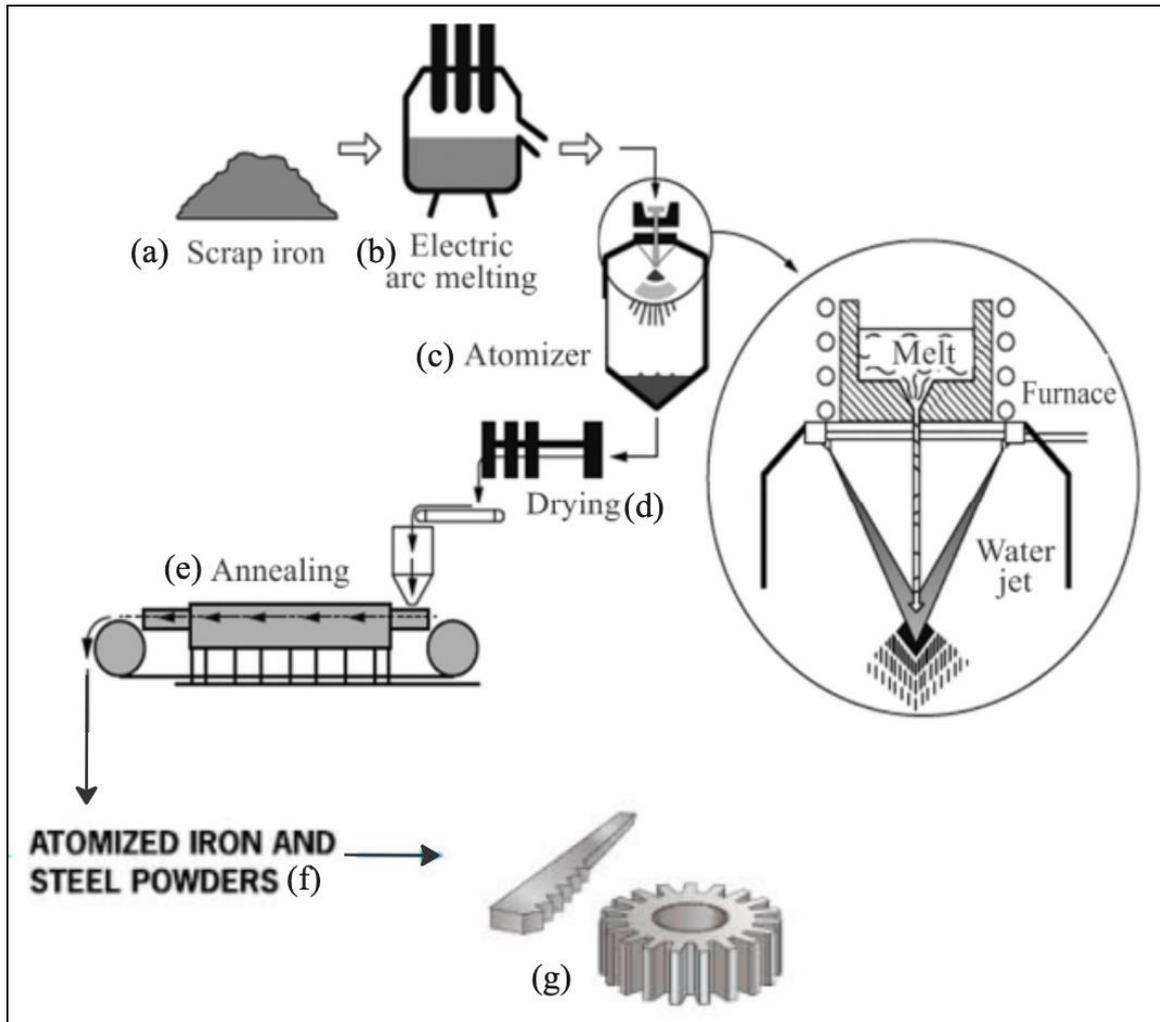
## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Apresentaremos conceitos importantes associados ao processo de fabricação dos pós metálicos, bem como os que fundamentam o diagnóstico ambiental.

### 2.1 Atomização a água

Os processos da metalurgia do pó para materiais particulados são tecnicamente denominados P/M<sup>2</sup> que em engenharia, significa materiais que possuem diâmetros entre 0,1 a 200 µm e são provenientes de uma série de tecnologias como a dos pós metálicos (GERMAN M., 2005,p.2-5).

Figura 1 - Segmento do processo de atomização a água para produção de pós metálicos



Fonte: Adaptado Kruzhanov (2018)

A Figura 1, ilustra parcialmente o processo de obtenção de pós metálicos com foco na atomização a água. O método inicia-se com a seleção da sucata metálica (a) e de obsolescência que são provenientes de diversos fornecedores como a indústria automotiva, fornece resíduos de estamparias, os sucateiros que coletam diversos materiais metálicos como partes de máquinas de lavar e geladeiras e as empresas que recolhem sucatas de outras indústrias metalúrgicas. Alojados no pátio de sucatas, os materiais são classificados por tamanho, densidade e quantidade de impurezas que influenciam diretamente no rendimento metálico (LOPES, 2022). Importante apontar que a separação da sucata envolve alto grau de trabalho manual em que as atividades de coleta, separação e distribuição de resíduos metálicos que abastecem as metalúrgicas, oferecem riscos físicos aos trabalhadores, como exemplo a exposição a vibrações e ruído e aos riscos ergonômicos o que demanda uma análise preliminar

dos riscos ambientais e ocupacionais para que medidas preventivas e/ou mitigatórias sejam tomadas (MEDEIROS; SANTOS, 2019).

A etapa seguinte, (b), consiste em abastecer os altos fornos. A eletricidade tem sido amplamente utilizada como matriz energética para a fusão e refino de metais, sendo o forno elétrico a arco (FEA) o representante totalitário nas aciarias por serem os mais eficientes. Neste modelo de forno utilizam-se altas potências energéticas entre 50 a 80 MW dependendo da capacidade do FEA, aliada a energia química na forma de carbono, oxigênio ou gás natural utilizadas como catalizadores do processo de fusão cujo o ferro fundido contido em seu interior atinge uma temperatura de até 1800 °C (GAJIC *et al.*, 2016). Logar e Škrjanc (2021) afirmam que os fornos modernos consomem em média 400 a 500 kWh de energia elétrica por tonelada de sucata, fruto de grandes estudos e aplicações tecnológicas com intuito de aprimorar e otimizar o FEA. Nos Altos-Fornos, como o (FEA), formam um sobrenadante, denominado escória, devido a diferença de densidade e solubilidade com a fase metálica. Ferraro (2014), conceitua a escória de aciarias como uma mistura formada basicamente de óxido de cálcio (CaO), dióxido de silício (SiO<sub>2</sub>), óxido de magnésio (MgO), óxido de alumínio (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) e óxidos de ferro resultantes da fusão de impurezas e fundentes de metais e minérios durante os processos metalúrgicos. São resíduos atrativos devido a elevada produção nas aciarias e a possibilidade de seu reuso, uma vez que 56% deste material é estocado como matéria prima de outros produtos, na construção civil e na produção industrial de fertilizantes constitui um exemplo de aplicação do conceito de economia circular.

O material fundente, filtrado e sem escoria é despejado em uma panela por gravidade e posteriormente para o atomizador (c). Para German M. (2005,p.7-8), as técnicas de atomização industrial para obtenção de pós de partículas são desejadas, uma vez que podem ser aplicadas a muitos metais ou ligas metálicas e propiciam um satisfatório controle no processo produtivo. A água é um dos elementos usados para fragmentar correntes descendentes de metais em estado de fusão, abaixo de 1600°C, por meio de jatos de alta pressão que solidificam rapidamente o metal líquido, promovendo o seu fracionamento. Esse processo é amplamente empregado na produção de pós de ferro, por ser economicamente melhor. Assim, é estabelecido, segundo German M. (2005,p.7-8), que a vazão mássica comum neste processo é de 5 Kg de água para cada Kg de pó e as variáveis mais importantes deste processo são a pressão e a velocidade dos jatos de água, onde altas pressões ou altas velocidades dentro do atomizador resultam em particulados metálicos. As pressões de água utilizadas dentro do atomizador variam de 35x10<sup>5</sup> a 210x10<sup>5</sup> Pa, associadas a velocidade da água de 40 a 150 m/s. O fundo da câmara do

atomizador pode ser protegida por um gás inerte, como o nitrogênio, o que impede a oxidação do pó (CHIAVERINI, 1992,p.19).

Estima-se que o teor de ferro produzido pela atomização a água é maior que 99,5%, porém o processo gera uma grande perda de calor e um considerável consumo de água (HE *et al.*, 2017). Além disso, todas as etapas fabris da produção dos pós de ferro demandam uma grande quantidade de energia elétrica e há dificuldades técnicas para recuperar a água do processo. Portanto revisões sistêmicas, explorando a fabricação de pós de ferro de maneira sustentável devem ser exploradas (HE *et al.*, 2019).

As partículas solidificadas formadas no fundo da câmara do atomizador juntamente com o excesso de água do processo, formam um composto denominado “lama”. Este produto é levado ao secador rotativo (d) com intuito de remover água. O oxigênio da água e da atmosfera dentro do atomizador oxida o pó ferroso. O excesso de óxidos e de carbono são indesejáveis no pó, logo, este é conduzido ao recozimento (e) em fornos contínuos. É uma etapa importante na produção de pós metálicos, porém associado a um grande gasto de energia elétrica, aproximadamente 2 kWh/ kg de pó (KRUZHANOV, 2018).

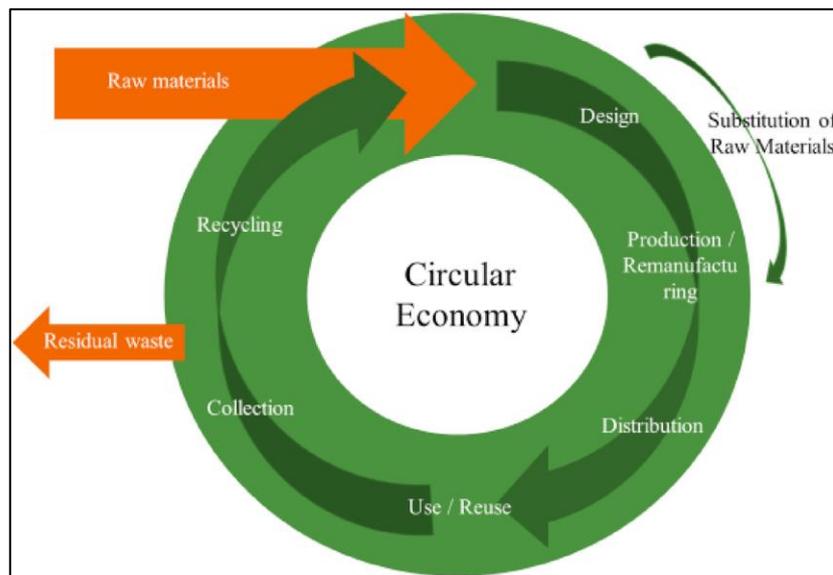
Os pós metálicos obtidos no processo de atomização a água (f), são considerados um conjunto de partículas, cuja propriedade mais importante é a razão entre a área de sua superfície e o volume, o que lhe proporciona características entre o sólido e o líquido, permitindo com que preencham, por ação da força gravitacional, cavidades específicas de moldes das mais variadas especificações (GERMAN M., 2005,p.2-5). O pó é usado na confecção de peças metálicas (g) em condições muito específicas e restritivas que, em geral não demandam operações de usinagem secundárias e são utilizados principalmente no setor automotivo como, por exemplo, componentes do motor, direção, suspensão e freios (CHIAVERINI, 1992,p.2).

## 2.2 Economia Circular

A essência do termo economia circular, conforme ilustrado na Figura 1, provém da redução do consumo de energia e geração de resíduos nas etapas dos processos fabris com foco na prevenção do esgotamento dos recursos naturais, alimentando o desenvolvimento sustentável. As alterações abrangem escalas micro (empresas e consumidores finais),

utilizando os princípios dos 3Rs: reduzir, reutilizar e reciclar, o âmbito intermediário ou cooperativo entre as empresas, em que as ações concentram-se na colaboração entre setores e cadeias produtivas, com intuito das organizações utilizarem recursos e espaços mais eficientemente e por fim a escala o macro (regiões e governos), onde adotam medidas voltadas às políticas públicas de gestão. (GRAFSTRÖM e AASMA, 2021).

Figura 2 - Conceito de economia circular



Fonte: Adaptado Grafström e Aasma (2021)

Este conceito propõe modificar o paradigma industrial de manufatura ou economia linear, sem planejamento e destinação dos resíduos produtivos e focado na lógica operacional da empresa, para a lógica operacional centrada na rede ou cadeia produtiva com intuito de alcançar a sustentabilidade, alterando o modo como as organizações fazem negócios (PIERONI; MCALOONE; PIGOSSO, 2019).

### 2.3 *Environmental, social and governance* (ESG) ou Ambiente, Social e Governança corporativa (ASG)

O termo ESG foi introduzido no relatório das Nações Unidas (ONU), o *global compact* (2004), intitulado *Who Cares Wins: Connecting Financial Markets to a Changing World* na qual, o então secretário, Kofi Annan, convidou instituições financeiras a “desenvolver diretrizes e recomendações sobre como integrar melhor as questões ambientais, sociais e de governança corporativa na gestão de ativos, serviços de corretagem de valores mobiliários e funções de pesquisa associadas”. A conclusão deste relatório foi assegurada por um grupo de 20 instituições financeiras, como HSBC e Morgan Stanley, proprietários de ativos como Allianz SE, gestores de ativos e demais interessados (ECCLES *et al.*, 2019).

ESG, ou ASG em português, é uma expressão formada pela junção das primeiras letras de um grupo de palavras, um acrônimo, criado com intuito de apresentar, como as grandes empresas e os respectivos *stakeholders* preocupam-se com questões ambientais, sociais e de governança em seus negócios (GILLAN *et al.*, 2021). Estas premissas mostraram-se tão importantes para as grandes corporações no mercado de capitais, a ponto de, a sua não observância pode prejudicar a imagem das organizações no mercado (MATOS, 2020).

É importante diferir a responsabilidade social corporativa ou RSC, do ASG. O RSC, relaciona-se com as atividades das corporações quanto a serem socialmente responsáveis e bons cidadãos corporativos (GILLAN *et al.*, 2021). É um conceito que originou o ASG e foi debatido na década de 70, direcionado a temas como distribuição de renda e desemprego, alterando o paradigma entre o mercado e a sociedade e culminando com a união entre as grandes corporações aos movimentos de cunho ambiental, criando a preocupação com a segurança no trabalho e a regulamentação governamental, servindo apenas como modelo a ser seguido de boas práticas (FARIAS; BARREIROS, 2020).

É de suma importância para o estudo do ASG, conhecer e separar os conceitos: desenvolvimento sustentável e sustentabilidade. As três palavras convergem, em significado, para o equilíbrio entre os anseios do homem e o complexo meio ambiente que o circunda. Historicamente o tema sustentável define a ideia de manter continuamente os recursos provenientes da natureza. Atualmente o termo serve para embasar conceitos de sustentabilidade e desenvolvimento sustentável sob a ótica de que os humanos dependem dos recursos naturais e estes são limitados e escassos.

A sustentabilidade avalia quantitativamente o meio ambiente e refere-se a preocupação com a qualidade de um sistema que diz respeito à integração indissociável (ambiental e humano), e avalia suas propriedades e características, abrangendo os aspectos ambientais, sociais e econômicos. Essa avaliação realiza-se em determinado ponto estático, como em uma fotografia do sistema, ou seja, sua qualidade naquele instante, apesar de o sistema ser dinâmico e complexo. A avaliação da qualidade do sistema deve acompanhar a evolução natural desconsiderando as alterações antropogênicas. A avaliação é operacionalizada por meio de indicadores e/ou índices, e resulta em informações quantitativas, possibilitando o estabelecimento de objetivos ou metas a serem alcançados por meio de estratégias de longo prazo” (FEIL; SCHREIBER, 2017, p.673).

Entende-se por desenvolvimento sustentável a criação de um caminho para a sustentabilidade, por meio de um plano estratégico a longo prazo, elaborado com base nos indicadores fornecidos na análise qualitativa da sustentabilidade do sistema e fundamentado em processos e práticas utilizando habilidades técnicas, gerenciais e financeiras que visam a qualidade de vida da comunidade, considerando a integração e o equilíbrio entre os agentes ambiental, econômico e social (FEIL; SCHREIBER, 2017).

A sigla ASG considera três vetores da sustentabilidade, o ambiental, o social e de governança, utilizados para conceituar práticas corporativas, competitivas, de aprimoramento, tomada de decisões financeiras e de investimento. De fato, a adoção das melhores práticas ASG contribui para aumento de receita, redução de custos, mitigação de riscos e aumenta a produtividade, conseqüentemente elevando a eficiência da empresa e contribuindo com o planeta e com a sociedade (SANTOS *et al.*, 2019, p.64).

Devido à diversificação das empresas representada pelo mercado em que atuam, o norteamento quanto aos fatores ambiente, social e de governança, pode ser tratado de modo segmentado e não considerado simultaneamente (SILVA, 2021).

O termo ambiente relaciona-se com a temática ambiental remetendo a preservação do meio, avaliando o tratamento das empresas quanto ao uso de recursos naturais, gerenciamento de resíduos, emissão de carbono, poluição do ar e bacias hídricas, nível de eficiência energética, poluição e tecnologia limpa (SILVA, 2021). A crescente demanda por boas práticas ambientais, trouxe também, por parte de algumas empresas, o *greenwashing*, um neologismo que consiste em uma estratégia de *marketing*, de promover discursos, ações e propagandas sustentáveis que não se “sustentam” na prática e tem movimentado as relações entre as empresas e seus investidores, no que diz respeito as ações de ordem ambiental que as corporações têm tomado, trata-se de um fenômeno múltiplo, focado no *marketing* ambiental positivo de um produto ou

serviço, por uma companhia, que apresenta desempenho ambiental ruim, caracterizado por alguns “pecados” como por exemplo, informações de rotulagem que induz o consumidor ao erro, falta de transparência sobre as ações sustentáveis, mascarando assim informações reais para o mercado de ações. (DE FREITAS NETTO *et al.*, 2020).

Em 2015, a Organização das Nações Unidas (ONU) criou a Agenda 2030, composta pelos 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Trata-se de uma sequência de metas específicas para nortear a construção e análise de indicadores, de modo que os países têm até 2030 para aplicá-los. Nesse sentido, o setor empresarial assume um papel fundamental, pela capacidade de gerar emprego, inovações, tecnologias e influenciar seus públicos internos e externos. Diante desta visão, a vertente social remete ao relacionamento da empresa e seus acionistas, abordando assuntos como políticas e relações de trabalho, política de inclusão e diversidade, respeito aos direitos humanos, engajamento dos funcionários, oportunidades de treinamento e desenvolvimento, segurança no ambiente de trabalho, privacidade e segurança de dados, relacionamento com a comunidade e satisfação do cliente, dentre outros (SILVA, 2021).

A governança compreende a gestão e administração da organização, contento temas como ética, transparência, estruturas para denúncias de irregularidades, controles internos de gerenciamento de risco, política anticorrupção e demais assuntos correlatos (SILVA, 2021).

Tradicionalmente, sobre a ótica da economia neoclássica, as empresas consideravam os investimentos em ASG onerosos e acreditavam que afetariam diretamente o seu desempenho financeiro. Desta maneira os recursos alocados para investir em iniciativas ambientais, por exemplo, eram escassos e as metas ambientais fugiam do escopo corporativo (GREGORY *et al.*, 2021).

Os *Stakeholders* de uma empresa são os indivíduos e organizações, ou seja, os acionistas capazes de influenciar a prática de uma organização. Sultana *et al.*, 2018, compararam dois cenários onde de um lado, uma organização cujas ações ambientais são irresponsáveis, faz com que esta aumente seus custos variáveis em limpeza, em caso de acidentes ambientais, perda da confiança do consumidor, impactos na saúde moral dos colaboradores, baixa confiança com os governos locais e aumento de custos para os acionistas. Do lado oposto desta perspectiva encontram-se companhias aderentes aos critérios do ASG, cujos frutos são a fidelidade do cliente, aumento de visibilidade da marca, alta reputação corporativa, capacidade de inovação, gestão de recursos humanos e de riscos gerando aumento na produtividade e retorno financeiro a longo prazo.

Diante deste exposto, promover o desenvolvimento sustentável requer alterações profundas no ambiente econômico, fazendo com que o mercado consumidor e os *stakeholders* pressionem as empresas a adotarem modelos de negócios sustentáveis (HÜBEL; SCHOLZ, 2020).

Atualmente, os investidores, utilizam cada vez mais critérios ASG para aplicar no mercado financeiro e o interesse em integrá-lo a sustentabilidade tem se destacado. Em 2016 o investimento sustentável nos Estados Unidos era de US\$ 8,72 trilhões com crescimento estimado em duas décadas na ordem de US\$ 15 trilhões a US\$ 20 trilhões (GREGORY *et al.*, 2021). No Brasil os investimentos ao longo do ano de 2020 passaram de R\$ 3,1 bilhões para R\$ 6,8 bilhões (SANTOS *et al.*, 2019), representando 12% dos fundos de ações e 1,3% do total da indústria de fundos de investimentos, sendo que 85,4% dos administradores de investimentos no Brasil utilizam os critérios do ASG, na tomada de decisões (FARIAS; BARREIROS, 2020).

#### 2.4 Desenvolvimento sustentável e Resíduo zero ou *zero waste* (ZW)

O termo “desenvolvimento sustentável” foi apresentado ao mundo na conferência das nações unidas no Rio de Janeiro em 1992, a RIO 92, adotando a agenda 21 como planejamento global a cerca deste tema. É uma estratégia para manter o planeta, sustentando o desenvolvimento humano ao passo que considera a capacidade dos ecossistemas e as necessidades das próximas gerações (BARBIERI, 2020).

Em 2015, a Agenda 2030, estabelecida pela Organização das Nações Unidas, determinou uma estrutura mundial para o desenvolvimento sustentável com dezessete objetivos, sendo o décimo segundo o que trata do consumo e produção responsáveis através da redução na geração de resíduos mediante a prevenção, redução, reciclagem e reutilização, apontando o lixo como uma problemática integrante do crescimento populacional (BOGUSZ *et al.*, 2021).

Ertene Atmaca (2021), afirmam que 130 bilhões de toneladas de recursos naturais são consumidos anualmente no mundo, destes 4 bilhões de toneladas de resíduos sólidos são produzidos utilizando recursos ambientais e energia, poluindo a natureza e provocando danos na economia mundial.

A expressão “zero Waste” foi utilizada pela primeira vez em 1970 por Paul Palmer, um químico e fundador da *zero waste systems* responsáveis por reduzir os resíduos químicos dos laboratórios americanos. A *Zero Waste International Alliance* define o resíduo zero como “a conservação de todos os recursos por meio da produção responsável, consumo, reutilização e recuperação de produtos, embalagens e materiais sem utilizar incineradores e/ou descartá-los na terra, água ou ar com intuito de não ameaçarem o meio ambiente ou a saúde humana”(BOGUSZ *et al.*, 2021).

## 2.5 Diagnóstico ambiental

A crescente preocupação com o meio ambiente, a nível global, destaca de forma especial os programas de gerenciamento de resíduos sólidos como parte importante e prioritária com o objetivo de minimizar a geração de resíduos, maximizar o seu uso e, desta maneira, garantir o fechamento de ciclo e sustentabilidade do processo produtivo (GONZÁLEZ-DÍAZ *et al.*, 2018). Nos anos 80, os Estados Unidos sinalizaram uma preocupação quanto a temática de resíduos, tanto que a agência de proteção ambiental americana (USEPA), elaborou um roteiro para recuperação de áreas deterioradas por resíduos de natureza tóxica (RAMOS *et al.*, 2017). O guia formulado pela USEPA fundamentou materiais que tratam desta temática no Brasil, dentre elas o Manual de gerenciamento de áreas contaminadas da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), bem como, as resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 001 de 1986 e nº420 de 2019 (RAMOS *et al.*, 2017).

Quando tratamos do gerenciamento, falamos no sistema de gestão ambiental (SGA), estabelecido e regulamentado pela ABNT NBR ISO 14000, definido como uma coleção de procedimentos e políticas organizacionais com o intuito de gerir e nortear uma corporação com o objetivo de melhorar a sua relação desta com o meio ambiente que a circunda, aumentando a eficiência econômica da empresa e reduzindo os impactos ambientais de suas atividades (SANTOS, 2021). Segundo ALMEIDA *et al.*, 2017, a ISO 14001 conceitua impacto ambiental como uma modificação no meio ambiente, “ adversa ou benéfica, que resulte, no todo ou em parte, dos aspectos ambientais da organização”.

O agente poluidor tratado neste cenário são os resíduos gerados nos processos fabris de natureza sólida, líquida e gasosa e que são expelidos para o ambiente, com potencial de causar

impactos nas diferentes matrizes ambientais (ALMEIDA *et al.*, 2017). A resolução CONAMA nº 313 de 2002, no artigo segundo, primeiro parágrafo conceitua o termo resíduo como todo o resíduo que resulte de atividades industriais e que se encontre nos estados sólido, semissólido, gasoso - quando contido, e líquido - cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgoto ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água e aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição (CONAMA Nº 313/2002).

Quando existem evidências de contaminação de uma área, por qualquer tipo de resíduo industrial, Gonçalves *et al.*, 2016 *apud* SÁNCHEZ, 2013, citam que como plano para recuperar áreas degradadas é recomendado previamente, a execução de um diagnóstico ambiental para definir o cenário ambiental da organização, definido como a “descrição das condições ambientais encontradas em determinada área naquele momento. Retratação e avaliação da situação atual de um determinado local feita através de levantamentos de componentes e processos do meio ambiente físico, biótico e antrópico e de suas interações”.

Kiyomoto; Irazusta, 2021, apêndice A1, afirmam que a temática do diagnóstico ambiental no setor produtivo metalúrgico é escassa, constituindo uma lacuna na literatura importante para estudos futuros.

## 2.6 Uso de água e a Termodinâmica

O reaproveitamento do vapor de água envolve dois princípios termodinâmicos: a transferência de calor e a transferência de massa. A transferência de energia na forma de calor é a energia térmica em movimento devido a diferença de temperatura entre os meios, em que um gradiente de temperatura é chamado de força motriz. Analogamente, na transferência de massa, a força motriz é a concentração da espécie em uma dada mistura (INCROPERA; WITT, 2014, p.35-36).

Existem mecanismos de transferência de calor que determinam como a energia é transferida entre materiais e entre o ambiente por unidade de tempo, denominadas equações de taxa, dentre eles a condução e a convecção. Quando moléculas vizinhas de um gás, por exemplo, transferem energia térmica entre si, tratamos do mecanismo de condução que abrange, até certo

ponto, todos os sólidos, líquidos ou gases em que existam gradientes de temperatura (GEANKOPLIS, 2003, p.235-236)

Na convecção, o calor é transferido em grandes quantidades por uma mistura macroscópica de porções frias com porções quentes de um gás ou líquido (GEANKOPLIS, 2003, p. 237). A natureza do escoamento do fluido classifica a convecção em duas variantes. A primeira, quando este escoamento é causado por meios externos, como acontece com as correntes convectivas criadas pelo ventilador, chamada de convecção forçada e outra, quando o escoamento do fluido é provocado por forças de empuxo provenientes da diferença de densidades causadas por variações de temperatura do fluido, denominada convecção natural. Na transferência de calor por convecção a energia transferida é a energia sensível ou térmica interna do fluido. Em alguns processos de convecção existe troca de calor latente, associada a mudança de fase entre os estados líquidos e de vapor de um fluido (INCROPERA; WITT, 2014, p.41-44).

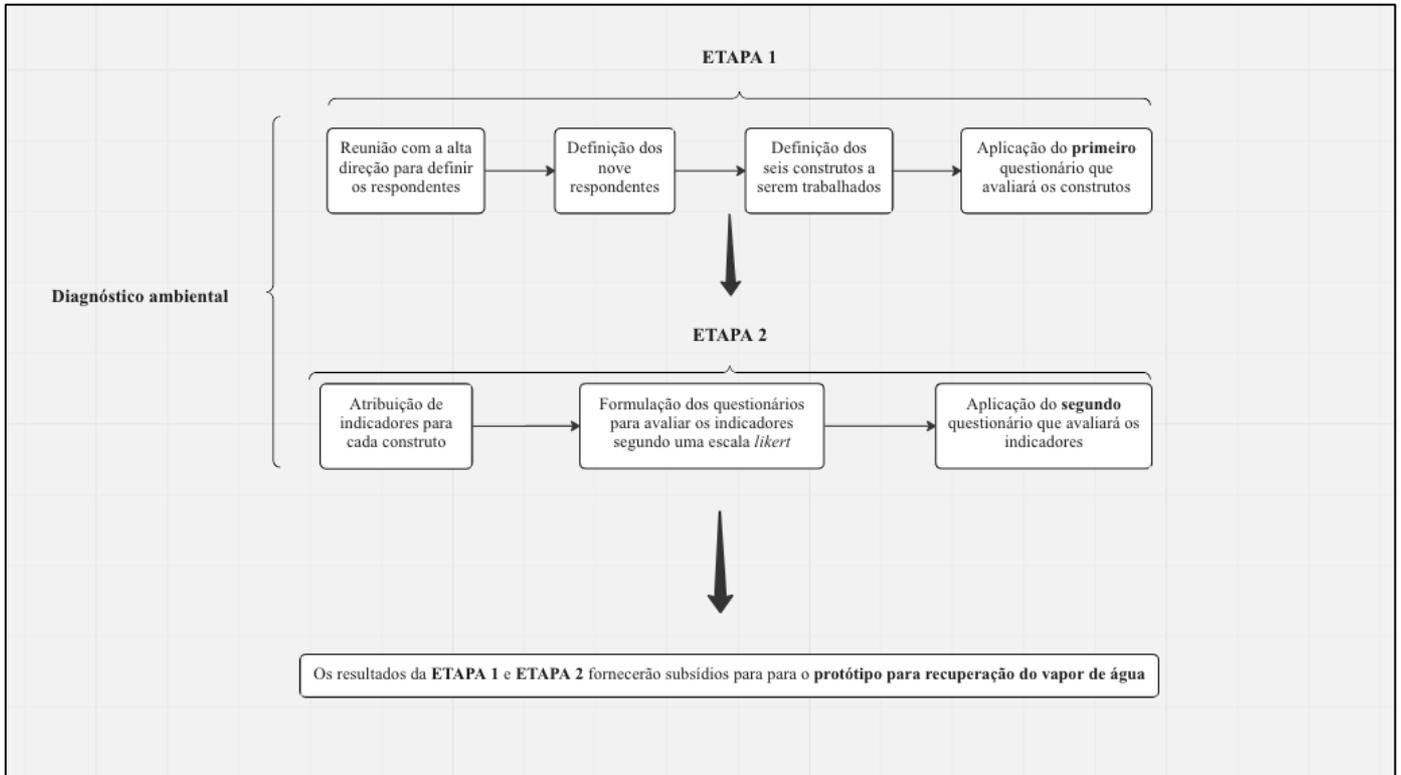
A condensação, classificada como troca de calor convectiva por conta da movimentação do fluido, leva em consideração o efeito do calor latente associado a mudança de fase. Ocorre quando a temperatura de um fluido, no estado de vapor, é menor que a temperatura de saturação e pode ser formado em contato com superfícies. Como o condensado cria uma resistência a transferência de calor entre o vapor e a superfície, é recomendado utilizar superfícies em disposição horizontal (INCROPERA; WITT, 2014, p.1105 - 1133).

Deste modo, considerando-se que, no interior da câmara do atomizador ocorrem diversos processos físicos e químicos com geração de um grande volume de vapor de água que é dispensado para a atmosfera, este vapor de água, pode ser reaproveitado e transformado, por condensação, utilizando-se um trocador de calor, do tipo aletado por exemplo. Esta alternativa, atenderia ao conceito de economia de recursos e reaproveitamento de co-produtos, respectivamente, a reutilização da água recuperada em diversos processos internos da empresa.

### **3 MÉTODO**

A Figura 1 mostra a dinâmica da pesquisa realizada na empresa em formato reduzido como maneira de expor a *timeline* dos estudos.

Figura 3 - Fluxograma da pesquisa



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

### 3.1 Método de Diagnóstico Ambiental

O SBP, um anagrama composto pelos sobrenomes dos idealizadores, é metodologia qualitativa e quantitativa que avalia o desempenho ambiental por meio de indicadores que respondem às grandes áreas denominadas construtos, incorporando valores socioculturais, visão político-econômica e o conhecimento físico-químico das atividades (KOHL; SELLITTO, 2010). Os indicadores mensuram o impacto ambiental que é a alteração no ambiente causada por ações antrópicas (SELLITTO; BORCHARDT; PEREIRA, 2010). Medem também a percepção ambiental dos participantes da pesquisa, definido como a interpretação singular do meio ambiente resultante de conhecimentos e experiências particulares (SOARES, 2021).

Kohl e Sellitto (2010), afirmam que este procedimento se adapta as mudanças na legislação e nos processos da empresa, pois pode ser reformulado atendendo ao estado da

operação. O resultado das avaliações parciais ocorre em escala de julgamento que é subjetivo, porém tem a vantagem de ser mais viável economicamente quando comparada a uma análise em campo. (SILVA *et al.*, 2014) mostraram no estudo do desempenho ambiental em uma empresa do setor cerâmico que o método pode ser aplicado a diversos processos fabris na qual os resultados mostraram, em uma escala porcentual, o desempenho da corporação com oportunidades de melhoria.

### 3.1.1 *Aplicação do Questionário*

Por meio de reuniões entre os pesquisadores e a alta direção da empresa foram indicados nove colaboradores de diferentes hierarquias para serem os respondentes, os quais ocupavam também diversificadas funções dentro do processo produtivo da empresa, sendo *supply chain head*, gerente de engenharia e desenvolvimento, diretor de operações, supervisor de produção da aciaria, supervisor de operações de *supply chain*, técnica de segurança do trabalho e meio ambiente, diretor presidente, supervisor de compras e importação e engenheiro de segurança do trabalho e meio ambiente.

### 3.1.2 *Definição dos Construtos*

Obedecendo à ferramenta utilizada foram propostos cinco construtos, considerando os principais requisitos relacionados ao SGA da empresa, os quais foram pontuados segundo seu nível de importância hierárquica, numa escala de 1 a 5 (Tabela 1). Os construtos definidos foram: *legislação ambiental*, *resíduos sólidos*, *energia*, *recursos hídricos*, *comunicação ambiental e emissões*.

Tabela 1- Construto e grau de importância.

CONSTRUTO	PONTUAÇÃO
Primeiro mais importante	5
Segundo mais importante	4
Terceiro mais importante	3
Quarto mais importante	2
Menos Importante	1

Fonte: Elaborado pelos autores (2022). Adaptado de (KOHL; SELLITTO, 2010)

As informações e respostas foram obtidas pela consulta aos nove participantes relacionados acima, utilizando-se o método *Survey*, cujo questionário foi respondido virtualmente, por meio da plataforma *Google Forms*<sup>®</sup>.

Numa primeira consulta, denominada ETAPA 1, submeteu-se a seguinte pergunta: hierarquicamente, quais notas você atribuiria, segundo sua consideração quanto ao grau de importância (Tabela 1) dentro da empresa, a cada um destes itens: *legislação ambiental, resíduos sólidos, energia, recursos hídricos, comunicação ambiental e emissões*.

### 3.1.3 Atribuição e avaliação de desempenho dos indicadores dentro de cada construto

Com os valores desta pontuação em mãos, as notas dadas a cada construto foram somadas e normalizadas em valores percentuais, o resultado representa a importância de cada construto, segundo os avaliadores. Este valor de cada construto, em porcentagem, foi dividido pelo número de indicadores atribuídos a cada construto, e esses valores individuais foram multiplicados pela média das notas atribuídas pelos avaliadores. Para esta nota foram propostos valores segundo uma escala *Likert* (Tabela 2).

Tabela 2 - Julgamento dos indicadores.

Julgamento	Nota
Ótimo	1,00
Bom	0,75
Médio	0,50
Ruim	0,25
Péssimo	0,00

Fonte: Elaborado pelos autores (2022). Adaptado de (KOHL; SELITTO, 2010)

Os resultados numéricos dos julgamentos de cada indicador, foram normalizados em uma planilha do Microsoft Excel<sup>®</sup> calculando-se as médias aritméticas usando a (Equação 1), sendo  $X_1 + X_2 + \dots + X_n$  o somatório das notas atribuídas pelos avaliadores utilizando a escala de julgamento.

$$\text{mean}(X_1, X_2, \dots, X_n) := \frac{X_1 + X_2 + \dots + X_n}{n} \quad (1)$$

A etapa final do método consiste na compilação, interpretação e discussão dos resultados obtidos nas etapas anteriores, considerando a importância dos indicadores que são obtidos pela divisão matemática do vetor de prioridade do construto sobre a quantidade de indicadores de cada construto e o coeficiente de variação em porcentagem que avaliou a homogeneidade da amostra dado pela (Equação 2) e (Equação 3).

$$\text{CV}(\%) := \frac{\sqrt{\text{Var}(\bar{X})}}{\text{mean}(X_1, X_2, \dots, X_n)} \cdot 100 \quad (2)$$

$$S^2 := \text{Var}(X) = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \text{mean}(X_1, X_2, \dots, X_n))^2}{n - 1} \quad (3)$$

O desempenho do indicador (DI) é dado em pontos percentuais utilizando a (Equação 4) que multiplica a importância do indicador com a média aritmética.

$$DI := \text{importância} \cdot \text{mean}(X_1, X_2, \dots, X_n) \quad (4)$$

Os indicadores atribuídos a cada construto, denominado ETAPA 2, foram definidos pelos pesquisadores, estudando cada assunto, com intuito de abranger todo o conteúdo do construto, como mostra o (Quadro 1)

Quadro 1 - Construtos e respectivos indicadores

<b>Construto</b>	<b>Indicadores</b>
<i>Legislação ambiental</i>	NBR 10004 (resíduos sólidos – classificação)
	ISO 14000
	Comprometimento da alta direção na disseminação da responsabilidade ambiental
	Desempenho da organização em Segurança e Saúde do trabalho
	Lei Estadual N° 13.577, de 08 de julho de 2009
	CONAMA n° 1, de 23 de janeiro de 1986
<i>Resíduos Sólidos</i>	NR 25 (resíduos industriais)
	LEI N° 12.305 (Política Nacional de Resíduos Sólidos)
	percepção do investimento da empresa tratar resíduos provenientes do processo de obtenção de pós de ferro
	Importância do tratamento de resíduos sólidos na empresa.
<i>Energia</i>	Consumo energético do processo de obtenção de pós metálicos
<i>Recursos Hídricos</i>	Utilização da água nos processos da empresa e no uso da unidade e Perda de água.
<i>Comunicação ambiental</i>	Modo como a empresa realiza a comunicação ambiental para com a sociedade e seus <i>stakeholders</i>
<i>Emissões Atmosféricas</i>	Plano de redução de emissões de fontes estacionárias, segundo a CETESB
	uso da tecnologia prática disponível

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

O desempenho do construto é dado pela somatória dos desempenhos de cada indicador e a lacuna, ou seja, as oportunidades de melhoria, são o resultado da diferença entre o valor (%) atribuído na escala de importância do construto e o desempenho do construto. O resultado final

mostrará as condições reais da operação, podendo servir como “como uma série histórica e desempenhar a função de retroalimentação na tomada de decisões e na definição, avaliação e melhoria da estratégia ambiental da operação”(ALMEIDA; SELLITTO, 2012).

### 3.2 Protótipo para Recuperação do vapor de água

O processo de atomização do pó de ferro é o processo central da empresa, envolvendo os conceitos de sustentabilidade já discutidos anteriormente neste trabalho, uma vez que transforma sucata metálica em um produto comercial de grande valor agregado, podendo-se considerar a empresa como um intermediário dentro de uma relação de simbiose industrial por definir o tipo de destinação do resíduo industrial metalúrgico.

Justamente dentro do processo de atomização detectou-se a perda de grandes volumes de água que entra no processo, na forma de vapor. A partir disso e a fim de propor uma otimização do uso desse recurso foi proposto um sistema de recuperação do vapor d'água emitido, na forma de um modelo matemático.

O sistema de reaproveitamento do vapor de água gerado pelo processo de atomização a água foi modelado com a objetivo de melhorar o desempenho na utilização desse recurso, reduzindo a dependência no seu fornecimento, levando a maciça eficiência do processo.

#### 3.2.1 *Definição do trocador de calor*

As variáveis do processo requeridas para o cálculo do dimensionamento do trocador de calor foram a *vazão de água que entra no aparelho, dimensões da tubulação de transporte de vapor para a atmosfera, temperatura e velocidade do vapor ao atingir o exterior da aciaria*, coletados em duas bateladas consecutivas no mesmo dia, no período matutino.

Com auxílio de uma trena de 3m x 16 mm da marca *Fender Hobby*<sup>®</sup> o auxiliar de processos da aciaria realizou as medições da tubulação que transporta os vapores para a atmosfera. Utilizando um termômetro digital de dois canais da marca *Minipa do Brazil*<sup>®</sup> modelo

MT-455A, determinou-se, em escala célsius, as temperaturas da tubulação em dois pontos: uma próxima ao atomizador e outra próxima a saída do vapor para a atmosfera, bem como a temperatura do vapor na saída da tubulação. Com auxílio de um anemômetro digital da marca Minipa do Brasil<sup>®</sup> modelo MDA-10A, ajustado para metros por segundo, mediu-se a velocidade de saída do vapor.

Para determinarmos a porcentagem de água que efetivamente transforma-se em vapor, retiramos uma amostra de 1,2 Kg do “lodo” que é composto de uma mistura de pó de ferro e água, coletado na extremidade inferior do atomizador com auxílio de um balde sem graduação. Utilizou-se um o processo de filtração simples, cujo objetivo foi de separar mecanicamente as partículas sólidas de pó de ferro da mistura líquida com auxílio de um filtro de papel convencional.

### 3.2.2 Trocador de calor aletado

Para aumentar a taxa de transferência de calor entre a tubulação que transporta o vapor de água para a atmosfera e o trocador de calor que será instalado no lado externo da aciaria, utilizou-se uma superfície estendida denominada aleta. A transferência de calor, nas fronteiras da aleta, ocorre perpendicularmente a transferência de calor no interior do sólido por diferentes configurações como uma aleta plana, fixada a uma parede plana, ou anular que é fixada radialmente a circunferência externa de um cilindro, sendo a sua seção transversal variável com o raio a partir da parede da tubulação (INCROPERA; WITT, 2014, p.276-279).

O software matemático Mathcad<sup>®</sup> versão 14.0.0.163 foi usado para os cálculos e apresentação dos resultados numéricos com os dados coletados em campo. É um programa matemático de engenharia baseado em ambiente de álgebra computacional que permite a avaliação numérica e simbólica de expressões matemáticas, construção de gráficos, construção de algoritmos para realizar tarefas matemáticas e cálculos em geral. (SOLODOV; OCHKOV, 2005) instruem em seu livro, *Differential Models: an introduction with mathcad*, como usar o software para o cálculo de troca térmica e fricção de fluidos em fluxos unidimensionais usando modelos matemáticos diferenciais o que possibilita o desenvolvimento de inúmeros ensaios matemáticos.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Diagnóstico ambiental

Como método de mensurar qualitativamente o desempenho ambiental das organizações, SILVA *et al.* (2014) definem como principal objetivo da metodologia a captura, por indicadores integrados, “a complexidade dos sistemas ambientais e a natureza de sua manifestação”, tendo como principal vantagem à “capacidade de adaptação a mudanças que ocorram na legislação, nos processos, nos materiais, nos produtos e a novos conhecimentos sendo que a definição dos constructos, grandes áreas, e dos indicadores, “ocorreram em reuniões de grupo entre os colaboradores, mediados pelos pesquisadores”.

A ETAPA 2, relacionada com a aplicação do questionário de atribuição de indicadores a cada construto, constante no anexo A3, foi executada em dois momentos devido a baixa aderência dos mesmos participantes da ETAPA 1, anexo A2. Os pesquisadores consideraram que houveram uma falha na comunicação interna da empresa em divulgar os questionários, aliado a insegurança dos colaboradores em externar dados sensíveis da empresa. Em um primeiro momento responderam o diretor presidente, o gerente de engenharia de desenvolvimento e o *supply chain head*. Após uma reunião presencial na empresa na qual os pesquisadores tiveram a oportunidade de explicar a importância da pesquisa, os demais respondentes completaram a etapa.

As Tabelas 3 e 4 resumem os resultados obtidos, apontando o percentual de eficiência. Discutiu-se as oportunidades de melhorias, com proposições de ações a serem adotadas pela empresa.

A Tabela 3 apresenta os vetores de prioridades dentre os construtos estabelecidos. Após a normalização dos dados, o construto recursos hídricos apresentou-se, segundo os respondentes, como o primeiro mais importante seguido pela *legislação ambiental, resíduos sólidos, emissões atmosféricas, energia e comunicação ambiental*. A Tabela 5 apresenta os resultados dos desempenhos dos indicadores e construtos utilizando as Tabelas 1, Tabela 2 e Tabela 3, bem como a Equação 1, Equação 2, Equação 3 e a Equação 4. Calcularam-se os desempenhos dos indicadores de cada construtos, bem como as respectivas lacunas, apresentando ao final o desempenho do processo.

Tabela 3 - Pontuação dos construtos.

Construtos	Avaliadores ( notas de 1 à 5)									Resultados		
	SCH	GED	DO	SPA	SOSH	TST	DP	SCI	EST	Somatório	%	Vetor de Prioridade
Legislação ambiental	5	5	5	5	5	5	3	4	5	42	17,07	2
Resíduos Sólidos	5	4	5	4	5	5	4	5	5	42	17,07	2
Energia	5	3	5	3	5	4	4	4	4	37	15,04	3
Recursos hídricos	5	5	5	5	5	5	5	5	4	44	17,89	1
Comunicação Ambiental	4	3	5	4	5	5	5	4	4	39	15,85	4
Emissões atmosféricas	4	4	5	5	5	5	5	5	4	42	17,07	2
										<b>TOTAL</b>		
										246	100,00	

Legenda	
Cargos	
SCH	Supply Chain Head
GED	Gerente de Engenharia de Desenvolvimento
DO	Diretor de Operações
SPA	Supervisor de Produção Aciaria
SOSH	Supervisor de Operações de Supply Chain
TST	Técnica em Segurança do Trabalho e Meio Ambiente
DP	Diretor Presidente
SCI	Supervisor de Compras e Importação
EST	Engenheiro de Segurança do Trabalho e Meio Ambiente

Fonte: Elaborado pelos autores (2022)

Tabela 4 - Desempenho dos indicadores e construtos.

Construtos	Avaliação de adequação do Construto (%)	Indicadores	Importância dos Indicadores (%)	Estatística		Desempenho em pontos percentuais (pp)		
				Média	Coefficiente de variação (%)	Indicador	Construto	Lacuna no Construto
Legislação ambiental	17,07	NBR 10004 (resíduos sólidos – classificação)	2,85	0,83	14,20	2,36	14,05	3,02
		ISO 14000	2,85	0,89	13,96	2,53		
		Comprometimento da alta direção na disseminação da responsabilidade ambiental	2,85	0,86	14,44	2,45		
		Desempenho da organização em SST	2,85	0,83	20,08	2,36		
		Lei Estadual Nº 13.577, de 08 de julho de 2009	2,85	0,67	35,18	1,91		
		CONAMA nº 1, de 23 de janeiro de 1986	2,85	0,86	14,44	2,45		
<b>Total (a)</b>			<b>17,07</b>			<b>14,05</b>		

Construtos	Avaliação de adequação do Construto (%)	Indicadores	Importância dos Indicadores (%)	Estatística		Desempenho em pontos percentuais (pp)		
				Média	Coefficiente de variação (%)	Indicador	Construto	Lacuna no Construto
Resíduos sólidos	17,07	NR 25 (resíduos industriais)	2,85	0,86	14,44	2,45	14,37	2,70
		LEI Nº 12.305 ( Política Nacional de Resíduos Sólidos)	2,85	0,89	13,96	2,53		
		NBR 13221 (Transporte terrestre de resíduos)	2,85	0,75	38,49	2,13		
		Portaria Nº280 de 2020	2,85	0,86	14,44	2,45		
		Percepção do investimento da empresa tratar resíduos pós de ferro	2,85	0,86	19,91	2,45		
		Importância do tratamento de resíduos sólidos na empresa	2,85	0,83	20,08	2,37		
<b>Total (b)</b>			<b>17,07</b>			<b>14,37</b>		

Constutos	Avaliação de adequação do Constuto (%)	Indicadores	Importância dos Indicadores (%)	Estatística		Desempenho em pontos percentuais (pp)		
				Média	Coefficiente de variação (%)	Indicador	Constuto	Lacuna no Constuto
Energia	15,04	Consumo energético do processo de obtenção de pós metálicos	15,04	0,78	23,62	11,73	11,73	3,31

<b>Total (b)</b>	<b>15,04</b>	<b>11,73</b>
------------------	--------------	--------------

Constutos	Avaliação de adequação do Constuto (%)	Indicadores	Importância dos Indicadores (%)	Estatística		Desempenho em pontos percentuais (pp)		
				Média	Coefficiente de variação (%)	Indicador	Constuto	Lacuna no Constuto
Recursos hídricos	17,89	Utilização da água nos processos da empresa e no uso da unidade	8,95	0,83	20,08	7,42	10,38	7,51
		Perda de água	8,95	0,33	142,84	2,95		

<b>Total (c)</b>	<b>17,89</b>	<b>10,38</b>
------------------	--------------	--------------

Constutos	Avaliação de adequação do Constuto (%)	Indicadores	Importância dos Indicadores (%)	Estatística		Desempenho em pontos percentuais (pp)		
				Média	Coefficiente de variação (%)	Indicador	Constuto	Lacuna no Constuto
Comunicação ambiental	15,85	Modo como a empresa realiza a comunicação ambiental para com a sociedade e seus stakeholders	15,85	0,72	24,57	11,41	11,41	4,44

<b>Total (d)</b>	<b>15,85</b>	<b>11,41</b>
------------------	--------------	--------------

Constutos	Avaliação de adequação do Constuto (%)	Indicadores	Importância dos Indicadores (%)	Estatística		Desempenho em pontos percentuais (pp)		
				Média	Coefficiente de variação (%)	Indicador	Constuto	Lacuna no Constuto
Emissões Atmosféricas	17,07	Plano de redução de emissões de fontes estacionárias	8,54	0,83	14,20	7,08	13,74	3,33
		Uso da tecnologia prática disponível	8,54	0,78	18,16	6,66		

<b>Total (e)</b>	<b>17,07</b>	<b>13,74</b>
------------------	--------------	--------------

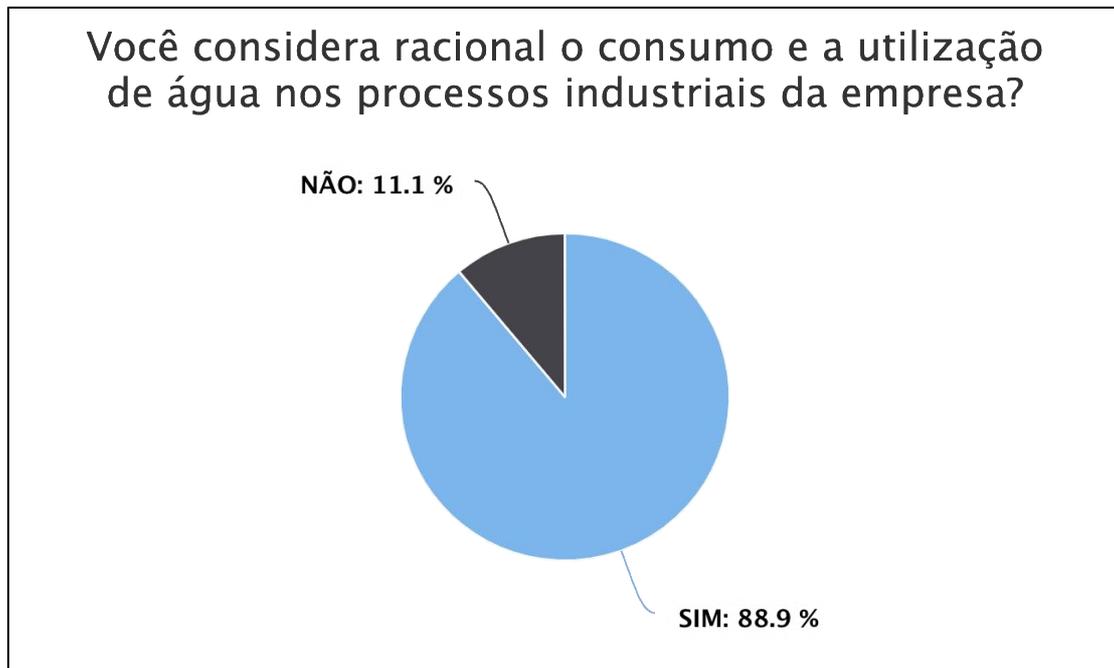
		Importância dos Indicadores (%)		Desempenho do Indicador		Lacuna
TOTAL		100,00		75,69		24,31

Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

O construto que apresentou a maior lacuna, 7,51 pontos percentuais, foi a de *recursos hídricos* onde se observou maiores necessidades e possibilidades para adoção de ações para melhorias. Nota-se que, o indicador perda de água apontou-se como elevado, mostrando que os dados obtidos foram concordantes, ou seja, as notas atribuídas pelos respondentes foram muito próximas. Por outro, lado quando perguntado qual a fonte de recursos hídricos utilizado na unidade, os resultados mostraram que a maioria respondeu poço artesiano, seguida de água de reuso por recuperação pluvial. Houve ainda, respostas como compra direta e informação confidencial, o que demonstra uma falta de homogeneidade nas informações, interpretada como uma falha de comunicação na empresa.

O questionamento quanto ao uso racional de água na unidade, mostrou que 8 pessoas (88,9%) consideraram adequados o consumo e o uso da água nos processos da empresa, contra apenas uma resposta (11,1%) que respondeu não, como mostra a Figura 1.

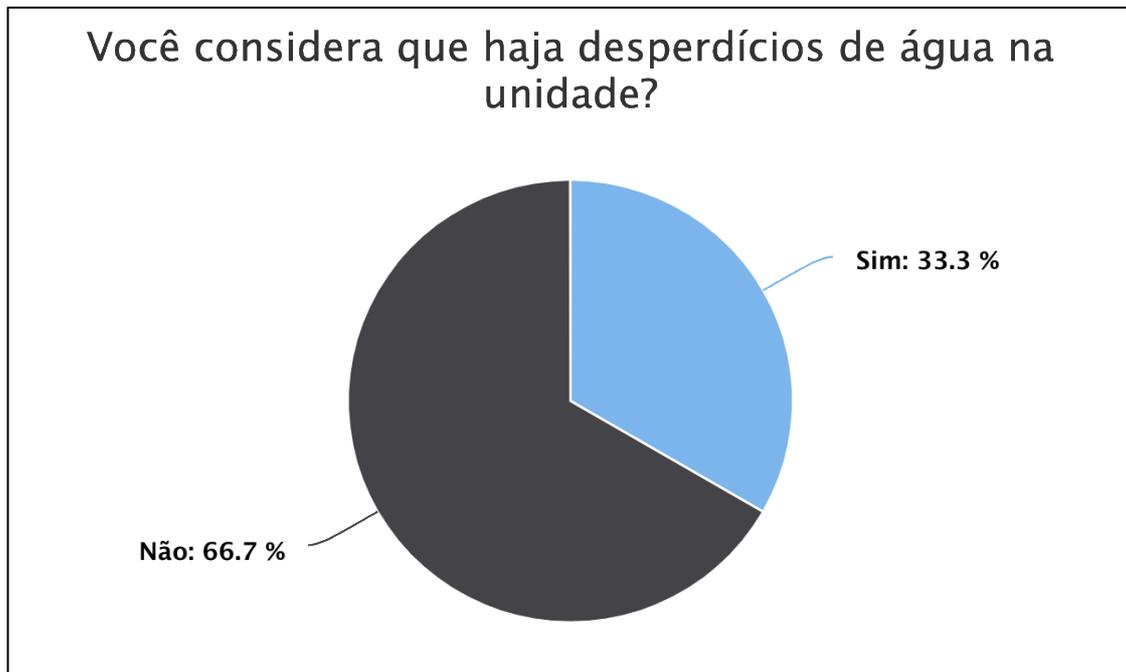
Figura 4 - Consumo e utilização da água nos processos da empresa



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

No questionamento quanto ao desperdício de água na unidade, 6 pessoas (66,7%) responderam que não e três pessoas (33,3%) responderam que sim, como mostra a Figura 2.

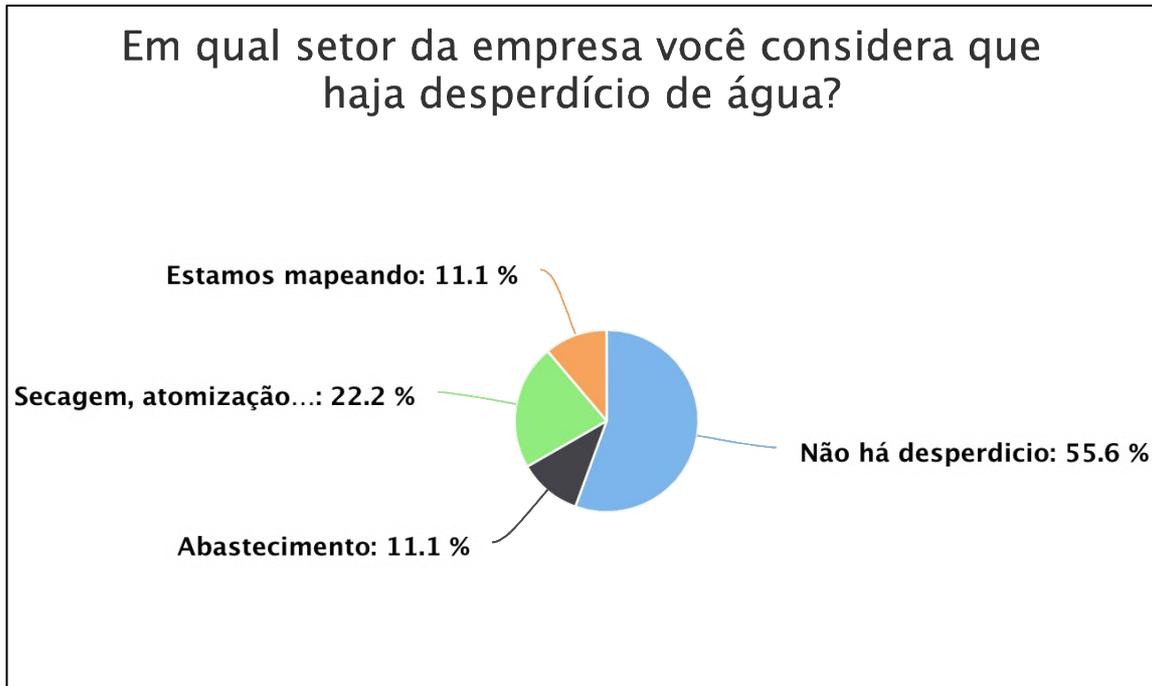
Figura 5 - Desperdício de água na unidade



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Dentre aqueles que responderam afirmativamente à pergunta, citaram como fonte de desperdícios o próprio processo fabril nas etapas de secagem e atomização e durante o abastecimento por compra de fornecedor externo, onde os respondentes relataram perdas pontuais no circuito de abastecimento como mostra a Figura 3. A perda por vazamento de água, nas tubulações externas a unidade, as quais recebem água de caminhões pipa, foi um dos pontos críticos apontados e que levou a tomada de providências imediatas pelos setores responsáveis. Some-se a estes fatores tubulações antigas feitas de materiais não mais utilizados atualmente, fato que carece uma revisão tecnológica nestes setores favorecendo manutenções preventivas e não as corretivas. Como trata-se de uma visão qualitativa da sensação ambiental de cada respondente, os resultados deste indicador mostraram-se destoantes do resultado da lacuna do construto. Some-se a este fato as limitações do método *survey*. O professor Santos (2018) diz que a percepção ao questionário é subjetiva, portanto a resposta do sujeito poderá ser influenciada pela interpretação da pergunta, levando a distorções no resultado. Uma outra restrição do método é que este estuda a visão estática do momento em que o questionário é aplicado, tratando do momento específico no tempo, o que gera restrições em apontar tendências a variações e alterações ocorridas no decorrer do tempo.

Figura 6 - Setores da empresa em que há desperdício de água



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

A percepção da lacuna neste construto também levou a recente implementação de uma estação de tratamento de águas pluviais, utilizando ozônio e zeólito, (Figura 4) com o intuito de captar e armazenar a água da chuva para posterior utilização no processo de atomização embora o lodo resultante ainda seja um problema a ser equacionado.

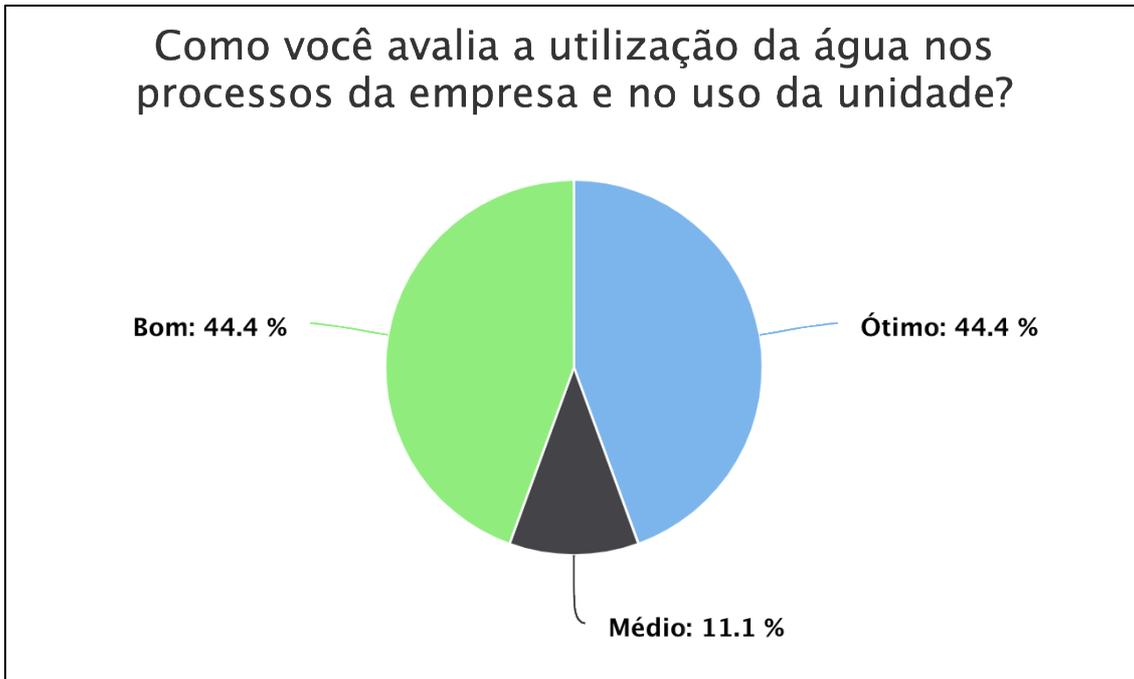
Figura 7 - Estação de Tratamento de Água (ETA) na planta de Mogi das Cruzes



Fonte: <https://www.hoganas.com/pt-br/conexao/conexao-news/2022/planta-de-mogi-inaugura-estacao-de-tratamento-de-agua>

Paradoxalmente, a constatação das perdas de água por vazamento, 44,4% dos respondentes avaliaram o uso de água nos processos e no uso diário da unidade como ótimo e 44,4%, como bom ilustrado pela Figura 5. Esta avaliação, provavelmente se deve às funções dos respondentes, as quais, por serem mais específicas ou por não as exercerem exatamente na planta em estudo, não permitem observações minuciosas deste problema, já que não havia, entre eles, pessoa ligada a manutenção.

Figura 8 - Avaliação do uso da água na unidade

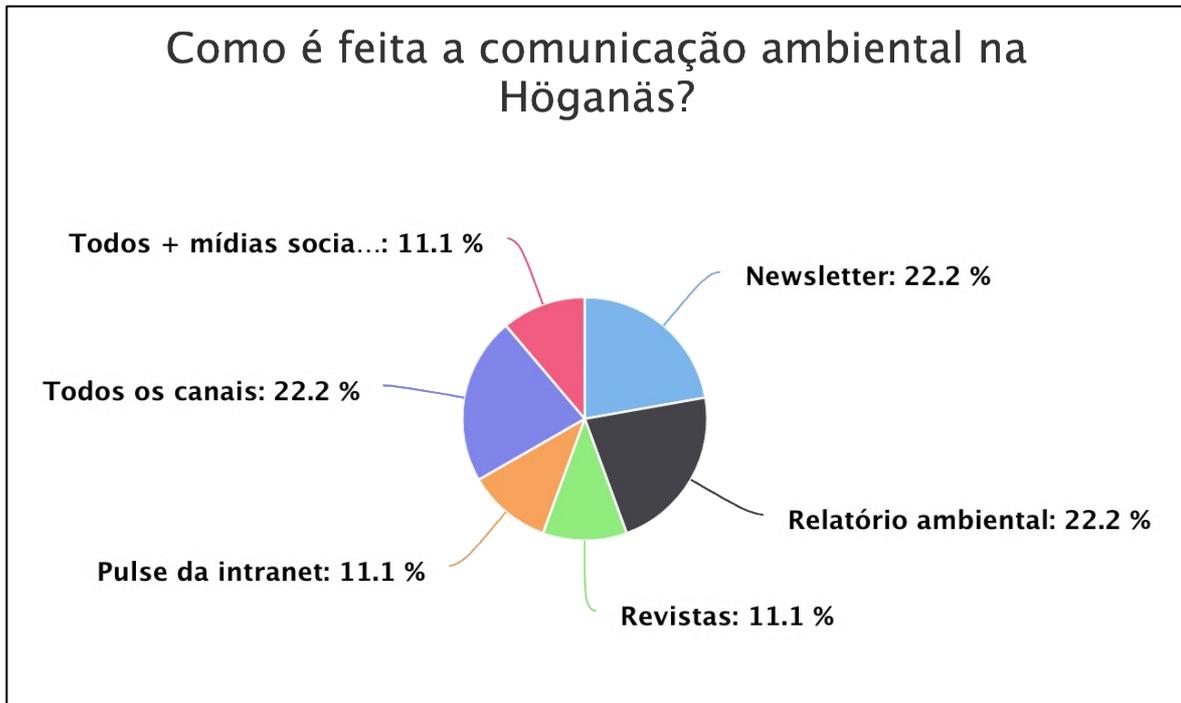


Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Além disso, cabe destacar novamente, que o construto *comunicação ambiental*, na experiência dos pesquisadores, foi identificado como outro ponto a ser melhor observado. Este construto comunicação ambiental ficou em segundo no quesito importância. De fato, quando se perguntou como é feita a comunicação ambiental na empresa, 22,2% das respostas afirmaram que é feita por relatórios ambientais, 22,2% por newsletters, 11,1% por jornais, 11,1% por revistas e 22,2% escolheram todas as opções (Figura 6). Uma resposta particular incrementou mídias sociais e uma colocou como *pulse* da intranet. Estes resultados mostram que a comunicação ambiental da empresa, embora difundida, não é bem incorporada. Como as respostas abrangeram hierarquicamente quase todos os níveis, mostra-se importante rever e melhorar o processo de veiculação das informações e ações ambientais, com uma linguagem de simples interpretação no uso da unidade.

Corroborando essa observação, na questão sobre o construto legislação ambiental, o não conhecimento integral de normas e leis pelos entrevistados na pesquisa, prejudicou desempenho deste construto. Um trabalho de educação continuada, por meio de Palestras e capacitações poderiam incrementar o conhecimento da comunidade fabril.

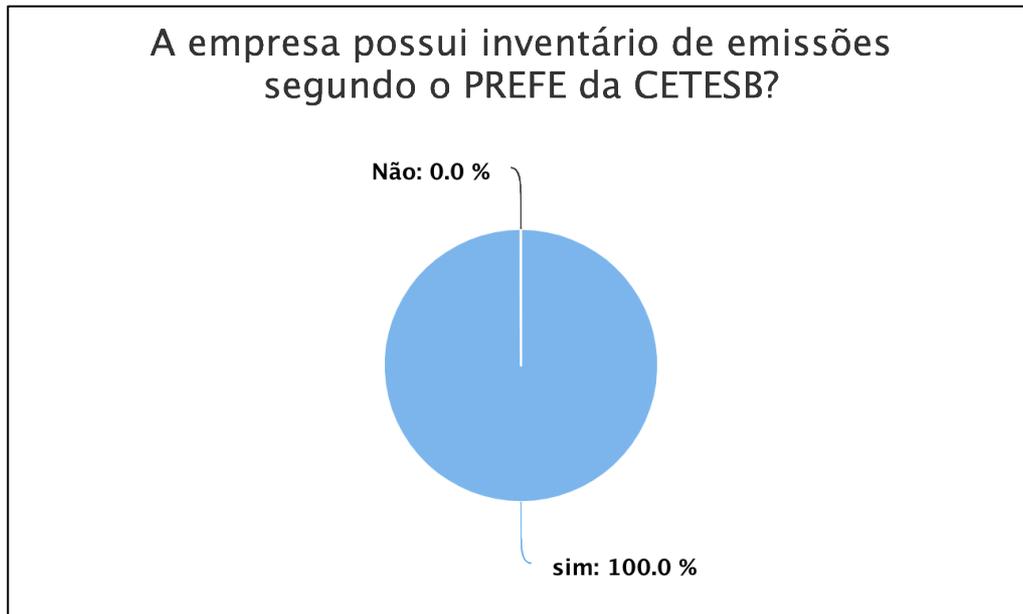
Figura 9 - Comunicação ambiental na empresa.



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

O terceiro quesito, segundo a importância foi no construto emissões atmosféricas. As respostas foram unânimes (Figura 7) quanto a existência de um inventário de emissões e quais poluentes são gerados segundo o plano de redução de emissões de fontes estacionárias (PREFE) da CETESB aprovado pela Resolução de Diretoria nº 289/14/P, de 08/10/2014 em siderúrgicas semi-integradas. Neste inventário constam como poluentes os materiais particulados (MP), óxidos de enxofre (SO<sub>x</sub>), óxidos de nitrogênio (NO<sub>x</sub>) e compostos orgânicos voláteis (COV), tratado no documento da CETESB como hidrocarbonetos totais não metano (HCTNM).

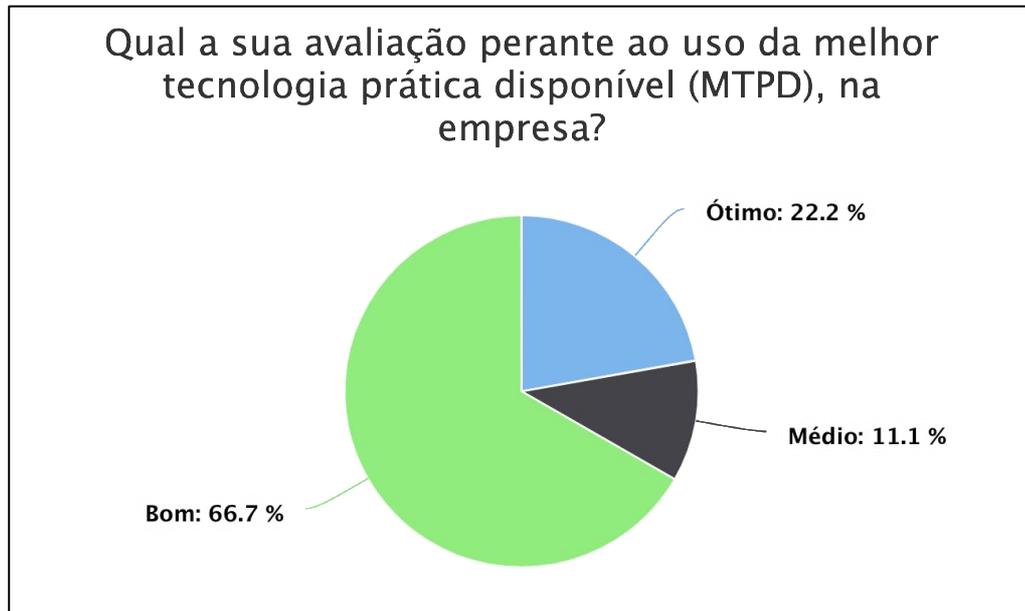
Figura 10 - Inventário de emissões segundo o PREFE da CETESB



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

O uso da melhor tecnologia prática disponível (MTPD), segundo o plano de redução de emissões de fontes estacionárias da CETESB, utiliza tecnologias e alterações no processo produtivo para atender os limites de emissões estabelecidos em legislação com intuito de reduzir essas emissões e o seu impacto ao meio ambiente. A Figura 8 mostra que seis colaboradores (66,7%) esse quesito foi considerado bom, enquanto apenas uma pessoa (11,1%) considerou médio, o que se atribuiu ao fato de que, embora a empresa tenha ciência dos materiais poluentes provenientes dos processos industriais, ainda não conseguem mitigar. A adoção de novas tecnologias já disponíveis poderia ser uma ferramenta na redução dessas emissões para a atmosfera.

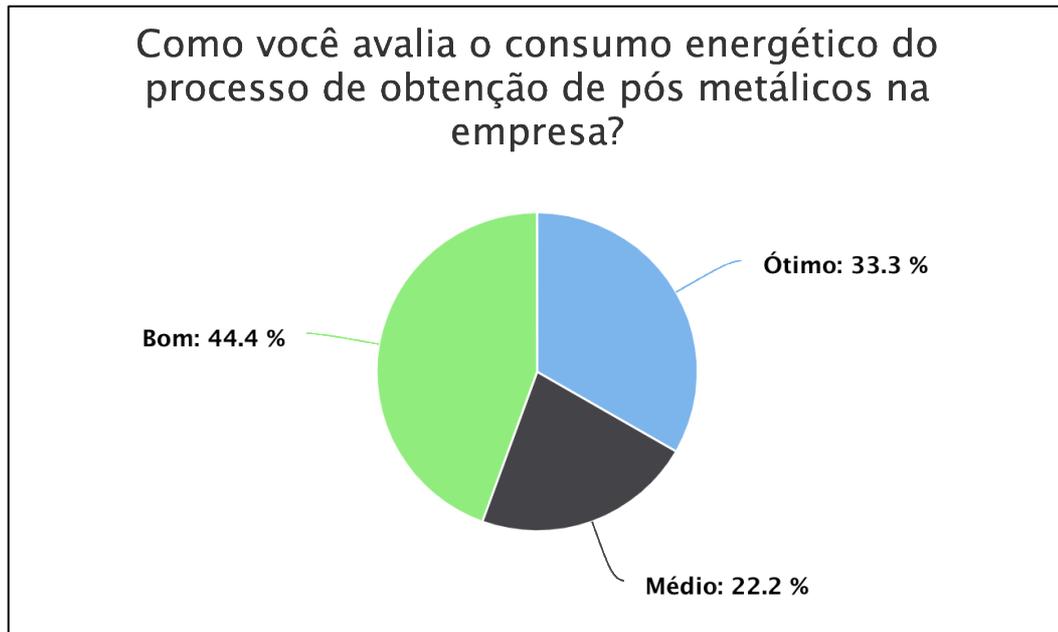
Figura 11 - Uso da MTPD na empresa



Fonte: Elaborado pelos autores (2022)

O construto consumo energético do processo de obtenção de pós metálicos foi avaliado como bom por 44,4% dos avaliadores, ótimo por 33,3% e médio por 22,2% (Figura 9).

Figura 12 - Avaliação do consumo energético no processo de obtenção de pós metálicos

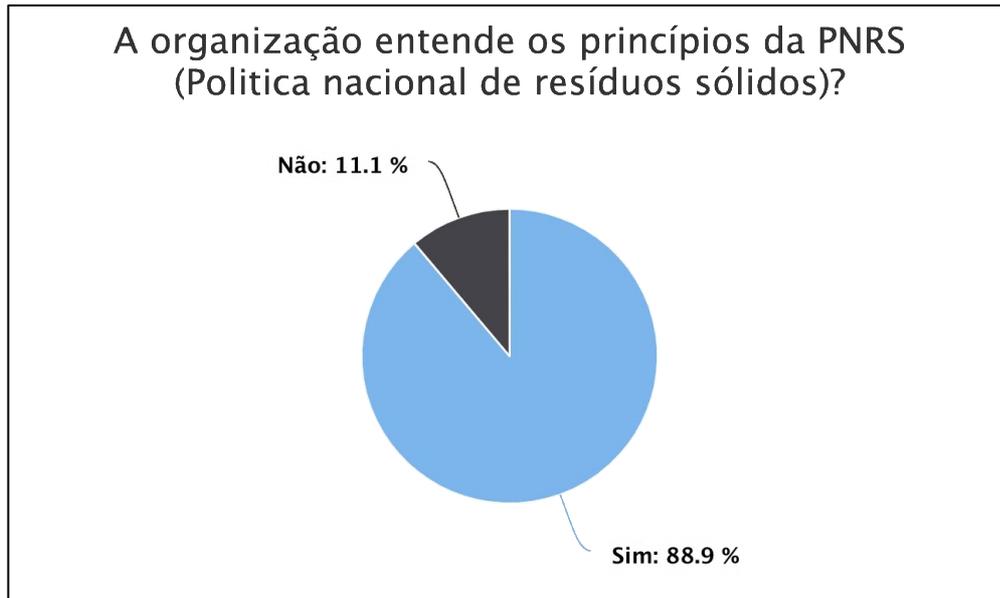


Fonte: Elaborado pelos autores (2022)

A empresa tem intenções em direção a redução de consumo energético nos processos de obtenção dos pós metálicos, adotando tecnologias alternativas, busca de fontes renováveis e que causem menor impacto ambiental, o que poderá melhorar a avaliação deste indicador, porém a literatura aponta que a atomização a água já é um processo eficiente, com alto rendimento. Estas mudanças no processo produtivo demandariam altos investimentos e profundas análises de viabilidade técnica.

O construto *resíduo sólidos* foi o melhor avaliado (Figura 10), certamente pelas evidentes ações dentro dos princípios de economia circular.

Figura 13 - Conhecimento da empresa sobre a PNRS



Fonte: Elaborado pelos autores (2022)

O processo essencial da empresa visa, o reuso da sucata como matéria prima para outros produtos, pela transformação no processo de atomização, bem como a reciclagem da escória, na confecção de bloquetes. Deste modo, os princípios de reuso e reciclagem são bem definidos no processo industrial da empresa, atendendo não só às premissas da economia circular, como também estão colaborando com os princípios do *zero waste* (BOGUSZ *et al.*, 2021). Já existe uma estação de coleta, tratamento e recuperação da água utilizada nos processos industriais e também provenientes de vias pluviais com monitoramento permanente da condição ante requisitos de processo, somam-se a isso, as instruções de trabalho, treinamento e reciclagem dos colaboradores, além dos receptores adequados a cada resíduo e atividade, em concordância e aprovação dos órgãos ambientais competentes. Há ainda, a exigência da qualificação de fornecedores e obtenção do Certificado de Movimentação de Resíduos de Interesse Ambiental (CADRI) para a destinação de cada tipo de resíduo (sólido ou líquido) gerado pela operação, coma respectiva documentação de registros e controles para a elaboração de relatórios e laudos exigidos pelos órgãos competentes.

#### 4.2 Projeto de recuperação do vapor de água – modelo teórico

O sistema de produção do pó de ferro no atomizador foi avaliado considerando-se a maior carga de trabalho. Como condições de contorno, assumiu-se que a saída de água, em estado líquido e gasoso, é contínua conforme a ocorrência do processo. Assim, consideramos que 170 (cento e setenta) metros cúbicos por hora de água líquida entra no atomizador durante 45 (quarenta e cinco) minutos de processo:

$$\text{Vazão} := \frac{170\text{m}^3}{\text{hr}}$$

$$\text{tempo} := 0.75\text{hr}$$

$$\text{volume} := \text{Vazão} \cdot \text{tempo}$$

$$\text{volume} = 1.275 \times 10^5 \text{ L}$$

Para o cálculo da massa de água que representa este volume considerou-se que a massa específica da água,  $\rho$ , a temperatura ambiente é de 1kg/L.

$$\rho := 1 \frac{\text{kg}}{\text{L}} \quad \text{massa específica da água}$$

$$\text{Mágua} := \text{volume} \cdot \rho$$

$$\text{Mágua} = 1.275 \times 10^5 \text{ kg}$$

Logo temos a massa de água, Mágua, de aproximadamente 130 Toneladas, considerando o valor indicativo como extremo. A etapa de filtração do “lodo”, consistiu na coleta de uma amostra contida na parte inferior do atomizador utilizando um balde não graduado. Esta amostra possuía massa de 1,2 Kg. Com um filtro de papel doméstico reteve-se o material sólido separando-o da água que ficou retido em um béquer. Obteve a massa de água

nesta mistura de 0,7995 kg o que corresponde a 66,6% de água líquida ao final do processo de atomização.

$$\%Liquida := \frac{7995 \cdot 10^{-4}}{12 \cdot 10^{-1}} \cdot 100$$

$$\%Liquida = 66.6 \%$$

Portanto 33,4% da massa de água transforma-se em vapor o que corresponde a 43 Toneladas de água no tempo do processo considerado.

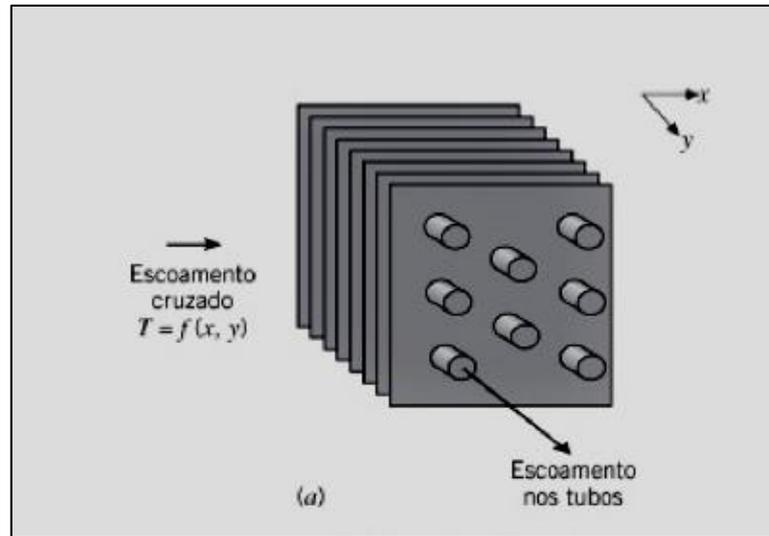
$$M_{vapor} := M_{água} \cdot 0.33375$$

$$M_{vapor} = 4.255 \times 10^4 \text{ kg}$$

Uma massa considerável de vapor de água é perdida no processo de atomização para a atmosfera, portanto propõe-se aqui um protótipo viável para recuperar a água utilizando um sistema aletado acoplado a um trocador de calor.

O trocador de calor é um sistema que permite a troca de calor entre dois fluidos a diferentes temperaturas separados por uma parede sólida sendo classificados de acordo com a configuração do escoamento do fluido e do tipo de construção. Assim existem uma grande variedade de equipamentos de diferentes configurações com intuito de aumentar a taxa de transferência de calor e assim melhorar a eficiência térmica diante das necessidades do projeto. Podemos citar o trocador de calor tubular com aletas em que os fluidos a diferentes temperaturas movem-se em um escoamento cruzado (um fluido esco perpendicularmente em relação ao outro) como ocorre nos radiadores automotivos, Figura 11 (INCROPERA; WITT, 2014,p.1184 e 1185).

Figura 14 - Trocador de calor aletado com escoamento cruzado

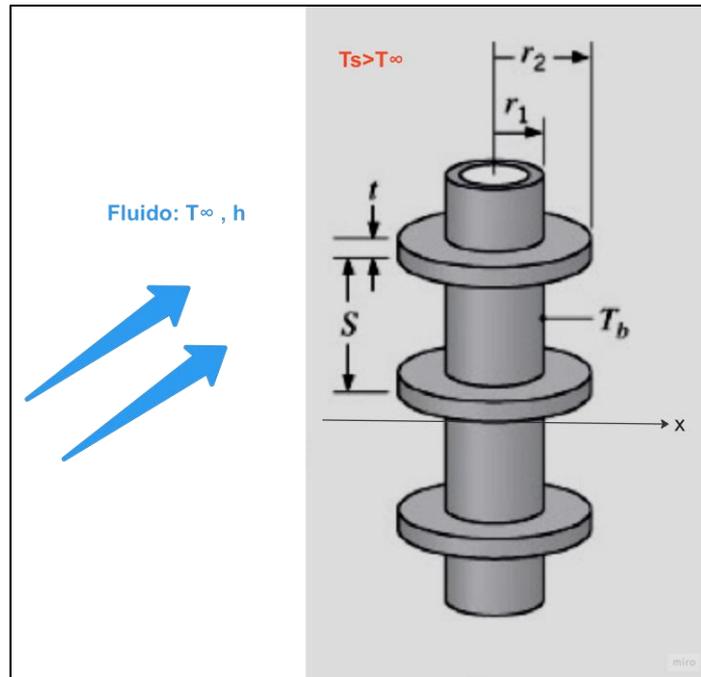


Fonte: adaptado de INCROPERA; WITT, 2014

O projeto de aleta deve ser determinado pelo menor custo de material na fabricação desta com a maior efetividade na troca de calor entre o fluido e a superfície (INCROPERA; WITT, 2014,p.297).

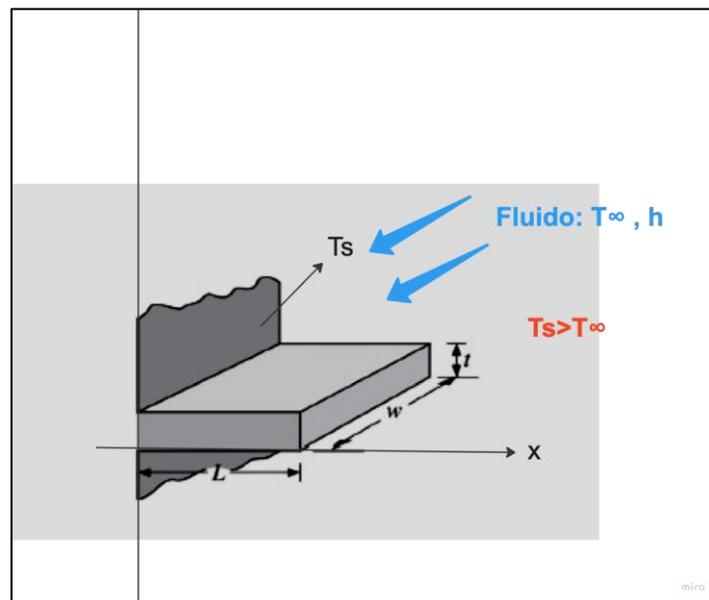
Para determinarmos como a temperatura na aleta varia e conseqüentemente a taxa de transferência de calor, necessitamos de um conjunto de hipóteses, ou seja, condições de contorno do modelo matemático utilizado para os cálculos. Assumiremos um regime permanente, isto é, nenhuma propriedade ou grandeza foi variada com o tempo, não houve geração interna de calor nas aletas, as trocas térmicas entre o fluido e as aletas acontecerão apenas por convecção. Portanto, desprezou-se os efeitos da radiação térmica e finalmente, a condução ocorre apenas na direção do eixo cartesiano x que corresponde ao eixo adotado para orientação da aleta (Figura 12 e 13).

Figura 15 - Aleta anular



Fonte: adaptado de INCROPERA; WITT, 2014

Figura 16 - Aleta retangular

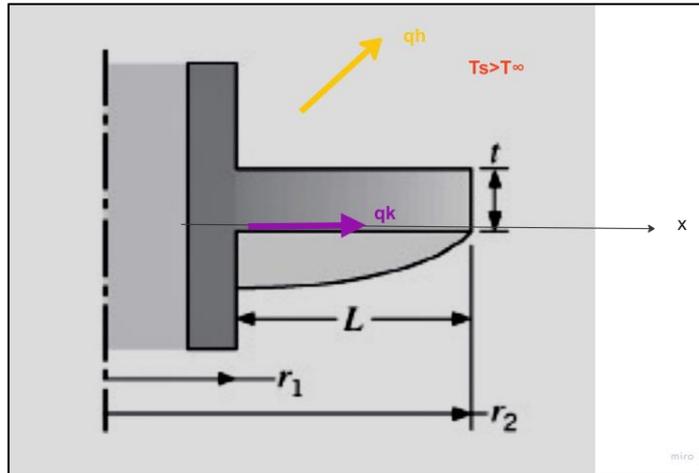


Fonte: adaptado de INCROPERA; WITT, 2014

Nestes modelos, mais comumente utilizados, as aletas estão dissipando energia na forma de calor para o meio, por convecção, à medida que o gradiente de temperatura, na aleta, diminui

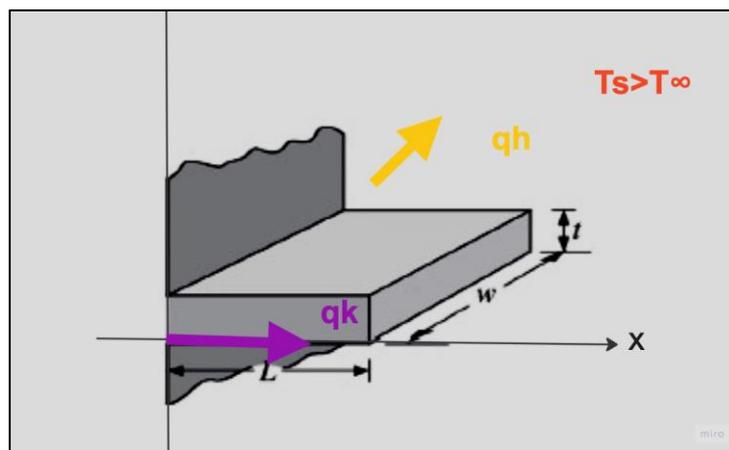
ao longo de seu comprimento, por condução, conforme ilustrado (Figuras 14 e 15). Logo a temperatura da superfície,  $T_s$ , é maior que a temperatura do fluido ( $T_\infty$ ).

Figura 17 - Perda de energia por condução e convecção na aleta anular



Fonte: adaptado de INCROPERA; WITT, 2014

Figura 18 - Perda de energia por condução e convecção na aleta retangular



Fonte: adaptado de INCROPERA; WITT, 2014

Para o cálculo da distribuição de temperaturas ao longo da coordenada  $x$  usaremos a (Equação 5), em que  $T$ , em Kelvin [K], se refere a temperatura da aleta em função da posição no eixo,  $T_\infty$  é a temperatura do fluido e  $m$  é o coeficiente da aleta.

$$(T-T_{\infty}) = C_1 \cdot e^{m \cdot X} + C_2 \cdot e^{-m \cdot X} \quad (5)$$

$$m^2 = \frac{h \cdot p}{k \cdot A} \text{ em [m}^{-1}\text{]}$$

$h$  = coeficiente de calor por convecção [W/(m<sup>2</sup> .K)]

$k$  = condutividade térmica [W/(m .K)]

$p$  = perímetro da aleta formado pela área por condução [m]

$A$  = área da seção transversal de transferência de calor por condução [m<sup>2</sup>]

$C_1$  e  $C_2$  são obtidos aplicando-se as condições de contorno dos casos práticos de utilização das aletas. Em uma condição em que o comprimento da aleta,  $L$ , é muito grande (aleta infinita), a temperatura da região extrema da aleta e a temperatura do fluido são iguais. Da (Equação 5) geramos a (Equação 6) em graus [K]:

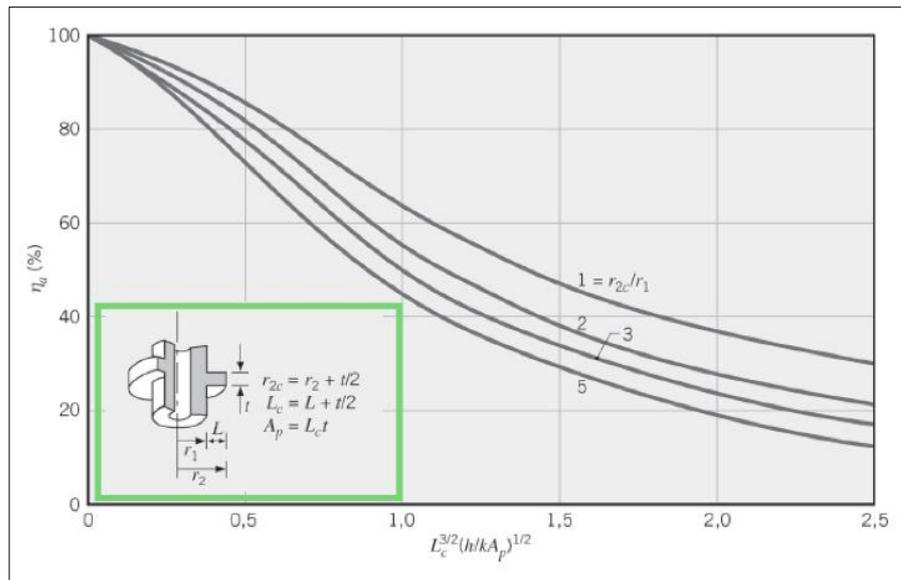
$$(T-T_{\infty}) = (T_s - T_{\infty}) \cdot e^{-m \cdot X} \quad (6)$$

Para determinarmos a taxa de transferência de calor por esta aleta, ou seja, quanto de energia na forma de calor esta aleta dissipa e adotando-se as condições de contorno temos pela lei de Fourier em  $X=0$ , a (Equação 7) em Watt [w]:

$$q = (T_s - T_{\infty}) \cdot (h \cdot p \cdot k \cdot A)^{1/2} \quad (7)$$

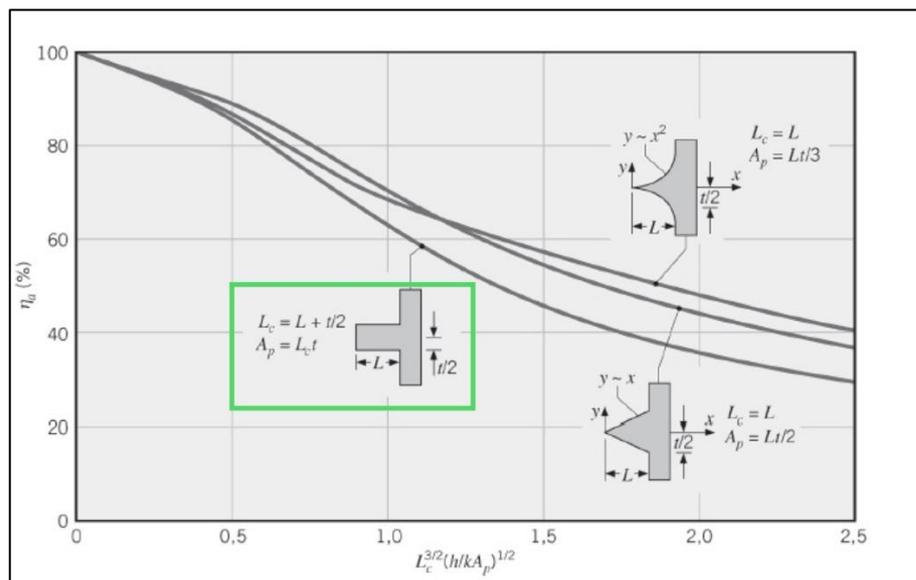
Para encontrar a eficiência da aleta, cujo procedimento seleciona o tipo de aleta, devemos utilizar um gráfico da característica geométrica da aleta por eficiência, conforme observam-se (Figura 16 e Figura 17) (INCROPERA; WITT, 2014, p.293).

Figura 19 - Eficiência gráfica da aleta anular



Fonte: adaptado de INCROPERA; WITT, 2014

Figura 20 - Eficiência gráfica da aleta retangular



Fonte: adaptado de INCROPERA; WITT, 2014

Denominando-se as características geométricas e térmicas da aleta, eixo das abcissas, de  $\psi$  obtemos a (Equação 8) a partir da Figura 16, em calorias:

$$q = (T_s - T_\infty) \cdot (h \cdot p \cdot k \cdot A)^{1/2} \quad (8)$$

Calculando o termo  $\psi$ , encontramos um ponto do eixo da abcissa. Ao traçar-se uma linha até a curva correspondente, pelo eixo da ordenada encontramos a eficiência da aleta. Seguindo a mesma diretriz, utilizando a Figura 17 como referência, obteremos a mesma equação para a aleta retangular.

A decisão em utilizar ou não um sistema aletado, requer também levar em consideração a efetividade da aleta,  $\varepsilon$ , definido como taxa de transferência de calor na aleta sobre a taxa de transferência de calor sem a aleta, neste caso a transferência de calor ocorreria na base da aleta. No caso de uma aleta infinita temos a Equação 9, considerando  $\varepsilon$  maior possível para justificar o uso de aletas:

$$\varepsilon := \frac{k \cdot p}{h \cdot A} \quad \varepsilon \geq 2 \quad (9)$$

O calor que o vapor de água que sai da tubulação do atomizador é cedido para o ambiente, variando a sua temperatura, conforme a (Equação 10).

$$\text{quantidade de calor (q1)} = M \cdot c_{pm} \cdot (T_2 - T_1) \quad (10)$$

q1 em [J]

M em [g mol]

$c_{pm}$  (capacidade térmica molar média dos gases) em [J/g mol.K]

T em [K]

Quando esta massa de vapor entra no trocador de calor, em contato com o sistema aletado, há uma mudança de estado físico da água que passará para o estado líquido em um processo denominado condensação, a temperatura constante dada pela (Equação 11).

$$\text{quantidade de calor (q2)} = m \cdot \Delta H \quad (11)$$

q2 em [j]

m em [g]

H (entalpia) em [kJ/kg]

Consideraremos para os cálculos que todo vapor que sai da tubulação para a atmosfera, é formado por vapor de água. A massa de vapor foi calculada em 43 toneladas. As temperaturas do vapor na saída para a atmosfera, T1, assim como a temperatura ambiente externa a aciaria, T2, foram medidas em dois horários distintos com o intuito de acompanhar duas bateladas do mesmo produto. A média das temperaturas é mostrada abaixo:

$$T1 := 71.3 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T2 := 23 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$k := \text{temperatura } ^\circ\text{C} + 273$$

$$T1 := 344.3\text{K}$$

$$T2 := 296\text{K}$$

A capacidade calorificas molares dos gases é dada pela tabela 1.6-1 de GEANKOPLIS, (2003, p.18). O valor de temperatura de referência, 296 K, não se encontra tabelado. Iremos utilizar o valor de inicio da tabela, ou seja, 298K.

$$C_{pm} := 33.6 \frac{\text{J}}{\text{gmol} \cdot \text{K}}$$

Gramas mol é equivalente ao mol. Portanto o número de mols, n, de água em 43 toneladas de vapor de água, considerando a massa molar da água 18 gramas por mol temos:

$$n := 239 \cdot 10^4 \text{ mols}$$

Logo a quantidade de calor requerida para a variação de temperatura do vapor para a temperatura ambiente, utilizando a (Equação 9) é:

$$q_1 := -3.9 \cdot 10^9 \text{ J}$$

Ao mesmo tempo existe uma transformação de fase do estado gasoso para o estado líquido do vapor de água, denominado condensação, quando o vapor atinge o sistema aletado. A temperatura constante, a variação de entalpia neste processo é igual ao calor de transformação. A quantidade de calor para que esta transformação de fase ocorra é dada pela equação (6). A variação de entalpia da tabela A.2-9 (*properties of saturatated steam and water in SI units*) de GEANKOPLIS, (2003, p.962). Interpolando linearmente os valores de entalpia, T1 (vapor saturado) e T2\* (água em estado líquido a temperatura ambiente) admitido como temperatura indicativa para analisar o custo energético, temos:

$$T_1 := 71.3 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_2^* := 23 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$h_1 := 2629 \frac{\text{J}}{\text{g}}$$

$$h_2 := 96.5 \frac{\text{J}}{\text{g}}$$

Da (Equação 10), o calor necessário para que aconteça a condensação é:

$$\Delta H := h_2 - h_1$$

$$\Delta H := -2532.5 \frac{\text{J}}{\text{g}}$$

$$q_2 := -1.1 \times 10^{11} \text{ J}$$

Portanto a quantidade de calor total para que o vapor de água se torne água no estado líquido é a somatória, Q, de q1 e q2:

$$Q := -1.1 \cdot 10^{11} \text{ J}$$

A quantidade de calor necessário para a condensação é negativa pois precisamos remover energia do sistema proveniente dos processos convectivos e condutivos.

ÇENGEL; GHAJAR, 2015 afirmam que no projeto de um trocador de calor aletado, o comprimento da aleta é um fator limitante. Quanto maior o comprimento menor a eficiência e maior o custo de fabricação devido a maior incremento de material sendo que uma eficiência abaixo de 60% deve ser rejeitada. Por outro lado, na prática, a eficiência das aletas fica aproximadamente em 90% o que corrobora para a utilização desta em projetos de transferência de calor.

Partindo de uma massa de 43 toneladas de vapor em uma batelada de quarenta e cinco minutos de processo, como mostrado nos cálculos acima, considerando um processo contínuo na indústria e uma eficiência do sistema aletado de 90% temos:

$$\text{Massa de água recuperada} = 0.90 \times 43000 \text{ kg}$$

$$\text{Massa de água recuperada} = 39000 \text{ kg}$$

1m<sup>3</sup> de água equivale a 1000 kg do mesmo elemento então, o volume de água recuperado de 39 m<sup>3</sup> de água. Para o regime de funcionamento da unidade de dezoito horas de produção durante seis dias da semana, totalizando vinte e quatro dias de produção contínua podemos estimar monetariamente, utilizando os dados do custo de água do município de Mogi das Cruzes Figura 18, quanto em valores reais a empresa despende.

Figura 21 – Tarifa de água e esgoto no Município de Mogi das Cruzes



**PREFEITURA DE  
MOGI DAS CRUZES**

## Tarifas de Água e Esgoto

Saneamento

**Descrição:**

A tarifação dos serviços de abastecimento de água e de coleta de esgotos em Mogi das Cruzes é estabelecida pelo Decreto Municipal nº 21.140, de 05 de Agosto de 2022.

**Taxas:**

Serviços de Abastecimento de Água

**B) Tarifas para usos comerciais/públicos/industriais e provisórios**

- para consumos de até 10m<sup>3</sup>.....R\$ 64,83/mês
- para consumos acima de 11m<sup>3</sup> até 20m<sup>3</sup>.....R\$ 12,61/m<sup>3</sup>
- para consumos acima de 21m<sup>3</sup> até 50m<sup>3</sup>.....R\$ 24,16/m<sup>3</sup>
- para consumos acima de 50m<sup>3</sup>.....R\$ 25,18/m<sup>3</sup>

Fonte: <https://www.mogidascruzes.sp.gov.br/servico/saneamento/tarifas-de-agua-e-esgoto>

$$\text{Valores em Reais} = 39 \text{ m}^3 \times \frac{18}{\text{dia}} \text{ horas} \times 24 \text{ dias} \times \text{R\$} \frac{24,16}{\text{m}^3}$$

$$\text{Valores em Reais} = \text{R\$ } 407.048$$

Em tratativas com empresas especializadas em trocadores de calor e sistemas aletados, a empresa Engematex Equipamentos Industriais LTDA afirmou que um projeto desta magnitude significaria um investimento inicial estimado em R\$200.000,00 com prazo de execução de seis meses.

Este trabalho não teve a intenção de projetar um trocador de calor aletado mas mostrar que é possível recuperar um grande volume de água utilizando-o, visto que segundo INCROPERA; WITT, 2014, a efetividade da aleta melhora com a seleção adequada do material construtivo que deve ter como característica uma elevada condutividade térmica. Já no trocador de calor, o projeto prevê especificar o tipo e desta maneira determinar a sua dimensão bem como no cálculo do desempenho que, considera soluções existentes no mercado, e com isso manipulam-se os dados coletados, do problema a ser resolvido, para as condições específicas de taxa de transferência de calor e as temperaturas de saída dos fluidos e para as condições particulares de vazões e temperaturas de entrada. Fica evidente que inúmeras variáveis são levantadas e analisadas para que se encontre soluções térmicas eficientes o que demandaria tempo e investimento desnecessários visto que o mercado oferece soluções prontas sob demanda.

## **5 CONCLUSÕES**

O método SBP mostrou-se eficaz para o monitoramento ambiental, útil para orientar auto avaliações, requerendo mínimo investimento. A estratégia para coleta de informações subjetivas para a avaliação dos construtos e também dos diferentes indicadores permite a transformação de dados qualitativos em índices quantitativos, facilitando a interpretação dos resultados. Deste modo aponta quais as grandes áreas pedem maior atenção e oportunidades para melhorias e revisão de processos. Diferentes setores da empresa responderam ao questionário, logo uma visão sistêmica desde a alta direção da empresa até o chão de fábrica mostrou que o construto recursos hídricos representou maior necessidade de intervenção. Este resultado corroborou informações e conversas prévias dos pesquisadores com a alta direção da empresa, nas quais a questão gestão de água foi apontada como muito sensível, mesmo antes da divulgação dos resultados obtidos neste trabalho.

Com relação ao projeto de recuperação de água a partir das emissões de vapor de água, foi apresentado um modelo teórico para este reuso, mostrando sua viabilidade. Deste modo, empresas técnicas especializadas poderão, a partir deste modelo, propor instrumentação adequada para isto, apresentando ainda, a viabilidade econômica de sua implantação, projeção de investimento e seu retorno, considerando-se o custo atual pelo consumo deste recurso. Este

modelo, portanto, pretende ser uma ferramenta para a empresa para a tomada de mais uma ação na direção da gestão sustentável de recursos.

Espera-se que a análise global deste trabalho seja um documento norteador para qualquer indústria de transformação que tenha a água como elemento motriz de seus processos.

## REFERÊNCIAS

- ABBAS, M. N.; IBRAHIM, T. A.; IBRAHIM, S. A. ZERO RESIDUE LEVEL CONCEPT A NEW VISION FOR TOXIC WASTE MANAGEMENT : A REVIEW. p. 12, out. 2020.
- ALMEIDA, T. S. M. DE; SELBITTO, M. A. Avaliação do desempenho ambiental de uma instituição pública de ensino técnico e superior. **Production**, v. 23, n. 3, p. 625–636, 22 nov. 2012.
- ALMEIDA, R. et al. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL DE UMA INSTITUIÇÃO DE ENSINO TÉCNICO, INTEGRADO E SUPERIOR. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 6, n. 3, p. 223, 9 nov. 2017.
- ANTONOV, P.; SELBITTO, M. A. Avaliação de desempenho ambiental: estudo de caso na indústria papelreira. **Revista Produção Online**, v. 11, n. 4, p. 1059–1085, 6 set. 2011.
- BARBIERI, J. C. **Desenvolvimento sustentável: Das origens à agenda 2030**. 1ª edição ed. [s.l: s.n.].
- BOGUSZ, M. et al. The Concept of Zero Waste in the Context of Supporting Environmental Protection by Consumers. **Energies**, v. 14, n. 18, p. 5964, 20 set. 2021.
- ÇENGEL, Y. A.; GHAJAR, A. J. **Heat and mass transfer: fundamentals & applications**. Fifth edition ed. New York, NY: McGraw Hill Education, 2015.
- CHIAVERINI, V. **Metalurgia do Pó, técnicas e produtos**. 3. ed. São Paulo: [s.n.].
- DE FREITAS NETTO, S. V. et al. Concepts and forms of greenwashing: a systematic review. **Environmental Sciences Europe**, v. 32, n. 1, p. 19, dez. 2020.
- ECCLES, R. G.; LEE, L.-E.; STROEHLE, J. C. The Social Origins of ESG: An Analysis of Innovest and KLD. p. 22, 2019.
- ERTEN, S.; ATMACA, A. C. Teacher Candidates' Views on the Zero Waste Project. **Jurnal Penelitian dan Pembelajaran IPA**, v. 7, n. 1, p. 17, 31 Maio 2021.
- FARIAS, A. J.; BARREIROS, N. Análise da adoção da ASG (ambiente, social e governança) no mercado brasileiro e internacional. v. 7, p. 38–52, 2020.
- FEIL, A. A.; SCHREIBER, D. Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável: desvendando as sobreposições e alcances de seus significados. **Cadernos EBAPE.BR**, v. 15, n. 3, p. 667–681, jul. 2017.
- FERRARO, B. B. Estudo das Propriedades Termofísicas de Escória Metalúrgica e de Escórias Sintéticas de CaO-SiO<sub>2</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-MgO. **São Paulo**, 2014.
- GAJIC, D. et al. Modelling of electrical energy consumption in an electric arc furnace using artificial neural networks. **Energy**, v. 108, p. 132–139, ago. 2016.

GEANKOPLIS, C. J. **Transport Processes and Separation Process Principles (Includes Unit Operations)**. 4th ed. ed. [s.l.] Prentice Hall, 2003.

GERMAN M., R. **Powder Metallurgy & particulate materials processing**. [s.l: s.n.].

GILLAN, S. L.; KOCH, A.; STARKS, L. T. Firms and social responsibility: A review of ESG and CSR research in corporate finance. **Journal of Corporate Finance**, v. 66, p. 101889, fev. 2021.

GONÇALVES, D. S. et al. ENVIRONMENTAL DIAGNOSIS AND PROPOSED APP RECOVERY PLAN FARM SANTA JULIANA, CARIRI DO TOCANTINS - TO. **Nucleus**, v. 13, n. 1, p. 261–276, 30 abr. 2016.

GONZÁLEZ-DÍAZ, C. Y.; GÓMEZ-REAL, P. A.; LLORENTE, A. M. Diagnóstico ambiental preliminar y oportunidades de prevención de la contaminación en la Empresa de Productos Cárnicos de Holguín. Cuba. v. 38, n. 1, p. 182–194, 2018.

GOTTI, I.; SOUZA, A. C. **Gestão ambiental**. [s.l.] Educacional S.A., 2017.

GRAFSTRÖM, J.; AASMA, S. Breaking circular economy barriers. **Journal of Cleaner Production**, v. 292, p. 126002, abr. 2021.

GREGORY, R. P.; STEAD, J. G.; STEAD, E. The global pricing of environmental, social, and governance (ESG) criteria. **Journal of Sustainable Finance & Investment**, v. 11, n. 4, p. 310–329, 2 out. 2021.

HE, W. et al. Dry Granulation of Hot Metal and Heat Recovery from Off-Gas. Em: ZHANG, L. et al. (Eds.). **Energy Technology 2017**. The Minerals, Metals & Materials Series. Cham: Springer International Publishing, 2017. p. 117–122.

HE, W. et al. Novel preparation process of iron powders with semisteel by rotary cup atomizer. **Powder Technology**, v. 356, p. 1087–1096, nov. 2019.

HRYHA, E.; WENDEL, J. Effect of heating rate and process atmosphere on the thermodynamics and kinetics of the sintering of pre-alloyed water-atomized powder metallurgy steels. **Journal of the American Ceramic Society**, p. jace.16079, 3 out. 2018.

HÜBEL, B.; SCHOLZ, H. Integrating sustainability risks in asset management: the role of ESG exposures and ESG ratings. **Journal of Asset Management**, v. 21, n. 1, p. 52–69, fev. 2020.  
INCROPERA, F. P.; WITT, D. P. **Fundamentos de Transferência de Calor e de Massa**. 7ª Ed ed. [s.l.] LTC, 2014.

JANOTTI, P. R. CONSTRUCTO METODOLÓGICO PARA AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO AMBIENTAL NA INDÚSTRIA FRIGORÍFICA DE BOVINOS. 2017.

KIYOMOTO, A.; IRAZUSTA, S. Diagnóstico ambiental no setor metalúrgico: uma análise bibliométrica das publicações utilizando as plataformas web of science e scopus. 2021.

KOHL, C.; SELBITTO, M. Avaliação do desempenho ambiental de um operador de serviços logísticos por indicadores categóricos. **Estudos Tecnológicos em Engenharia**, v. 5, n. 3, p.

284–301, 22 jan. 2010.

KRUZHANOV, V. S. Modern Manufacturing of Powder-Metallurgical Products with High Density and Performance by Press–Sinter Technology. **Powder Metallurgy and Metal Ceramics**, v. 57, n. 7–8, p. 431–446, nov. 2018.

LOGAR, V.; ŠKRJANC, I. The Influence of Electric-Arc-Furnace Input Feeds on its Electrical Energy Consumption. **Journal of Sustainable Metallurgy**, v. 7, n. 3, p. 1013–1026, set. 2021.  
LOPES, V. D. MELHORIA DA QUALIDADE DA SUCATA UTILIZADA EM FORNO ELÉTRICO A ARCO ATRAVÉS DA COMBINAÇÃO DE DUAS ROTAS DE PROCESSAMENTO. 2022.

MAIA, R. R. **Análise de inclusões de escória em amostras arqueológicas da fábrica de ferro de Ipanema**. Mestrado em Engenharia Metalúrgica e de Materiais—São Paulo: Universidade de São Paulo, 9 maio 2014.

MATOS, P. ESG and Responsible Institutional Investing Around the World: A Critical Review. **SSRN Electronic Journal**, 2020.

MEDEIROS, T. C. L.; SANTOS, V. M. ANÁLISE DOS RISCOS OCUPACIONAIS EM UMA EMPRESA DE SUCATA METÁLICA. 2019.

PAULO, S. INCORPORAÇÃO DE PRINCÍPIOS E DIRETRIZES DE “RESÍDUO ZERO” EM POLÍTICAS PÚBLICAS MUNICIPAIS: O CASO DO PLANO DE GESTÃO INTEGRADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS DA CIDADE DE SÃO PAULO. p. 108, 2019.

PESCIM, G. F. **Modelo de maturidade para implantação da Produção mais Limpa (P+L) nas empresas**. Mestrado em Processos e Gestão de Operações—São Carlos: Universidade de São Paulo, 5 dez. 2017.

PIERONI, M. P. P.; MCALOONE, T. C.; PIGOSSO, D. C. A. Business model innovation for circular economy and sustainability: A review of approaches. **Journal of Cleaner Production**, v. 215, p. 198–216, abr. 2019.

Política Nacional de Resíduos Sólidos. 12.305. 2 ago. 2010.

RAMOS, N. F. et al. Desenvolvimento de ferramenta para diagnóstico ambiental de lixões de resíduos sólidos urbanos no Brasil. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 22, n. 6, p. 1233–1241, dez. 2017.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos**. 2. ed. atualizada e ampliada ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

SANTOS, A. **Seleção do Método de Pesquisa GUIA PARA PÓS-GRADUANDO EM DESIGN E ÁREAS AFINS**. [s.l.] EDITORA INSIGHT, 2018.

SANTOS, B. R. SISTEMA DE GESTÃO AMBIENTAL (SGA) E DA CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL - importância e implementação. **Revista guia UFSCAR**, v. 2, n. 2, p. 49–52, 20 dez. 2021.

SANTOS, D. J. et al. Proposta de Regulação para classificação de Fundos de Investimento sob a temática ASG / ESG (Ambiental, Social e Governança). v. 2, n. 8, p. 7, 2019.

SCHALCH, V. et al. GESTÃO E GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS. p. 97, out. 2002.

SELLITTO, M. A.; BORCHARDT, M.; PEREIRA, G. M. Modelagem para avaliação de desempenho ambiental em operações de manufatura. **Gestão & Produção**, v. 17, n. 1, p. 95–109, 2010.

SILVA, D. E. B. ASG: uma análise de otimização do índice de sustentabilidade empresarial da B3, ISE, à luz das premissas de finanças comportamentais. p. 91, 2021.

SILVA, N. A. DA et al. Avaliação de desempenho ambiental em uma empresa da indústria cerâmica de Tocantins. 2014.

SISTA, K. S. et al. Physico-chemical Properties of Mill Scale Iron Powders. **ISIJ International**, v. 60, n. 8, p. 1669–1674, 15 ago. 2020.

SISTA, K. S.; DWARAPUDI, S. Iron Powders from Steel Industry by-products. **ISIJ International**, v. 58, n. 6, p. 999–1006, 15 jun. 2018.

SOARES, S. B. PROPOSTA DE UM MODELO DE GESTÃO AMBIENTAL PARA ESTUDO DOS IMPACTOS DE GRANDES EMPREENDIMENTOS A PARTIR DA PERCEPÇÃO DA POPULAÇÃO LOCAL. 2021.

SOLODOV, A.; OCHKOV, V. F. **Differential models: an introduction with Mathcad**. Berlin ; New York: Springer, 2005.

SULTANA, S.; ZULKIFLI, N.; ZAINAL, D. Environmental, Social and Governance (ESG) and Investment Decision in Bangladesh. **Sustainability**, v. 10, n. 6, p. 1831, 1 jun. 2018.

## A APÊNDICE

A.1 Artigo: Diagnóstico ambiental no setor metalúrgico: uma análise bibliométrica das publicações utilizando as plataformas *web of science*<sup>®</sup> e *scopus*<sup>®</sup>

**Resumo:** O diagnóstico ambiental é uma ferramenta de gestão com o objetivo de caracterizar os componentes ambientais da empresa, avaliando-os quanto ao seu adequado manejo, apontando a eficiência da organização e, principalmente, as oportunidades de melhoria dos indicadores ambientais em relação às metas estabelecidas, bem como a sua adequação às normas e legislação vigentes. Deste modo, a adoção de ações para correta gestão ambiental e socioambiental pelas organizações, de caráter obrigatório ou não, se inicia com um correto diagnóstico do seu sistema produtivo. A perfeita caracterização dos processos permite a análise e definição da realidade local, permite a adoção de medidas de correção, mitigação ou melhoria, visando a sustentabilidade desse sistema produtivo. A indústria metalúrgica representa um importante setor econômico e estratégico para o país, ocupando em 2019, a nona posição mundial no ranking de produção de aço bruto. Diante disto, o objetivo deste trabalho foi realizar uma pesquisa bibliométrica e análise dos resultados a fim de estabelecer um panorama atualizado destas publicações. A busca foi realizada nas bases de dados *Web of Science*<sup>®</sup> e *Scopus*<sup>®</sup> por meio de uma ferramenta bibliométrica, analisando os descritores “environmental diagnosis” e “metallurgical industry”. Os resultados apontaram que há uma carência de estudos abordando o tema da pesquisa, constituindo possivelmente, uma lacuna na literatura a ser explorada evidenciando a avaliação ambiental do setor produtivo metalúrgico como um assunto importante para estudos futuros.

Palavras-Chave: Diagnóstico ambiental; Indústria metalúrgica; Análise bibliométrica.

**Abstract:** *Environmental diagnosis is a management tool to characterize the environmental components in a company, evaluating its appropriate management, ensuring an efficient organization and, more importantly, the opportunities to improve its environmental indicators regarding the established targets as well their adequacies to the standard rules and legislations. Therefore, the adoption of correct environmental and social-environmental actions, compulsory or non-compulsory, by the organizations shall start by the correct diagnosis of*

*their productive system. The perfect characterization of all processes enables the analysis and definition of the local circumstances, allowing the adoption of corrective and improvement measures aiming at the sustainability of this productive system. The metallurgical industry represents an important and strategic sector of the economy of the country, ranked 9th in the world at the 2019 ranking of production of crude steel. Therefore, the purpose of this paper was to conduct a bibliometric research and analysis to set up an updated panorama of these publications. The search was carried out at the Web of Science<sup>®</sup> and Scopus<sup>®</sup> database using a bibliometric tool to analyze the descriptors “environmental diagnosis” and “metallurgical industry”. The results presented a lack of studies addressing the subject possibly constituting a gap in the literature regarding the issue, making the environmental assessment of the metallurgical productive sector an important subject for future studies.*

Keywords: Environmental diagnosis; Metallurgical industry; Bibliometric analysis

## 1 Introdução

Segundo dados do IBGE, em 2020 houve o crescimento de 28,9% no setor metalúrgico quando comparado com o ano anterior, mostrando a força deste ramo na economia brasileira (PRODUÇÃO, 2021). Este crescimento significativo, vem acompanhado proporcionalmente de impactos ambientais em função da natureza extrativista de insumos e rejeitos dos processos físicos e químicos. As atividades industriais metalúrgicas são estruturadas em diversos processos minerais que são operações básicas, realizadas no minério bruto, com o intuito de obter produtos comercialmente viáveis. O processo de fundição, por exemplo, é composto por diversas etapas tecnológicas que geram algum tipo de poluição, destacando-se aí a escória do processo de produção que se caracteriza por ser um resíduo, cujo descarte pode poluir o solo, a vegetação, o ar e a água, pelos metais descartados em aterros sanitários sem impermeabilização. Os demais subprodutos, são descartados nos pátios das indústrias e podem propagar pelo ar, micropartículas que podem afetar a cadeia alimentar nos ecossistemas (CIRTINA et al., 2016).

Diante desta problemática um diagnóstico ambiental envolvendo o ciclo de produção, desde a extração até os rejeitos destes materiais torna-se fundamental. O diagnóstico ambiental

consiste numa ferramenta que oferece metodologias e técnicas para o reconhecimento de perturbações ambientais, caracterizando os impactos nos recursos naturais da área de descarte como por exemplo, a vegetação e os corpos d'água (OROZCO-MEDINA et al., 2020).

O objetivo deste trabalho, portanto, foi realizar uma pesquisa bibliométrica das publicações sobre o tema diagnóstico ambiental, utilizando os descritores “environmental diagnosis” e “metallurgical industry”, em duas bases de dados, Web of Science® e Scopus®. Os resultados foram analisados a fim de estabelecer uma base quantitativa comparativa das publicações nestas bases de dados.

## 2 Referencial teórico

Atualmente há um reconhecimento por parte das organizações, de que as questões de ordem ambiental constituem um fator relevante influenciando sua imagem frente aos consumidores, cujas expectativas veem se tornando mais exigentes a cada dia. Além disso, há a necessidade de adequação às normas e à legislação ambiental e socioambiental. Dentro do conceito conhecido como *people, profit and planet (3Ps)*, introduzido por John Elkington, o direito ambiental tem pressionado as corporações a cumprirem as diretivas socioambientais e a responsabilizar-se com as questões ambientais, uma vez que estes instrumentos legislativos não só orientam, como identificam problemas e preveem punição a empresas que cometem desvios (MUÑOZ; COHEN, 2018).

Este cenário tem promovido uma crescente busca por certificações ambientais e ações sustentáveis, como forma de credibilidade e de comprometimento pelas empresas, além de programas internos de treinamento e de educação continuada, tornando o conceito de sustentabilidade parte da cultura para a sociedade. O termo *compliance ambiental* tem aparecido nas grandes indústrias de transformação do Brasil e significa mais amplamente agir de acordo e estar em conformidade a alguma causa. É um instrumento ligado a alta direção da empresa, trabalhando concomitantemente com órgãos ambientais com intuito de que suas corporações se adequem às normativas ambientais, evitando assim, transtornos e penalidades. Atua de modo preventivo e corretivo, preservando a imagem da empresa como “sustentável” perante a comunidade (GOMES; OLIVEIRA, 2017).

Dentre as indústrias de transformação, as atividades do setor metalúrgico no Brasil merecem uma atenção especial. Em 2019, o país produziu 32,6.106 toneladas de aço bruto ficando entre os nove países que mais produziram este material. No mesmo ano, o saldo comercial brasileiro no setor, apresentou excedente de US\$ 4,8 bilhões com exportações totalizando aproximadamente US\$7,3 bilhões e importações de US\$ 2,5 bilhões, sendo os Estados Unidos o principal importador (OLIVEIRA, 2020). Este setor é de suma importância para a economia nacional pois alimenta outros ramos de atividades como a indústria automobilística que utiliza plenamente o aço plano e a construção civil que consome o aço do tipo longo em estruturas de edificações (FERREIRA, 2008).

Os processos metalúrgicos usam como matéria prima principalmente alumínio, ferro, manganês, níquel, cromo, molibdênio, cobre, cádmio e chumbo e produzem resíduos de naturezas variadas além dos próprios metais, como por exemplo, a areia de macharia, utilizada na confecção dos machos na fundição, que é considerada um resíduo tóxico (LANGE, 2010), devido à presença de resinas fenólicas com a função de catalizadores em sua composição. Quando mal gerenciados estes resíduos produzidos nas atividades metalúrgicas, podem contaminar o solo e os corpos d'água e conseqüentemente, os organismos em geral (BELLINASSO et al.,1998).

A fim de caracterizar os aspectos e impactos ambientais das atividades da área de metalurgia, em todo seu ciclo de produção, o procedimento de diagnóstico ambiental é útil na definição de um cenário organizacional. Trata-se de uma ferramenta de gestão ambiental inserida no gerenciamento industrial com o intuito específico de identificar a relação da organização com o meio ambiente, a gestão de resíduos sólidos e líquidos, bem como, o monitoramento e controle de emissões para a atmosfera, com o objetivo de avaliar o desempenho ambiental da organização, bem como evidenciar aspectos para a melhoria contínua, tornando a empresa mais competitiva (HAAS; TREIN, 2013).

A questão de emissões derivadas da metalurgia é norteada pela resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA) 001/86 que define as características do meio físico, biológico e socioeconômico a serem consideradas e respeitadas no manejo da área sob influência dos rejeitos de produção metalúrgica.

- a) o meio físico - o subsolo, as águas, o ar e o clima, destacando os recursos minerais, a topografia, os tipos e aptidões do solo, os corpos d'água, o regime hidrológico, as correntes marinhas, as correntes atmosféricas;
- b) o meio biológico e os ecossistemas naturais - a fauna e a flora, destacando as espécies indicadoras da qualidade ambiental, de valor científico e econômico, raras e ameaçadas de extinção e as áreas de preservação permanente;
- c) o meio socioeconômico - o uso e ocupação do solo, os usos da água e a socioeconômica, destacando os sítios e monumentos arqueológicos, históricos e culturais da comunidade, as relações de dependência entre a sociedade local, os recursos ambientais e a potencial utilização futura desses recursos. (CONAMA NO 001/1986).

A bibliometria consiste numa técnica quantitativa usada para analisar estatisticamente por meio de indicadores uma grande quantidade de produções científicas, a fim de identificar tendências e formas de citação e cocitação, bem como as interações com as áreas de conhecimento catalogadas (SILVA, 2019). Utiliza a análise de citações como uma de suas ferramentas, para mensurar o impacto da pesquisa de determinados autores, grupo de autores ou instituições, possibilitando aferir o tipo de documento, o idioma e os periódicos mais citados. Com isso obtém-se um mapeamento científico de uma ou mais áreas do conhecimento com a comunidade científica VANZ e CAREGNATO, 2003. No presente documento a bibliometria foi o método adotado para o levantamento dos trabalhos científicos relevantes relativo ao diagnóstico ambiental nas atividades da metalurgia.

### 3 Método

Utilizou-se duas bases de dados, a *Web of Science*<sup>®</sup> e a *Scopus*<sup>®</sup>, no ambiente CAFÉ do portal da CAPES, sem delimitar o período de busca, conforme o Quadro 1.

No banco de dados da *Web of Science*<sup>®</sup> os termos da pesquisa foram escritos dentro do campo *all fields* e utilizou-se o algoritmo *aspas* nos descritores com o intuito de pesquisar a ocorrência exata dos termos. Posteriormente, foi feita uma nova pesquisa utilizando o algoritmo booleano *AND* com a finalidade de pesquisar os vocábulos de maneira concomitante.

Seguindo a mesma orientação, na base de dados da *Scopus*<sup>®</sup> os descritores foram inseridos no campo *search documents* e pesquisados, inserindo-se o algoritmo de pesquisa aspas nos descritores. Posteriormente foi feita uma nova busca com o algoritmo booleano *AND*.

Dentre as bases de dados de periódicos científicos a Web of Science (WoS) da Clarivate e a Scopus da Elsevier são as mais importantes. São multidisciplinares, pagas e diferem entre si, em termos de cobertura, foco e ferramentas que fornecem ao público-alvo ALRYALAT et al., 2019. Assim, comparou-se os resultados das duas pesquisas, buscando cruzamentos de informações, ou seja, buscou-se a correspondência das citações entre as bases consideradas.

Quadro 1 - Banco de dados e filtros de pesquisa

<b>Base de dados</b>	<i>Web of Science</i> <sup>®</sup>	<i>Scopus</i> <sup>®</sup>
<b>Descritor 1</b>	<i>environmental diagnosis</i>	<i>environmental diagnosis</i>
<b>Algoritmo Booleano</b>	<i>AND</i>	<i>AND</i>
<b>Descritor 2</b>	<i>metallurgical industry</i>	<i>metallurgical industry</i>
<b>Algoritmo aspas</b>	<i>“environmental diagnosis”</i> <i>“metallurgical industry”</i>	<i>“environmental diagnosis”</i> <i>“metallurgical industry”</i>

Fonte: Elaborado pelo autor, 2021

#### 4 Resultados e discussões

Neste capítulo serão apontados os resultados dos levantamentos, discutindo-se a abrangência e cada base em relação ao tema da pesquisa.

#### 4.1 Resultados da *Web of Science*<sup>®</sup>

Os resultados da busca neste banco de dados resultaram em vinte e um documentos entre os anos de 2012 a 2020 como mostra a Figura 1 A e B. Os picos de produção ocorreram nos anos de 2014 com cinco publicações e trinta e quatro citações e ,2017, com a mesma quantidade de publicações, as quais receberam cento e treze citações até a data desta pesquisa. Utilizando aspas como operador de busca, com intuito de buscar o termo em sua plenitude, não obtivemos resultados, logo a pesquisa foi realizada sem este instrumento.

Figura 1A - Número de publicações ao longo do tempo

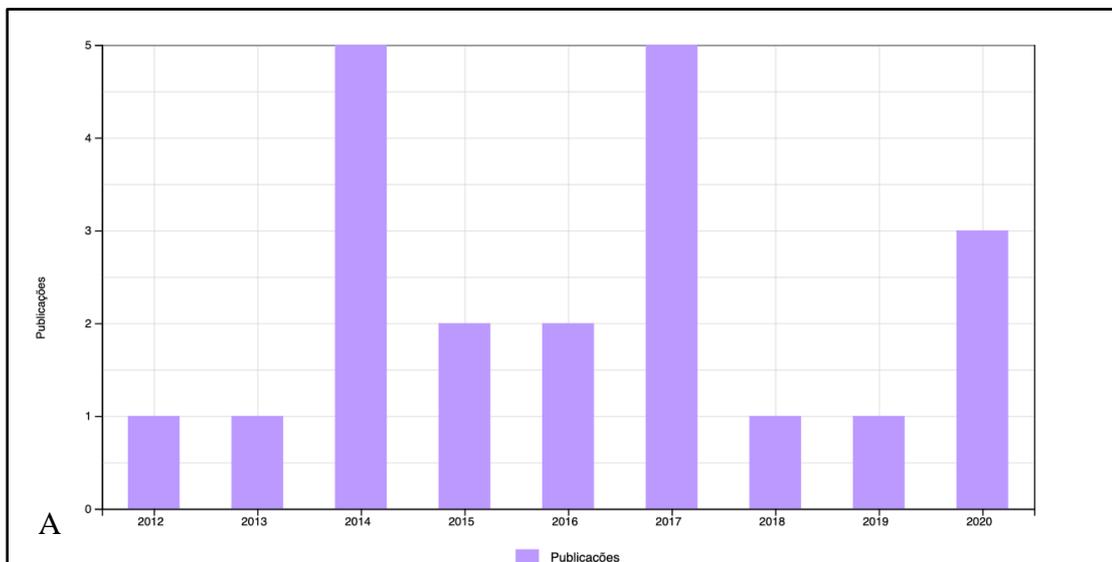
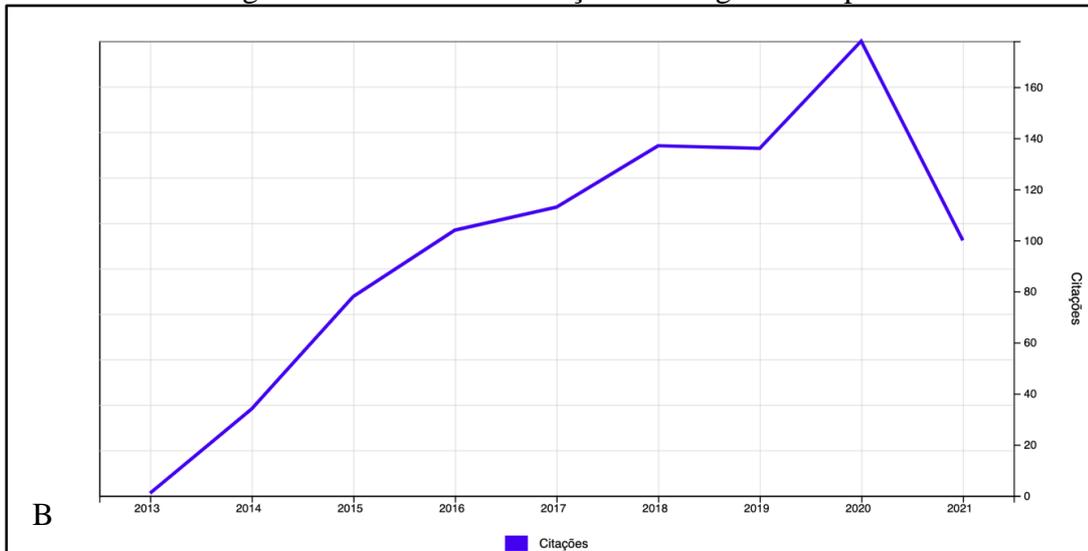


Figura 1B - Número de citações ao longo do tempo



Fonte: WoS, 2021

Quando considerou-se a contagem dos resultados com relação as áreas escolhidas como de maior aderência ao tema deste trabalho (Figura 2), obteve-se apenas dez resultados, dos quais quatro (19%) foram na área de engenharia química, três (14,3%) na área de ciências ambientais, três (14,3%) em ciências multidisciplinares, um resultado (4,8%) relativo a metalurgia e engenharia metalúrgica e um (4,8%) na área de saúde ocupacional e meio ambiente público.

Figura 2 - Gráfico de resultados por área de conhecimento



Fonte: WoS, 2021

As vinte e uma publicações resultaram em um total de oitocentos e setenta e quatro citações com dez citações *H-index* como mostra o Quadro 2. O trabalho intitulado Hydrological droughts in the 21st century, hotspots and uncertainties from a global multimodel ensemble experiment de 2014, publicado pela National Academy of Sciences, foi o mais citado, com trezentos e setenta e uma citações no período de 2017 a 2021. As palavras chaves deste artigo foram impactos climáticos, hidrologia global, evaporação e aquecimento global, termos compatíveis com e atualidade desta temática.

Quadro 2 - Publicações mais citadas no intervalo de 2017 a 2021

Titulo do trabalho - Autores - Ano	2017	2018	2019	2020	2021	Total
Hydrological droughts in the 21st century, hotspots and uncertainties from a global multimodel ensemble experiment Prudhomme, C; Giuntoli, I; (...); Wisser, D Mar 4 2014	62	60	52	67	33	371
First look at changes in flood hazard in the Inter-Sectoral Impact Model Intercomparison Project ensemble Dankers, R; Arnell, NW; (...); Wisser, D Mar 4 2014	26	29	23	23	15	174
Multisectoral climate impact hotspots in a warming world Piontek, F; Muller, C; (...); Schellnhuber, HJ Mar 4 2014	13	12	13	6	9	106
Simulating the Earth system response to negative emissions Jones, CD; Ciais, P; (...); Wiltshire, A Sep 2016	4	17	15	10	5	52
Progress in the Development of Intrinsically Conducting Polymer Composites as Biosensors Prajapati, DG and Kandasubramanian, B May 2019	0	0	2	28	4	34
Recent developments in cokemaking technologies in Japan Nomura, S May 2017	2	3	9	7	2	23
A knowledge reasoning Fuzzy-Bayesian network for root cause analysis of abnormal aluminum electrolysis cell condition Yue, WC; Chen, XF; (...); Zhang, HL Sep 2017	0	4	5	9	4	22
Spatiotemporal changes in wheat phenology, yield and water use efficiency under the CMIP5 multimodel ensemble projections in eastern Australia Wang, B; Liu, D; (...); Yu, Q 2017	1	3	7	7	3	21
Occupational risk factors for idiopathic pulmonary fibrosis in Southern Europe: a case-control study Paolucci, G; Folletti, I; (...); Murgia, N May 21 2018	0	1	5	8	6	21
Modelling and simulation of rougher flotation circuits Yianatos, J; Carrasco, C; (...); Torres, C Sep 10 2012	2	4	3	6	1	19

Fonte: Elaborado pelo autor, 2021

#### 4.2 Resultados da Scopus®

A busca neste banco de dados utilizando aspas como operador de pesquisa com a intenção de procurar os descritores exatos, levou a apenas um resultado como mostra o Quadro 3.

Quadro 3 - Resultado da busca utilizando o operador aspas

Titulo do trabalho	Atores	Ano	local de publicação
<b>Environmental diagnosis of small and medium size manufacturing industries of metallic frames and metallic structures   [Diagnóstico ambiental de indústrias de fabricação de estruturas metálicas e esquadrias de metal de pequeno e médio porte]</b>	Patrícia Dal Moro, Adalberto Pandolfo, Leila Dal Moro, Naira Elizabete Barbacovi, Leandro Doro Tagliari	2015	Scielo Brasil

Fonte: Elaborado pelo autor, 2021

Quando a busca foi conduzida apenas inserindo o algoritmo booleano AND, seguindo o paralelo de pesquisa da base de dados anterior, obtivemos onze resultados. A Figura 3 A e B mostra que o pico de produção ocorreu em 2015, com três documentos e em 2018, com dois documentos. O pico de citações ocorreu no ano de 2019, com dezesseis citações.

Figura 3A - Número de publicações ao longo do tempo

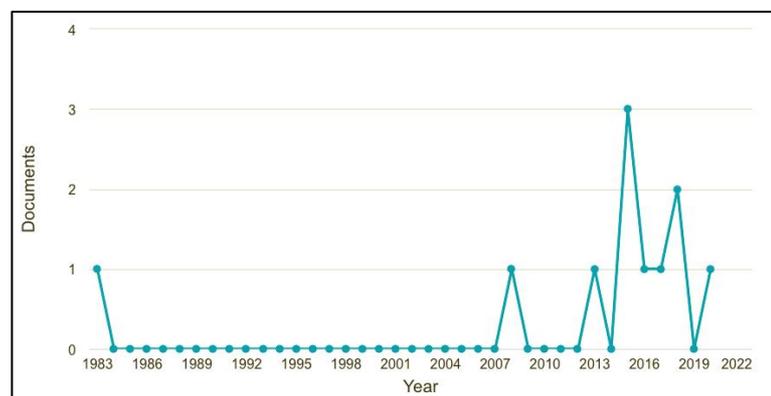
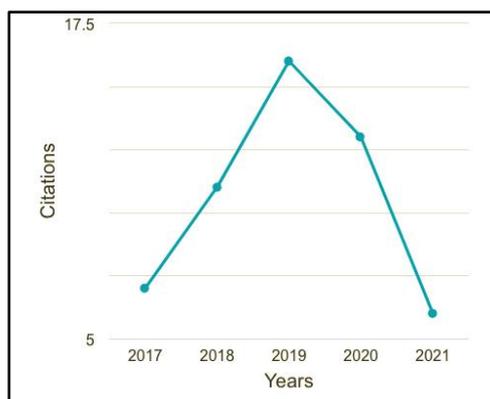


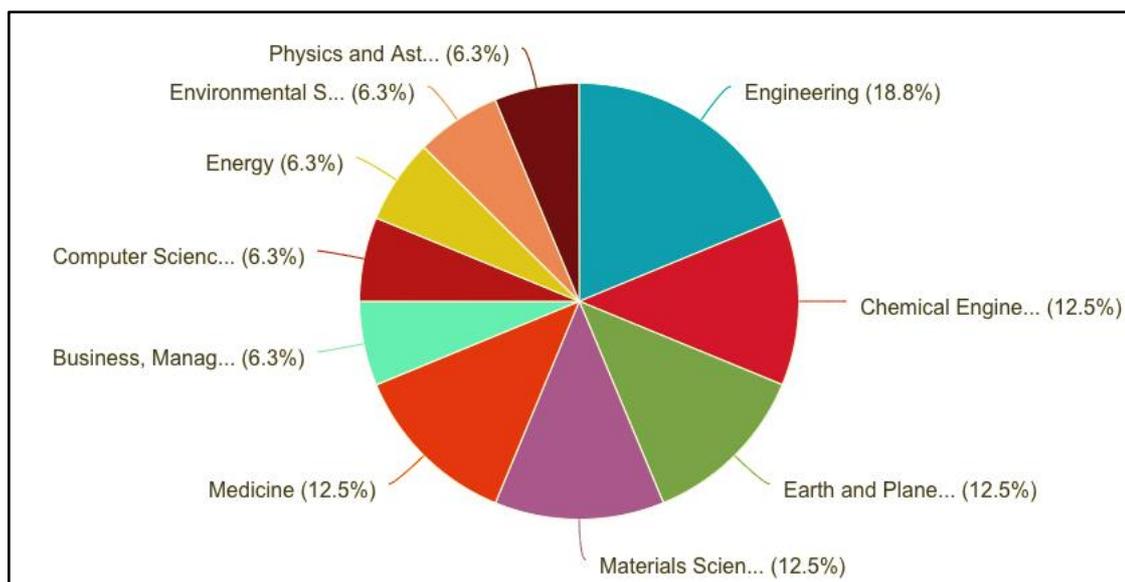
Figura 3B - Número de citações ao longo do tempo



Fonte: *Scopus*<sup>®</sup>, 2021

Com relação à distribuição dos documentos por área do conhecimento mais aderentes ao tema desta pesquisa, destacam-se três (31,3%) artigos nas áreas de engenharia, 1 artigo (12,5%), na área de ciências da terra e planeta e 1 artigo (6,3%) na área de ciências ambientais (Figura 4). Em suma, dos 11 artigos apontados pelo banco de dados, a partir dos descritores selecionados, apenas cinco (49,8%) correspondem a estudos minimamente aderentes ao tema desta pesquisa.

Figura 4 - Gráfico de resultados por área de conhecimento



Fonte: *Scopus*<sup>®</sup>, 2021

As onze publicações tiveram um total de cento e vinte e oito citações sendo o trabalho mais citado, o artigo *Lead contamination in Uruguay: the "La Teja" neighborhood case*, de 2008, citado setenta e duas vezes no período de 2017 a 2021, trazendo as palavras chaves como *lead level*, *lead exposure*, *blood lead level*, *lead contamination* e *lead pollution*. O Quadro 4 mostra o número de citações, dos cinco trabalhos mais citados, sendo que os outros seis não tiveram citações.

Quadro 4 - Publicações mais citadas no intervalo de 2017 a 2021

Titulo do trabalho - Autores - Ano	2017	2018	2019	2020	2021	Total
<b>Lead contamination in Uruguay: the "La Teja" neighborhood case</b> Manay N., Cousillas A.Z., Alvarez C., Heller T 2008	51	5	8	6	2	72
<b>Spontaneous abortions in an industrialized community in Finland</b> Hemminki K., Kyyronen P., Niemi M.L. 1983	28	2	0	0	0	30
<b>Recent developments in cokemaking technologies in Japan.</b> Nomura S. 2017	2	4	8	6	3	23
<b>Environmental Problems and the State of Compliance with the Right to a Healthy Environment in a Mining Region of México.</b> Mendezcarlo Silva V. , Mendezcarlo Silva V. 1 July 2020	0	0	0	1	1	2
<b>Fault diagnosis for supporting rollers of the rotary kiln using the dynamic model and empirical mode decomposition.</b> Zheng K., Zhang Y., Zhao C., Li T. 2016	1	0	0	0	0	1

Fonte: Elaborado pelo autor, 2021

#### 4.3 Análise comparativa *Web of Science*<sup>®</sup> e *Scopus*<sup>®</sup>

Comparando os Quadros 2 e 3, a fim de se buscar citações coincidentes, apenas um trabalho estava nas duas bases de dados. O artigo *Recent developments in cokemaking technologies in Japan* de Seiji Nomura de 2017, publicado no *Fuel Processing Technology Journal*, foi citado vinte e três vezes e tem como palavras-chaves *coking coal*, *coal pre-*

*treatment*, *SCOPE 21*, *coke oven repair* e *waste plastic recycling*, temas prevalentes nas problemáticas ambientais atuais.

Da análise dos resultados de ambas as plataformas, o tema diagnóstico ambiental, que foi o termo usado na busca, não aparece de forma evidente e apenas um trabalho, MORO *et al.*, 2015, correspondeu completamente aos descritores de busca, o que reforça a escassez de estudos objetivos nesta área, mostrando que há uma lacuna a ser preenchida na abordagem desse tema.

## 5 Considerações finais

A análise dos resultados da métrica aplicada, mostrou primeiramente que, em que pese a notável projeção na economia mundial do sistema produtivo metalúrgico, observa-se reduzido número de estudos especificamente sobre diagnóstico ambiental nas indústrias do setor. A leitura dos títulos e resumos aderentes ao tema deste trabalho mostrou que, além de poucos trabalhos, a maioria tratava apenas da gestão de resíduos sólidos, como os trabalhos de MORO *et al.*, 2015, JONES *et al.*, 2016, DANKERS *et al.*, 2014, PIONTEK *et al.*, 2014, MENDEZCARLO SILVA e LIZARDI-JIMÉNEZ, 2020, MAÑAY *et al.*, 2008 e NOMURA, 2017, negligenciando os demais aspectos ambientais desse ramo da produção.

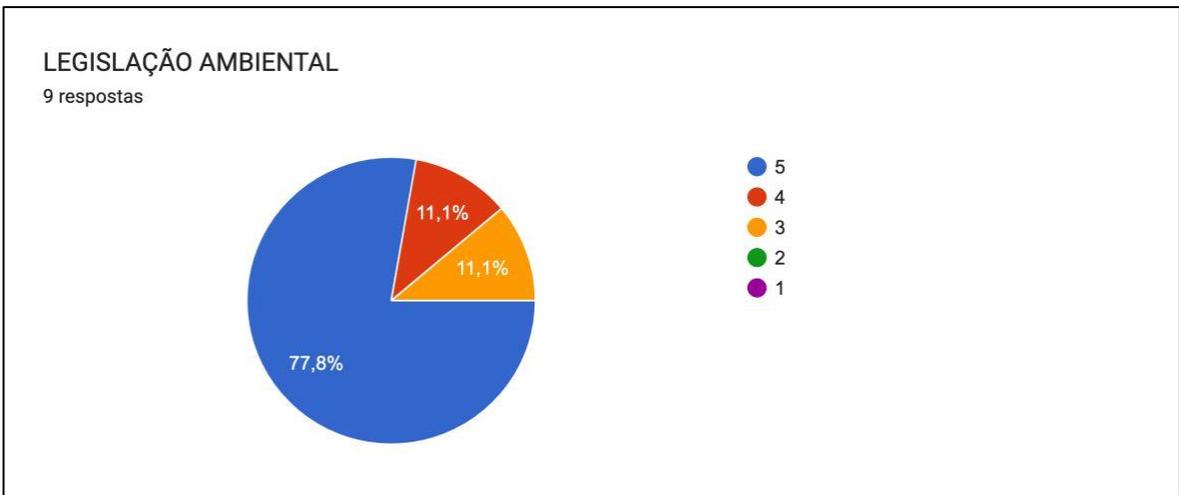
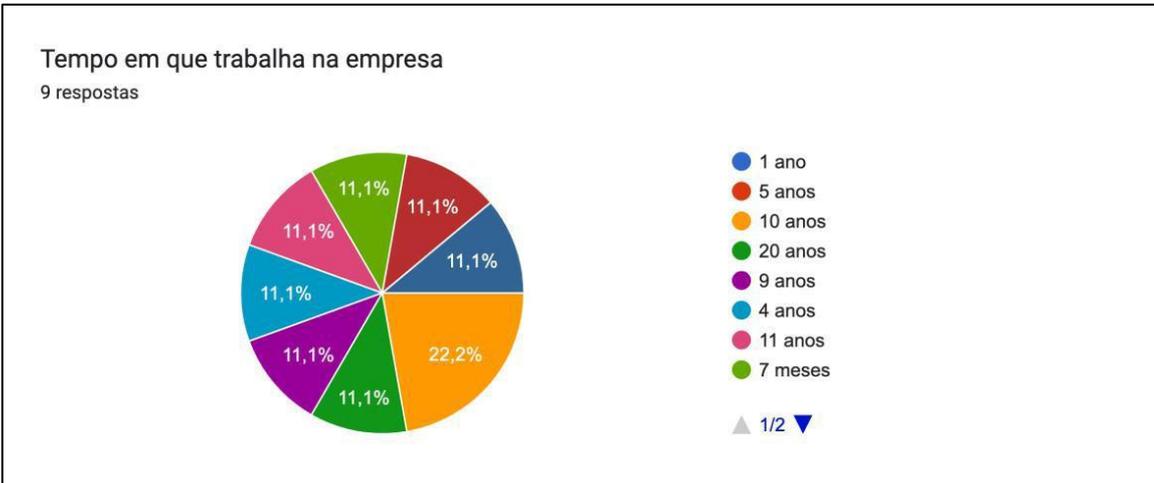
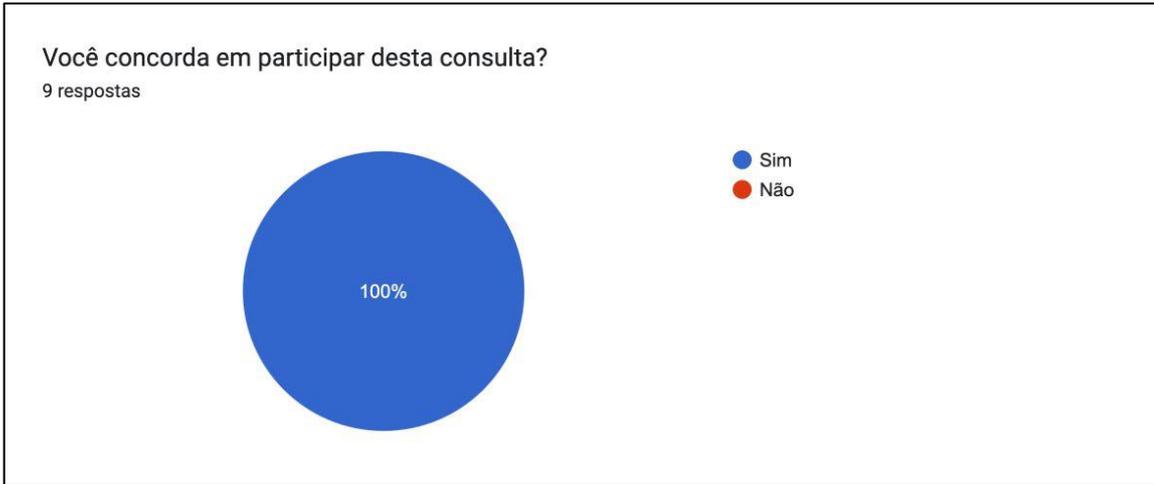
A multidisciplinariedade do tema ficou bastante evidente, corroborando a quase totalidade de estudos envolvendo os aspectos ambientais dentro dos procedimentos de gestão das organizações. O diagnóstico ambiental é o primeiro passo para a gestão da produção sustentável, não apenas no que se refere aos resíduos sólidos, mas com relação a todo o ciclo de produção. Isto se torna ainda mais premente quando se consideram alguns dos objetivos do desenvolvimento sustentável para o século 21 como a construção de infraestruturas resilientes, promoção da industrialização inclusiva e sustentável, estímulo da inovação, assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis e tomar medidas urgentes no combate as mudanças climáticas e seus impactos, para os quais as organizações têm se adequado e projetado metas a serem atingidas nos próximos 20 ou 30 anos.

## REFERÊNCIAS

- ALRYALAT, S.; MALKAWI, L.; MONAMI, S. Comparing Bibliometric Analysis Using PubMed, Scopus, and Web of Science Databases. 24 out. 2019.
- BELLINASSO, M. DE L.; SOARES, A. A.; WERNER, F. AVALIAÇÃO AMBIENTAL DOS RESÍDUOS PRODUZIDOS PELAS EMPRESAS METALÚRGICAS LOCALIZADAS NO. p. 14, 1998.
- CIRTINA, D; IONESCU, N; CIRTINA, L M. ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSEMENT RELATED TO METALLURGICAL INDUSTRY ACTIVITIES. p. 481–484, 3 fev. 2016.
- CONAMA, Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução 001, de 23 de janeiro de 1986. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res0186.html>>. Acesso em: 11 de jul. de 2021.
- DANKERS, R. et al. First look at changes in flood hazard in the Inter-Sectoral Impact Model Intercomparison Project ensemble. Proceedings of the National Academy of Sciences, v. 111, n. 9, p. 3257–3261, 4 mar. 2014.
- FERREIRA, I. M. P. Gerdau – Estratégia de Crescimento na Indústria do Aço, 2008.
- GOMES, M. F.; OLIVEIRA, W. R. A EFETIVAÇÃO DO COMPLIANCE AMBIENTAL DIANTE DA MOTIVAÇÃO DAS CERTIFICAÇÕES BRASILEIRAS. Revista de Direito da Faculdade Guanambi, v. 4, n. 01, p. 187, 13 out. 2017.
- HAAS, F. U.; TREIN, F. A. DIAGNOSIS OF ENVIRONMENTAL WASTE MANAGEMENT COMPANY. p. 10, 1 ago. 2013.
- JONES, C. D. et al. Simulating the Earth system response to negative emissions. Environmental Research Letters, v. 11, n. 9, p. 095012, 1 set. 2016.
- LANGE, L. REUTILIZAÇÃO DO RESÍDUO DE AREIA DE FUNDIÇÃO NO BRASIL E NO MUNDO O CONTEXTO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. p. 67, 2010.
- MAÑAY, N. et al. Lead Contamination in Uruguay: The “La Teja” Neighborhood Case. In: WHITACRE, D. M. (Ed.). Reviews of Environmental Contamination and Toxicology. Reviews of Environmental Contamination and Toxicology. New York, NY: Springer New York, 2008. v. 195p. 93–115.

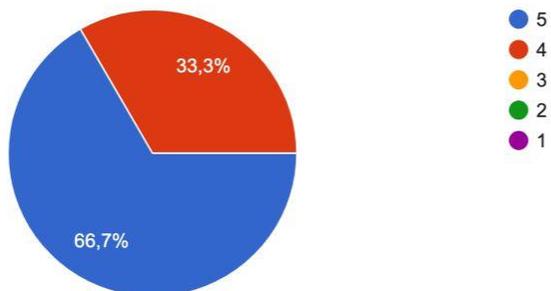
- MENDEZCARLO SILVA, V.; LIZARDI-JIMÉNEZ, M. A. Environmental Problems and the State of Compliance with the Right to a Healthy Environment in a Mining Region of México. *International Journal of Chemical Reactor Engineering*, v. 0, n. 0, 28 jan. 2020.
- MORO, P. D. et al. Diagnóstico ambiental de indústrias de fabricação de estruturas metálicas e esquadrias de metal de pequeno e médio porte. *Gestão & Produção*, v. 22, n. 1, p. 229–237, mar. 2015.
- MUÑOZ, P.; COHEN, B. Entrepreneurial Narratives in Sustainable Venturing: Beyond People, Profit, and Planet: *JOURNAL OF SMALL BUSINESS MANAGEMENT*. *Journal of Small Business Management*, v. 56, p. 154–176, mar. 2018.
- NOMURA, S. Recent developments in cokemaking technologies in Japan. *Fuel Processing Technology*, v. 159, p. 1–8, maio 2017.
- OLIVEIRA, V. A. Anuário Estatístico do Setor Metalúrgico 2020.pdf, 2 set. 2020. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/web/guest/secretarias/geologia-mineracao-e-transformacao-mineral/publicacoes>>. Acesso em: 11 jul. 2020
- OROZCO-MEDINA, M. G. et al. Environmental Health Diagnosis in a Park as a Sustainability Initiative in Cities. *Sustainability*, v. 12, n. 16, p. 6436, 10 ago. 2020.
- PIONTEK, F. et al. Multisectoral climate impact hotspots in a warming world. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 111, n. 9, p. 3233–3238, 4 mar. 2014.
- SILVA, J. A. DA. BIBLIO: UM SISTEMA DE ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA PARA PROSPECÇÕES TECNOLÓGICAS. Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, nov. 2019.
- VANZ, S. A. DE S.; CAREGNATO, S. E. Estudos de Citação: uma ferramenta para entender a comunicação científica. p. 13, 2003.

A.2 Eficiência ambiental Höganäs avaliada pela ferramenta SBP – ETAPA 1

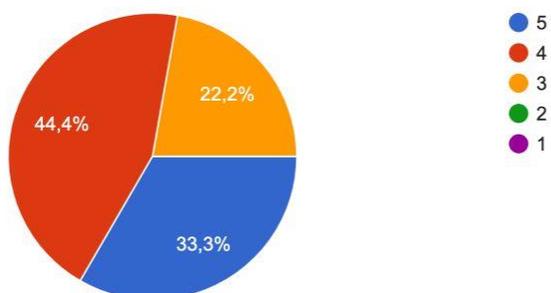


**RESÍDUOS SÓLIDOS**

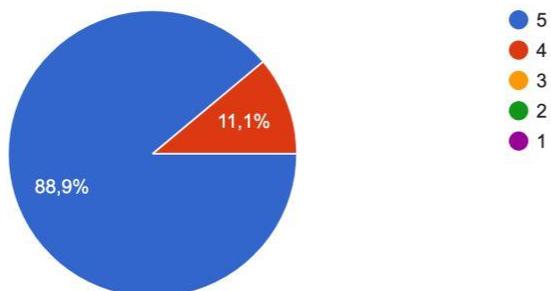
9 respostas

**ENERGIA**

9 respostas

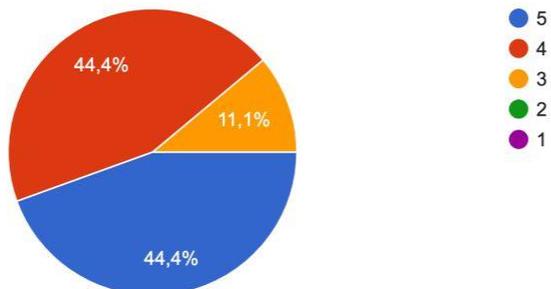
**ÁGUA**

9 respostas

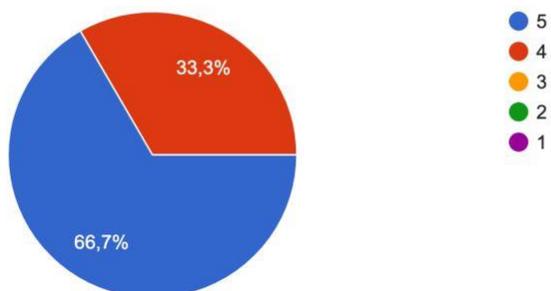


**COMUNICAÇÃO AMBIENTAL**

9 respostas

**EMISSÕES ATMOSFÉRICAS**

9 respostas



# Eficiência ambiental Höganäs avaliada pela ferramenta SBP - ETAPA 1

Submeteremos à equipe participante uma consulta a respeito da percepção de importância de cada membro, a respeito de 5 construtos (ou aspectos) que determinamos previamente. A partir destas respostas daremos seguimento com a segunda etapa da pesquisa.

**\*Obrigatório**

1. Você concorda em participar desta consulta? \*

*Marcar apenas uma oval.*

Sim

Não

Observações

- Todas as informações coletadas neste questionário possuem tratamentos sigilosos

- Com o intuito de não haver interferências estatísticas nos resultados, os pesquisadores pedem discricção aos colaboradores que responderão a este questionário.

2. Nome completo \*

---

3. Cargo que ocupa na empresa \*

---

26/01/2023 16:56

Eficiência ambiental Hóganäs avaliada pela ferramenta SBP - ETAPA 1

## 4. Tempo em que trabalha na empresa \*

*Marcar apenas uma oval.*

- 1 ano
- 5 anos
- 10 anos
- Outro: \_\_\_\_\_

## Instruções

- Em nível de hierarquia, pontue através do quadro abaixo a pergunta a seguir.

Hierarquicamente, quais notas você atribuiria, relativo a importância, a cada um destes itens?

Construto	Pontuação
Primeiro mais importante	5
Segundo mais importante	4
Terceiro mais importante	3
Quarto mais importante	2
Menos importante	1

## 5. LEGISLAÇÃO AMBIENTAL \*

*Marcar apenas uma oval.*

- 5
- 4
- 3
- 2
- 1

26/01/2023 16:56

Eficiência ambiental Hóganás avaliada pela ferramenta SBP - ETAPA 1

## 6. RESÍDUOS SÓLIDOS \*

*Marcar apenas uma oval.*

- 5  
 4  
 3  
 2  
 1

## 7. ENERGIA \*

*Marcar apenas uma oval.*

- 5  
 4  
 3  
 2  
 1

## 8. ÁGUA \*

*Marcar apenas uma oval.*

- 5  
 4  
 3  
 2  
 1

26/01/2023 16:56

Eficiência ambiental Hóganäs avaliada pela ferramenta SBP - ETAPA 1

## 9. COMUNICAÇÃO AMBIENTAL \*

*Marcar apenas uma oval.*

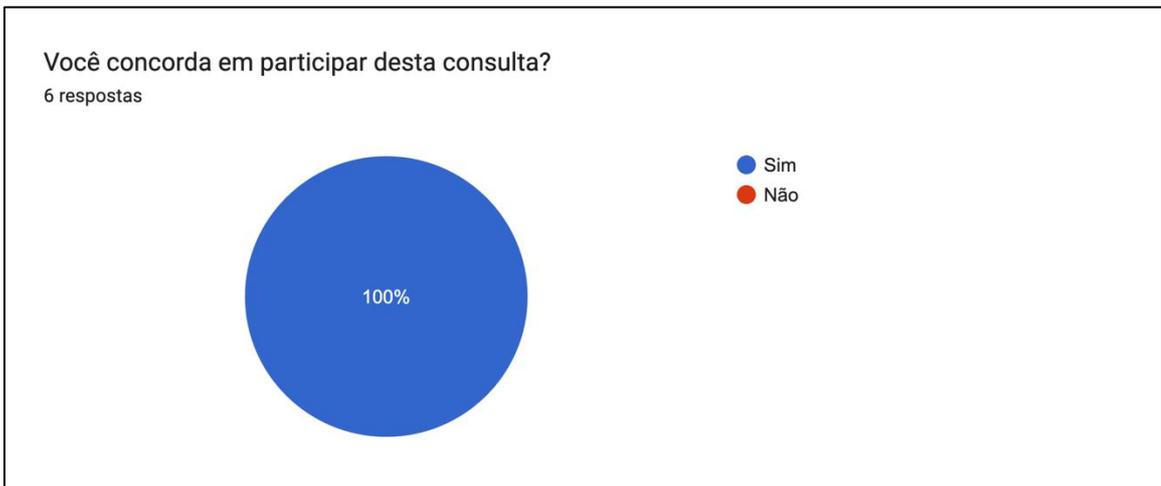
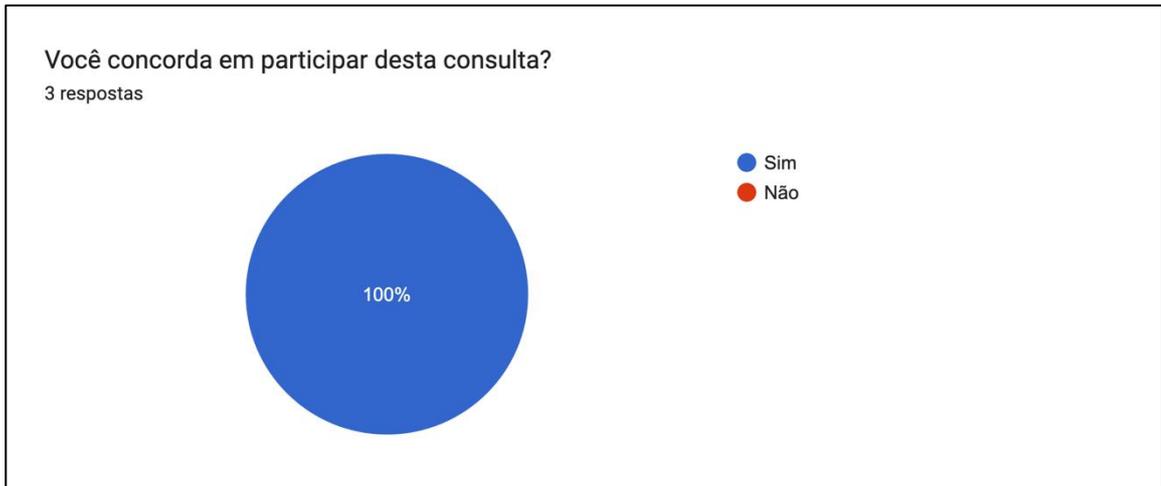
- 5
- 4
- 3
- 2
- 1

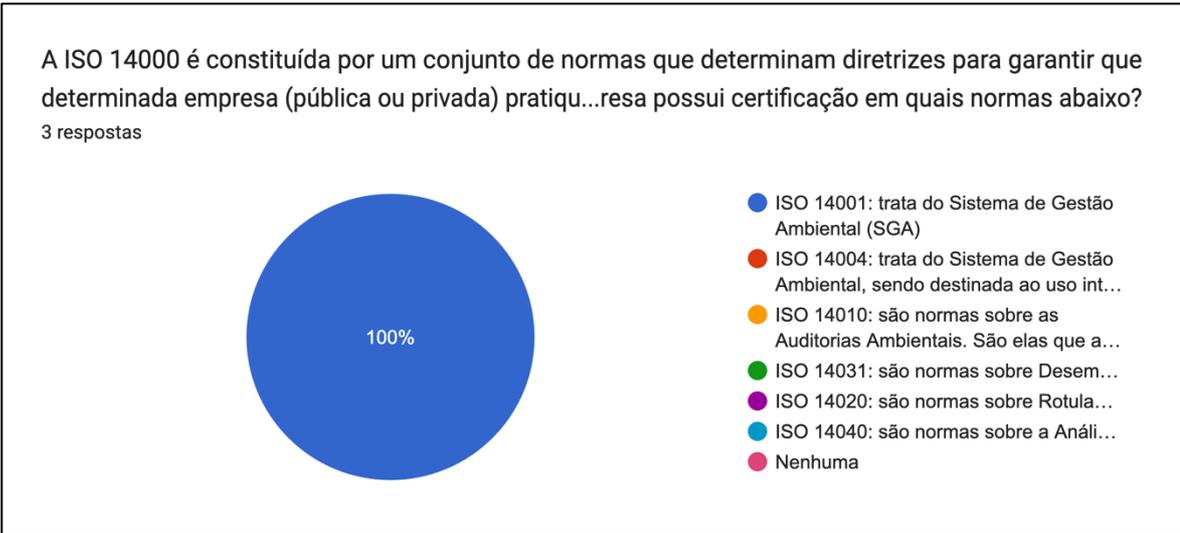
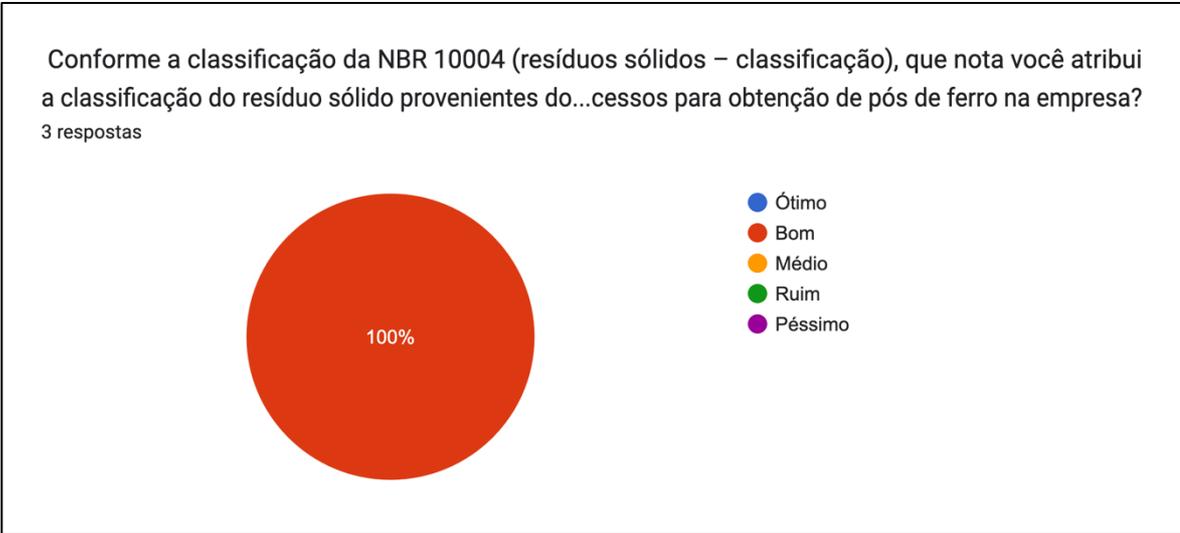
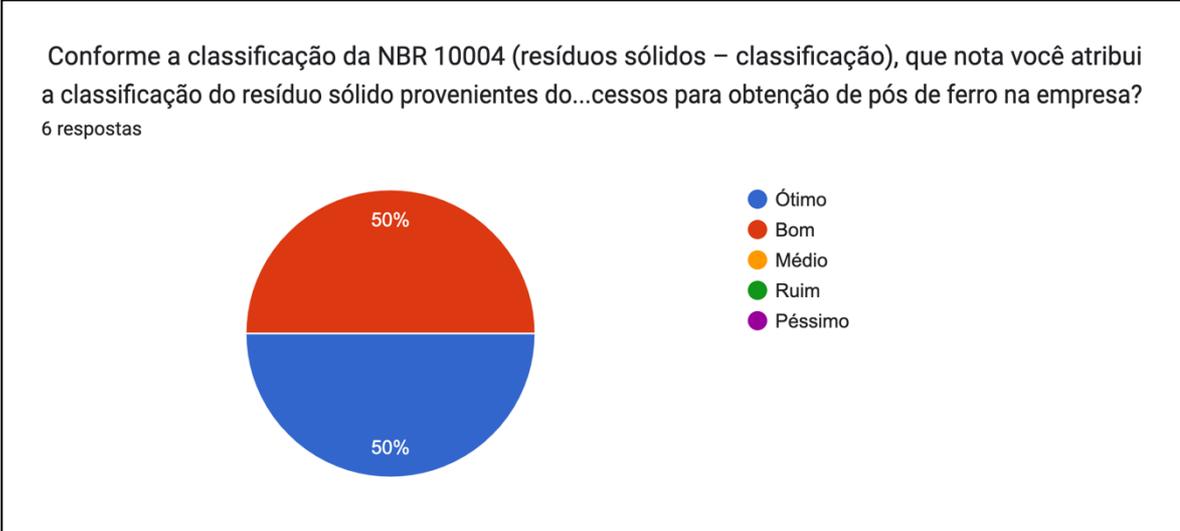
## 10. EMISSÕES ATMOSFÉRICAS \*

*Marcar apenas uma oval.*

- 5
- 4
- 3
- 2
- 1

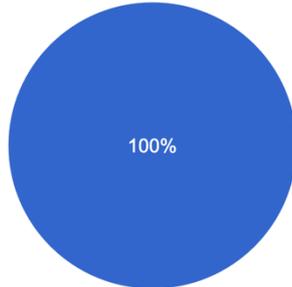
### A.3 Questionário de atribuição de indicadores a cada construto – ETAPA 2





A ISO 14000 é constituída por um conjunto de normas que determinam diretrizes para garantir que determinada empresa (pública ou privada) pratiqu...resa possui certificação em quais normas abaixo?

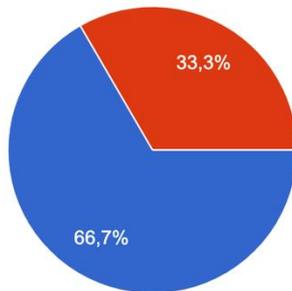
6 respostas



- ISO 14001: trata do Sistema de Gestão Ambiental (SGA)
- ISO 14004: trata do Sistema de Gestão Ambiental, sendo destinada ao uso int...
- ISO 14010: são normas sobre as Auditorias Ambientais. São elas que a...
- ISO 14031: são normas sobre Desem...
- ISO 14020: são normas sobre Rotula...
- ISO 14040: são normas sobre a Análi...
- Nenhuma

Com base na resposta anterior, como você julga o item escolhido?

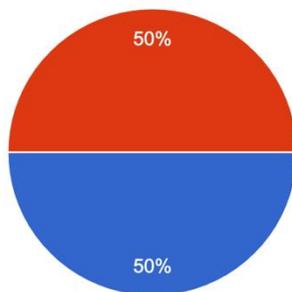
3 respostas



- Ótimo
- Bom
- Médio
- Ruim
- péssimo

Com base na resposta anterior, como você julga o item escolhido?

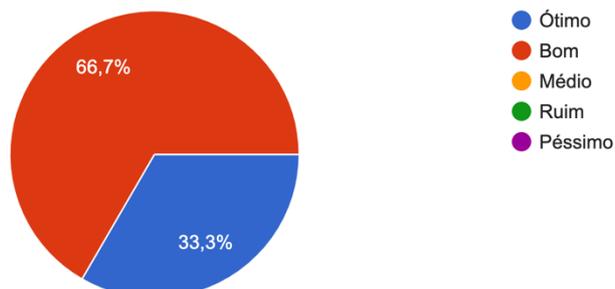
6 respostas



- Ótimo
- Bom
- Médio
- Ruim
- péssimo

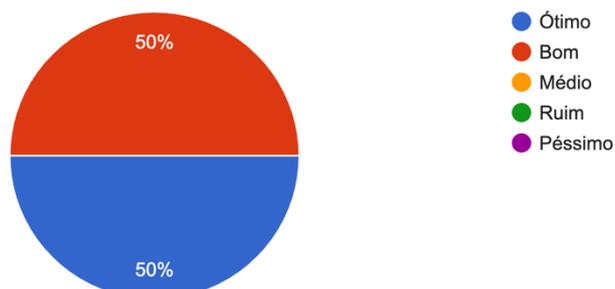
Como você define o grau de comprometimento da alta direção da empresa na disseminação da responsabilidade ambiental entre fornecedores, prestadores de serviços e clientes (internos e externos)?

3 respostas



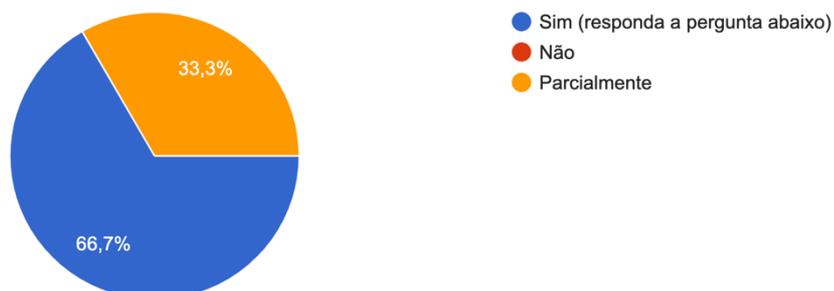
Como você define o grau de comprometimento da alta direção da empresa na disseminação da responsabilidade ambiental entre fornecedores, prestadores de serviços e clientes (internos e externos)?

6 respostas



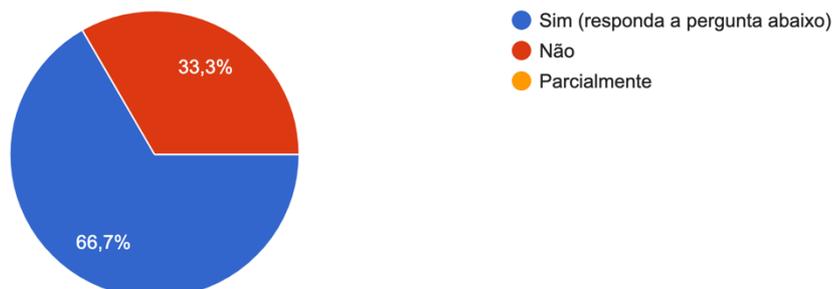
A organização possui certificação OHSAS 18001:2007 (sistemas de gestão de saúde e segurança ocupacional - requisitos)?

3 respostas



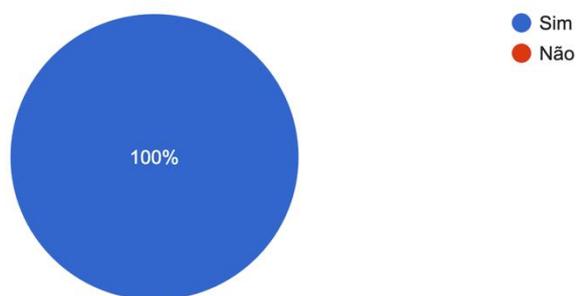
A organização possui certificação OHSAS 18001:2007 (sistemas de gestão de saúde e segurança ocupacional - requisitos)?

6 respostas



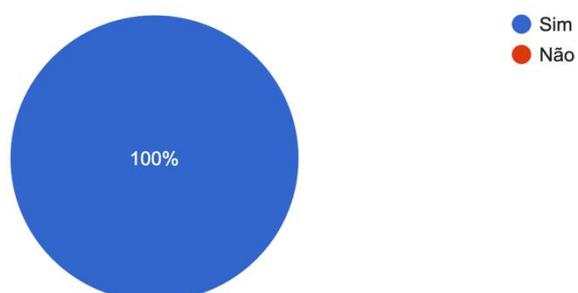
Prevê atualização para certificar-se perante a NBR ISO 45001 :2018?

3 respostas



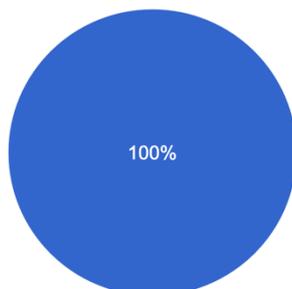
Prevê atualização para certificar-se perante a NBR ISO 45001 :2018?

5 respostas



Você considera importante a empresa ser certificada no âmbito de saúde e segurança do trabalho?

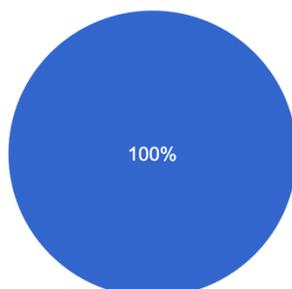
3 respostas



● Sim  
● Não  
● Parcialmente

Você considera importante a empresa ser certificada no âmbito de saúde e segurança do trabalho?

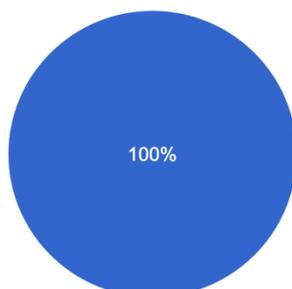
6 respostas



● Sim  
● Não  
● Parcialmente

A empresa realiza o gerenciamento de riscos ocupacionais diante dos pilares: antecipação, reconhecimento, avaliação e controle?

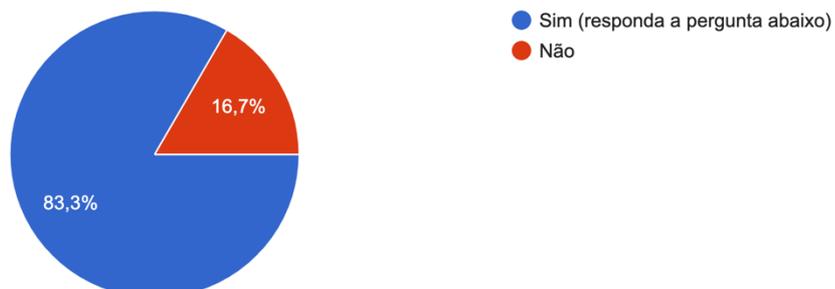
3 respostas



● Sim (resposta a pergunta abaixo)  
● Não

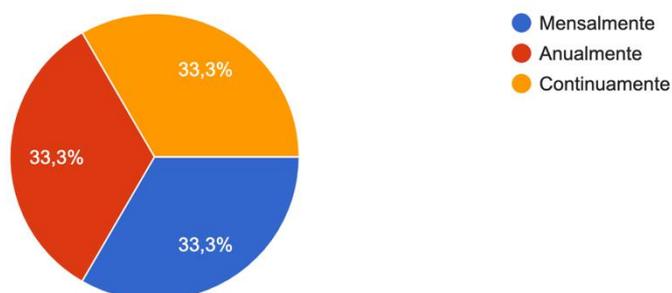
A empresa realiza o gerenciamento de riscos ocupacionais diante dos pilares: antecipação, reconhecimento, avaliação e controle?

6 respostas



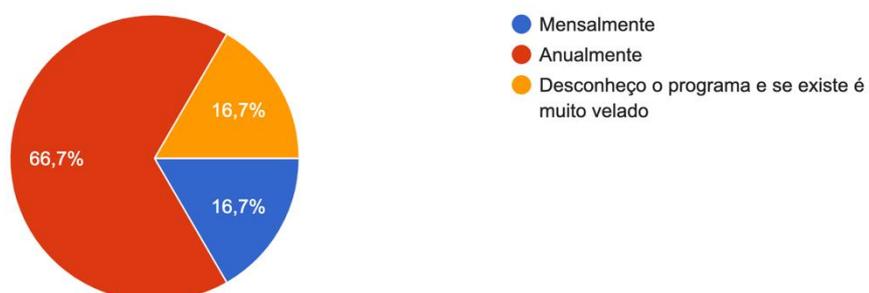
Qual a periodicidade?

3 respostas



Qual a periodicidade?

6 respostas



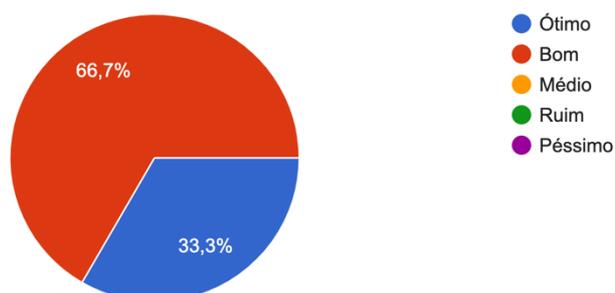
A NR01 (Disposições gerais e gerenciamento de riscos ocupacionais) exige que o PGR (programa de gerenciamento de riscos) contenha, no mínimo...ação. A empresa disponibiliza estes documentos?  
3 respostas



A NR01 (Disposições gerais e gerenciamento de riscos ocupacionais) exige que o PGR (programa de gerenciamento de riscos) contenha, no mínimo...ação. A empresa disponibiliza estes documentos?  
6 respostas

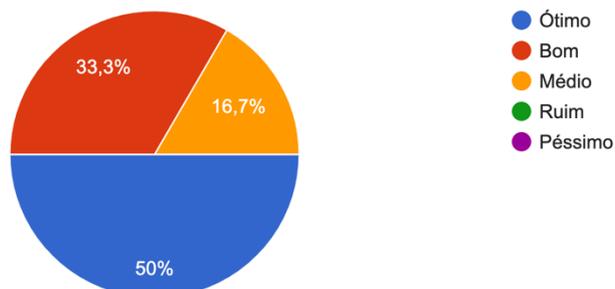


Como você avalia o desempenho da organização em SST (Segurança e Saúde do trabalho) e a inserção da melhoria contínua ?  
3 respostas



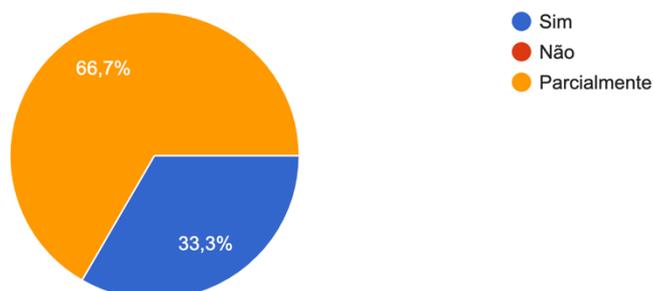
Como você avalia o desempenho da organização em SST (Segurança e Saúde do trabalho) e a inserção da melhoria contínua ?

6 respostas



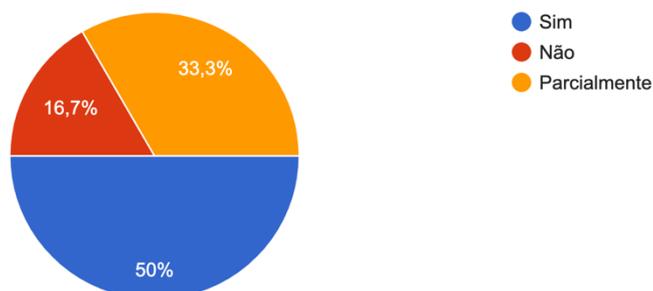
Você tem conhecimento da Lei Estadual Nº 13.577, de 08 de julho de 2009 (diretrizes e procedimentos para a proteção da qualidade do sol...taminadas, e dá outras providências correlatas)?

3 respostas



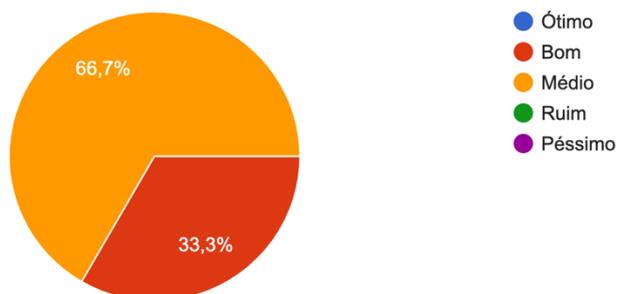
Você tem conhecimento da Lei Estadual Nº 13.577, de 08 de julho de 2009 (diretrizes e procedimentos para a proteção da qualidade do sol...taminadas, e dá outras providências correlatas)?

6 respostas



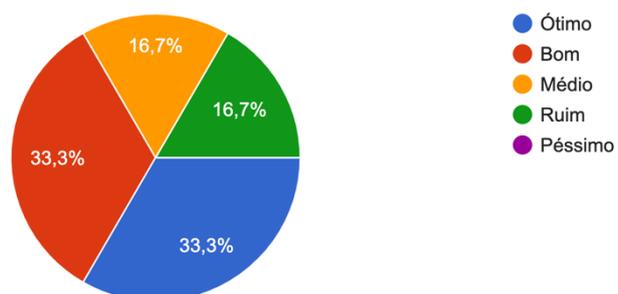
Quanto ao conhecimento da Lei Estadual N° 13.577, de 08 de julho de 2009 pela empresa, você julga como

3 respostas



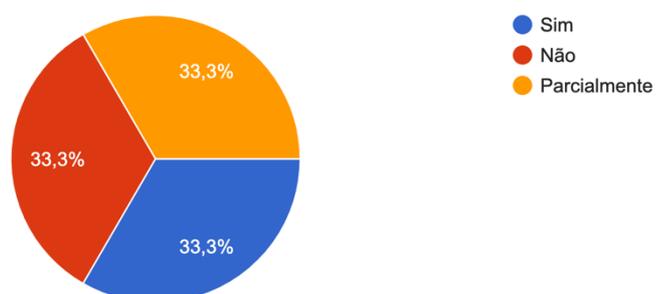
Quanto ao conhecimento da Lei Estadual N° 13.577, de 08 de julho de 2009 pela empresa, você julga como

6 respostas



CONAMA nº1 de 1986 (uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambien...ça entre aspecto ambiental e impacto ambiental?

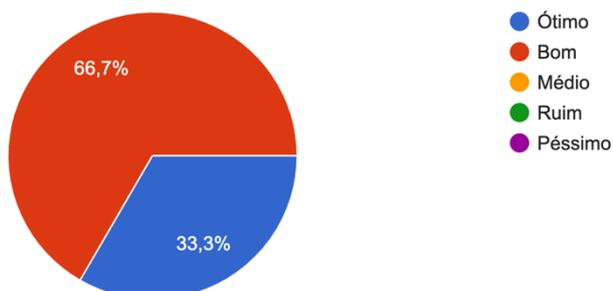
3 respostas



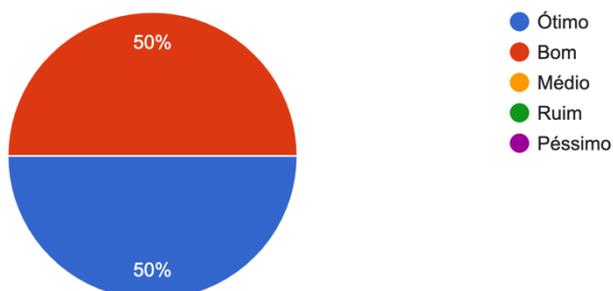
CONAMA nº1 de 1986 (uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambien...ça entre aspecto ambiental e impacto ambiental?  
6 respostas



Relativo ao CONAMA nº 1, de 23 de janeiro de 1986, como você avalia o conhecimento desta resolução pela empresa?  
3 respostas

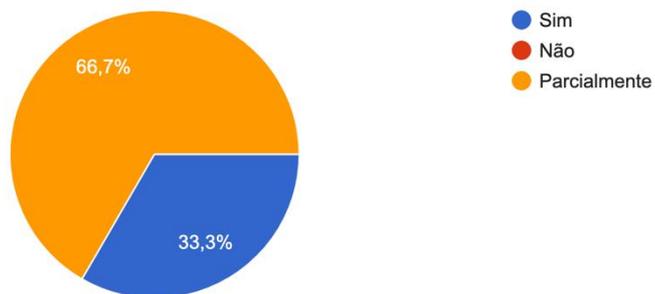


Relativo ao CONAMA nº 1, de 23 de janeiro de 1986, como você avalia o conhecimento desta resolução pela empresa?  
6 respostas



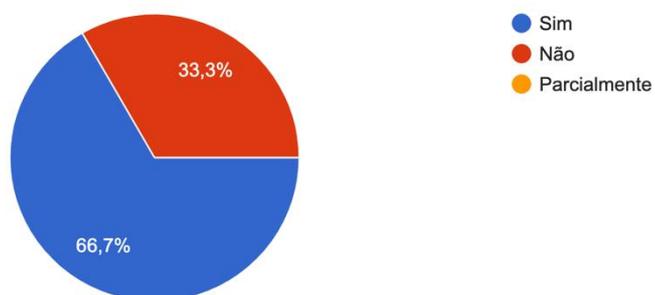
Você conhece a NR 25 (resíduos industriais)?

3 respostas



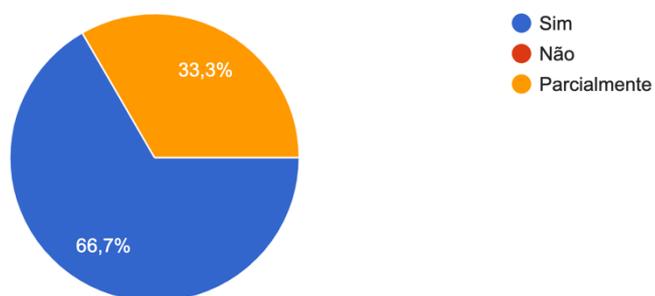
Você conhece a NR 25 (resíduos industriais)?

6 respostas



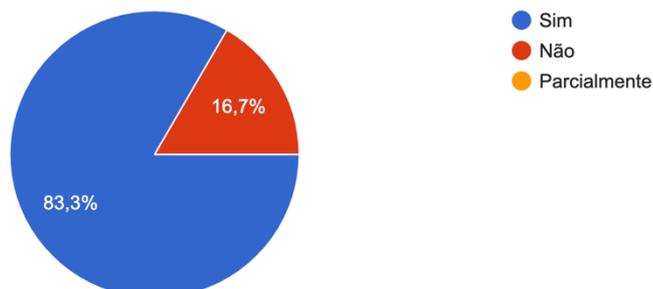
Os colaboradores envolvidos na manipulação e destinação de resíduos têm conhecimento da NR 25 (resíduos industriais) e para qual finalidade ela se aplica?

3 respostas



Os colaboradores envolvidos na manipulação e destinação de resíduos têm conhecimento da NR 25 (resíduos industriais) e para qual finalidade ela se aplica?

6 respostas



Quanto às condições perigosas dos locais em que o processo de geração dos resíduos ocorre e o de sua destinação, são reconhecidas pela equipe de segurança, saúde e meio ambiente do trabalho?

3 respostas



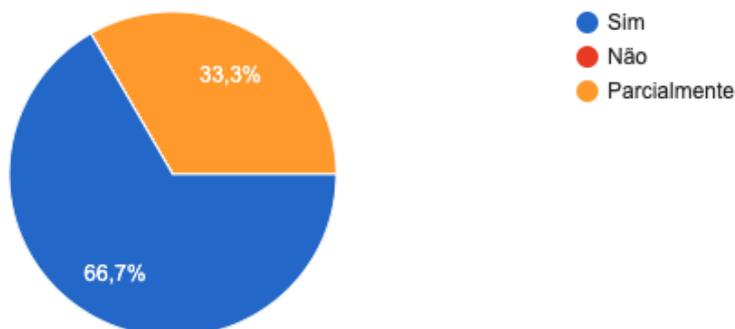
Quanto às condições perigosas dos locais em que o processo de geração dos resíduos ocorre e o de sua destinação, são reconhecidas pela equipe de segurança, saúde e meio ambiente do trabalho?

6 respostas



A norma diz que os trabalhadores envolvidos em atividades de coleta, manipulação, acondicionamento, armazenamento, transporte, tratamento e disposição de resíduos devem ser capacitados pela empresa e que esta deve se dar de forma continuada e informar sobre os riscos envolvidos, as medidas de controle e eliminação adequada. Considerando esta afirmação, há um programa de treinamento e educação continuada?

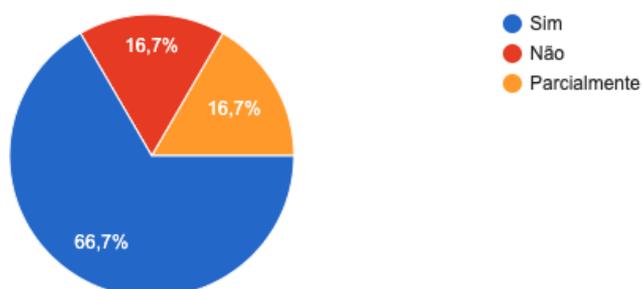
3 respostas



A norma diz que os trabalhadores envolvidos em atividades de coleta, manipulação, acondicionamento, armazenamento, transporte, tratamento e disposição de resíduos devem ser capacitados pela empresa e que esta deve se dar de forma continuada e informar sobre os riscos envolvidos, as medidas de controle e eliminação adequada. Considerando esta afirmação, há um programa de treinamento e educação continuada?

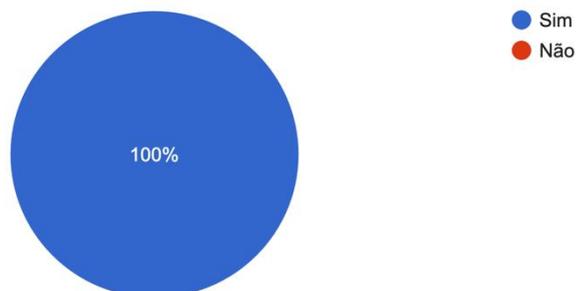
 Copiar

6 respostas



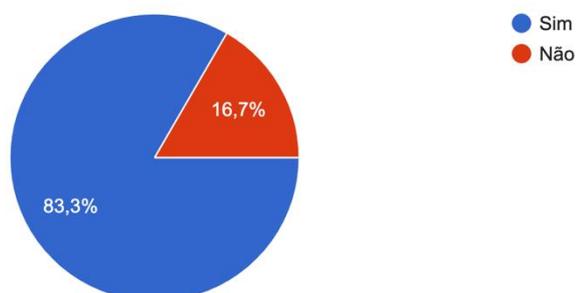
Ainda relacionada a afirmação anterior, existem documentos comprobatórios?

3 respostas



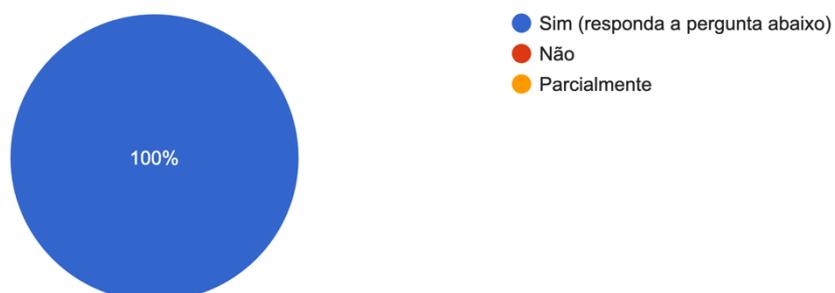
Ainda relacionada a afirmação anterior, existem documentos comprovatórios?

6 respostas



Os resíduos líquidos e sólidos produzidos por processos e operações industriais devem ser adequadamente coletados, acondicionados, armazenados e transportados. A empresa cumpre esta afirmação?

3 respostas



Os resíduos líquidos e sólidos produzidos por processos e operações industriais devem ser adequadamente coletados, acondicionados, armazenados, transportados, tratados e encaminhados a adequada disposição final pela empresa. Em cada etapa citada a empresa deve desenvolver ações de controle, de forma a evitar risco a saúde e segurança dos trabalhadores. A empresa cumpre esta afirmação?



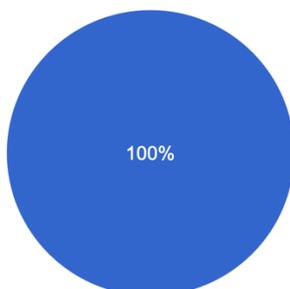
6 respostas



- Sim (responda a pergunta abaixo)
- Não
- Parcialmente

As medidas, métodos, equipamentos ou dispositivos de controle de lançamento ou liberação dos contaminantes devem ser submetidos ao exame e...competentes. A empresa cumpre esta afirmação?

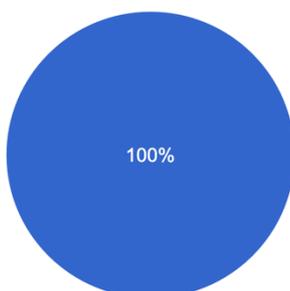
3 respostas



- Sim
- Não
- Parcialmente

As medidas, métodos, equipamentos ou dispositivos de controle de lançamento ou liberação dos contaminantes devem ser submetidos ao exame e...competentes. A empresa cumpre esta afirmação?

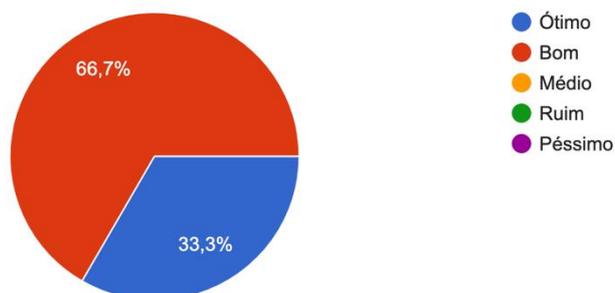
6 respostas



- Sim
- Não
- Parcialmente

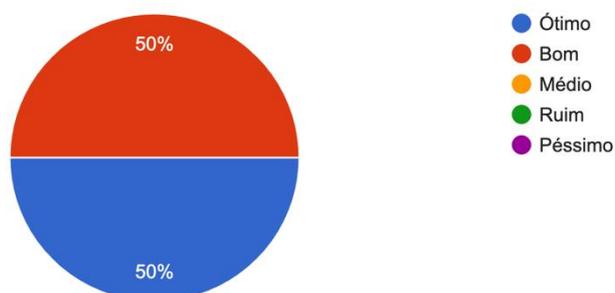
Como você julga o estabelecimento desta norma - NR 25 (resíduos industriais) na empresa?

3 respostas



Como você julga o estabelecimento desta norma - NR 25 (resíduos industriais) na empresa?

6 respostas



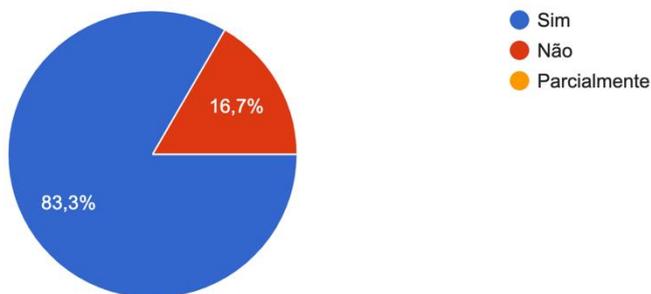
A organização entende os princípios da PNRS (Política nacional de resíduos sólidos)?

3 respostas



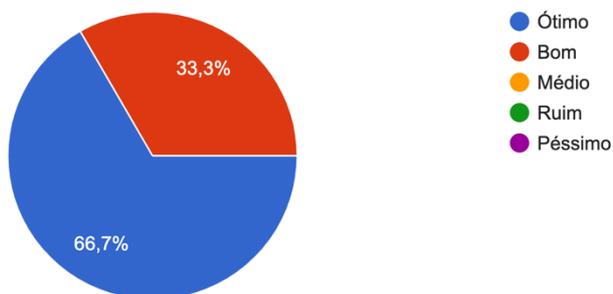
A organização entende os princípios da PNRS (Política nacional de resíduos sólidos)?

6 respostas



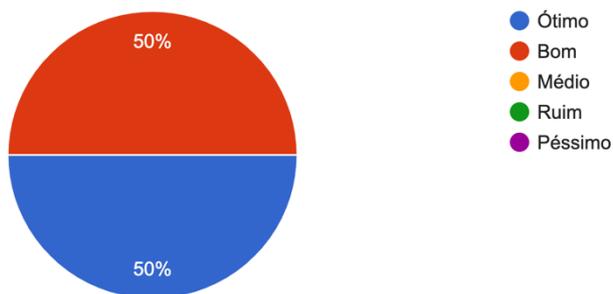
Que nota você atribui ao conhecimento da empresa a LEI N° 12.305 (Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos)?

3 respostas



Que nota você atribui ao conhecimento da empresa a LEI N° 12.305 (Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos)?

6 respostas



A empresa terceirizada responsável por transportar os resíduos sólidos da Höganäs segue a NBR 13221?

3 respostas



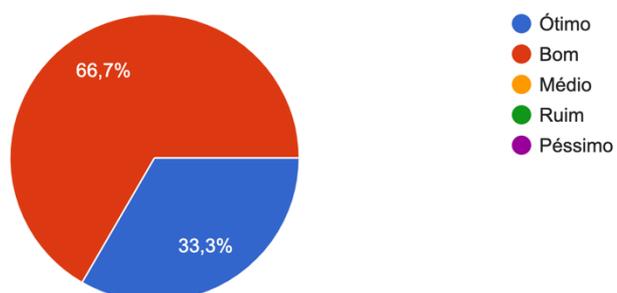
A empresa terceirizada responsável por transportar os resíduos sólidos da Höganäs segue a NBR 13221?

6 respostas



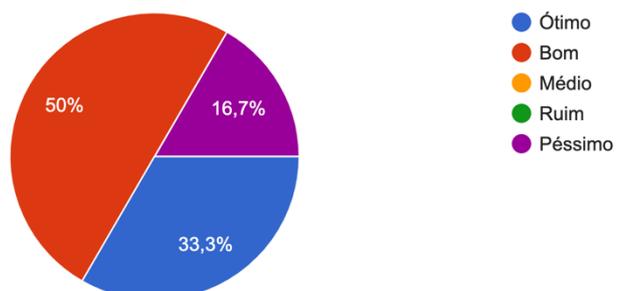
Que nota você atribui ao conhecimento da empresa sobre a NBR 13221 (Transporte terrestre de resíduos)?

3 respostas



Que nota você atribui ao conhecimento da empresa sobre a NBR 13221 (Transporte terrestre de resíduos)?

6 respostas



A empresa possui conhecimento desta portaria?

3 respostas



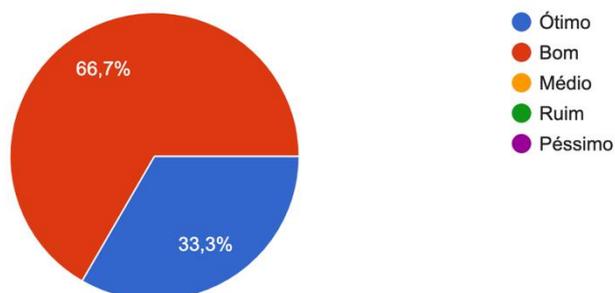
A empresa possui conhecimento desta portaria?

6 respostas



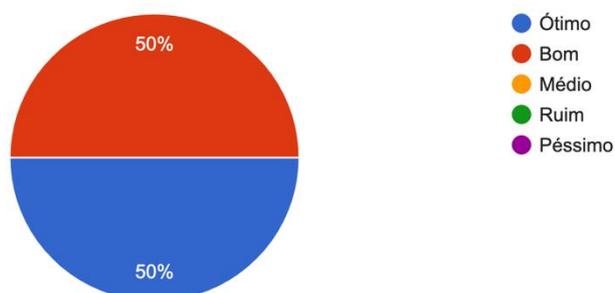
Que nota você atribui ao conhecimento da empresa sobre a Portaria Nº280 de 2020?

3 respostas



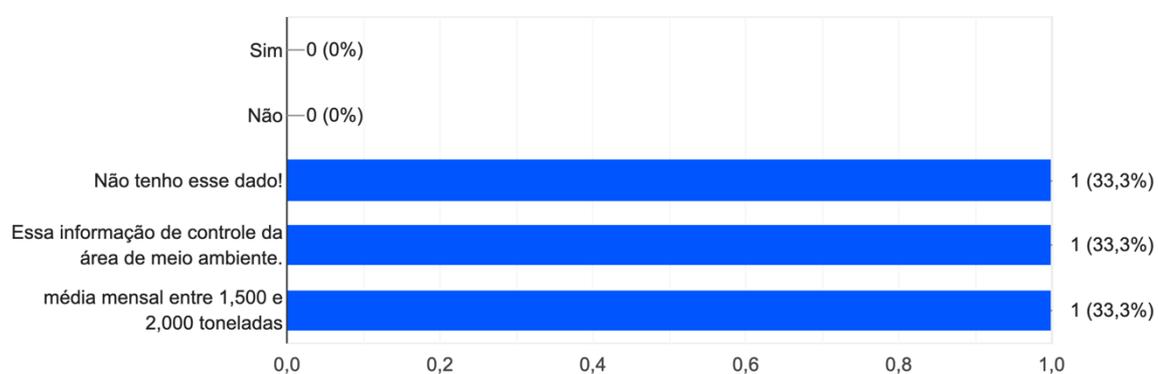
Que nota você atribui ao conhecimento da empresa sobre a Portaria Nº280 de 2020?

6 respostas

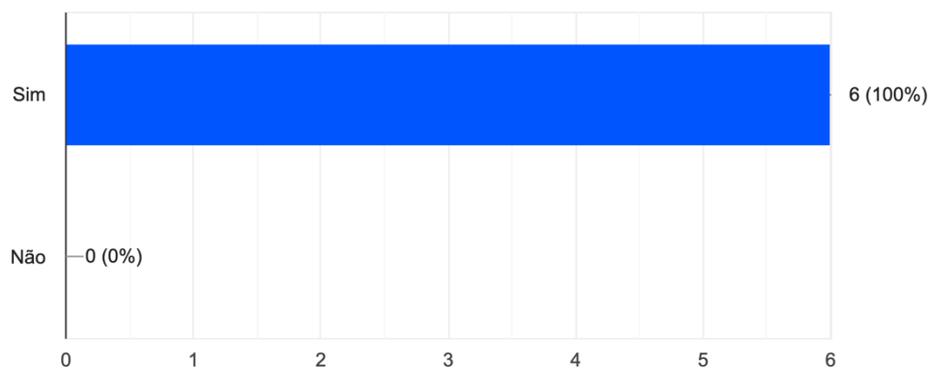


Cada ciclo do preparo do pó de ferro, envolve diferentes condições de preparo e matérias primas, respeitando as especificações do comprador. De ...quidos e gasosos gerados no processo adequado?

3 respostas



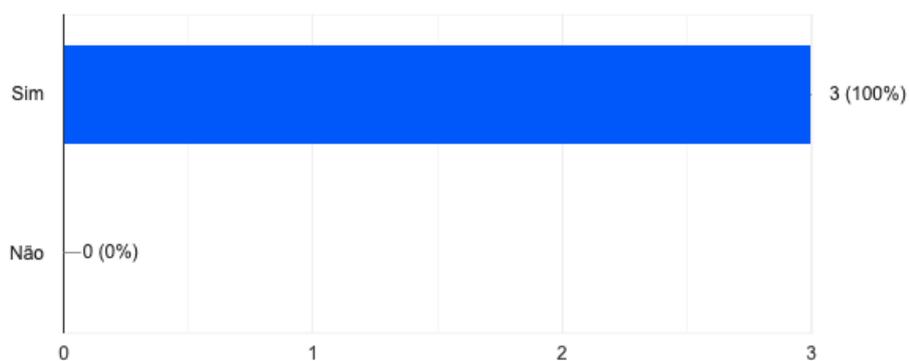
Cada ciclo do preparo do pó de ferro, envolve diferentes condições de preparo e matérias primas, respeitando as especificações do comprador. De ...quidos e gasosos gerados no processo adequado?  
6 respostas



Cada ciclo do preparo do pó de ferro, envolve diferentes condições de preparo e matérias primas, respeitando as especificações do comprador. De modo geral, em um mês de operação, você considera o volume de resíduos sólidos, líquidos e gasosos gerados no processo adequado?

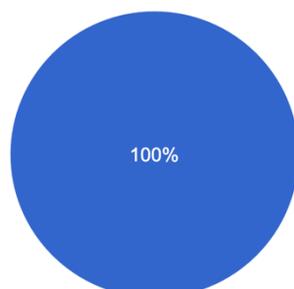
 Copiar

3 respostas



Houve uma evolução quanto aos investimentos da organização no tratamento de resíduos gerados pelo processo de obtenção de pós metálicos?

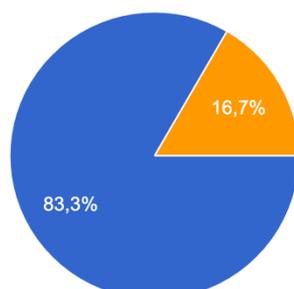
3 respostas



- Sim (responda a pergunta abaixo)
- Não
- Parcialmente

Houve uma evolução quanto aos investimentos da organização no tratamento de resíduos gerados pelo processo de obtenção de pós metálicos?

6 respostas



- Sim (responda a pergunta abaixo)
- Não
- Parcialmente

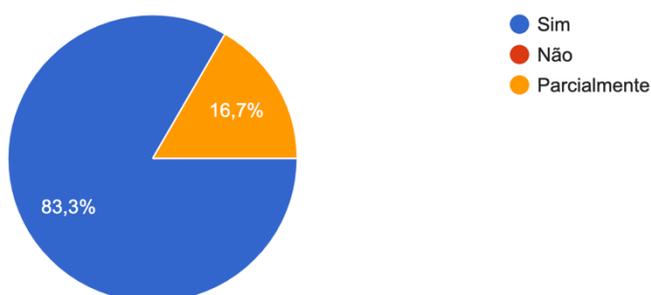
A Resolução CONAMA 313 de 2002, considera o Inventário Nacional de resíduos Sólidos como parte do licenciamento ambiental. A Höganäs enquadra-se no anexo V (fabricação de produtos de metal, excluindo máquinas e equipamentos) do artigo 4. Os modelos de formulários encontrado na Resolução foram devidamente preenchidos e compartilhados com os órgãos ambientais competentes?

3 respostas



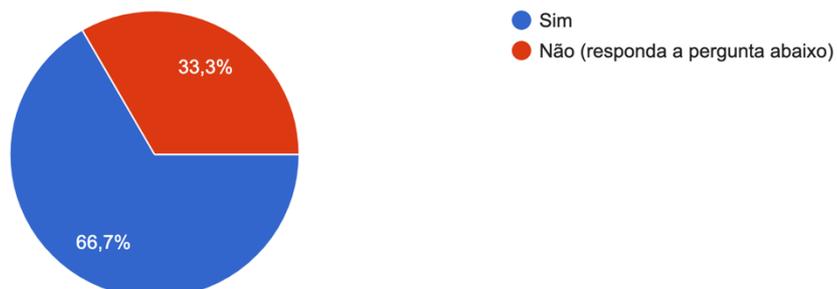
A Resolução CONAMA 313 de 2002, considera o Inventário Nacional de resíduos Sólidos como parte do licenciamento ambiental. A Höganäs enq...tilhados com os órgãos ambientais competentes?

6 respostas



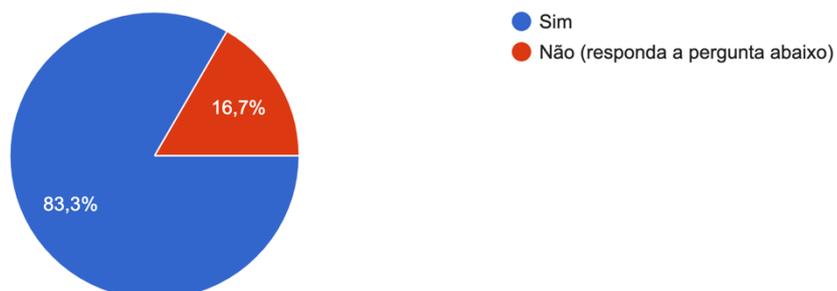
Fazendo um paralelo com a matriz da empresa, o atendimento a legislação ambiental de resíduos sólidos é semelhante ao da filial brasileira?

3 respostas



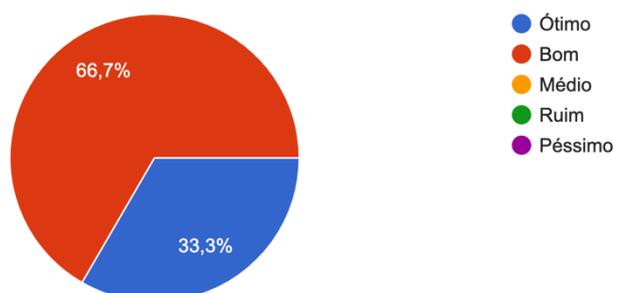
Fazendo um paralelo com a matriz da empresa, o atendimento a legislação ambiental de resíduos sólidos é semelhante ao da filial brasileira?

6 respostas



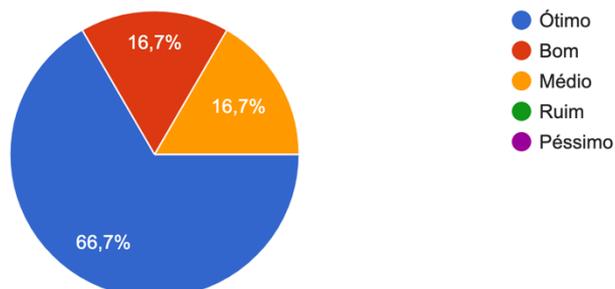
Como você avalia a percepção do investimento da empresa ao tratar resíduos proveniente do processo de obtenção de pós de ferro

3 respostas



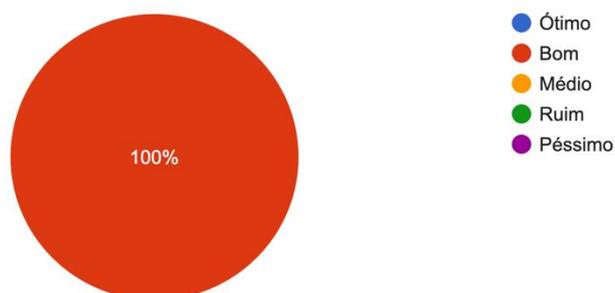
Como você avalia a percepção do investimento da empresa ao tratar resíduos proveniente do processo de obtenção de pós de ferro

6 respostas



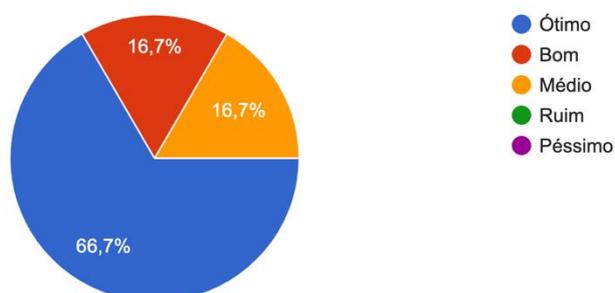
Como você avalia a importância do tratamento de resíduos sólidos na empresa?

3 respostas



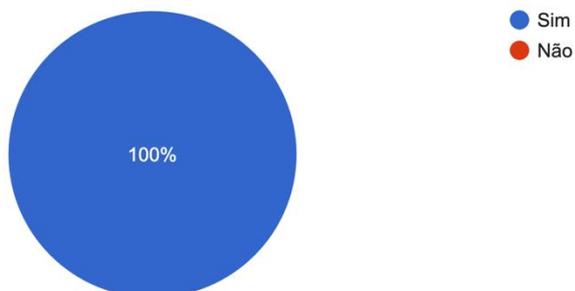
Como você avalia a importância do tratamento de resíduos sólidos na empresa?

6 respostas



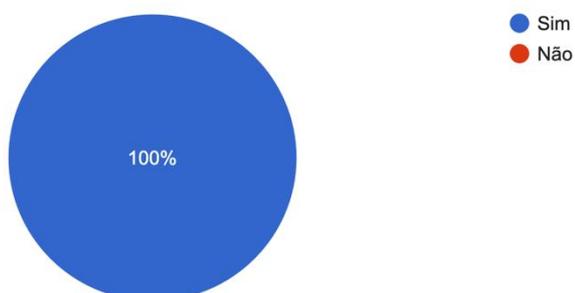
Há alguma ação em direção a redução de consumo ou troca de matriz energética?

3 respostas



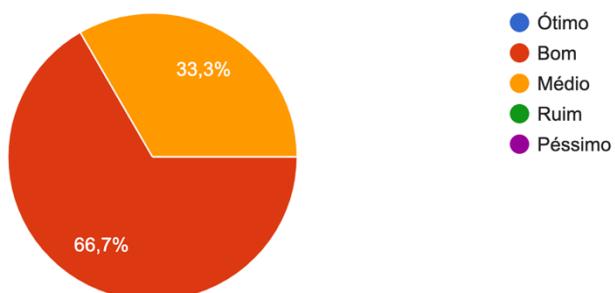
Há alguma ação em direção a redução de consumo ou troca de matriz energética?

6 respostas



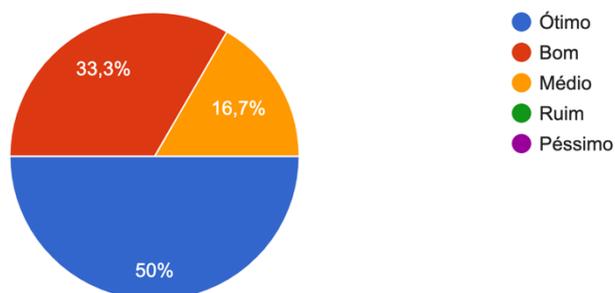
Como você avalia o consumo energético do processo de obtenção de pós metálicos na empresa?

3 respostas



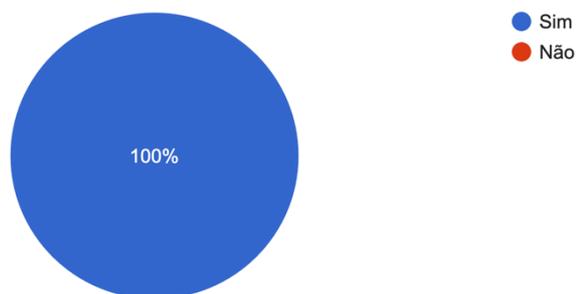
Como você avalia o consumo energético do processo de obtenção de pós metálicos na empresa?

6 respostas



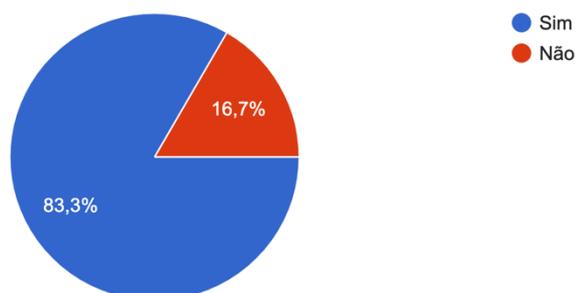
Você considera racional o consumo e a utilização deste recurso nos processos industriais da empresa?

3 respostas



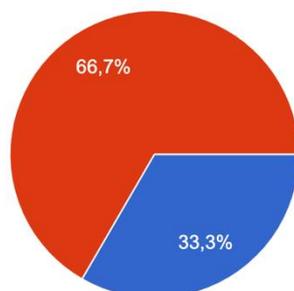
Você considera racional o consumo e a utilização deste recurso nos processos industriais da empresa?

6 respostas



Você considera que haja desperdícios de água?

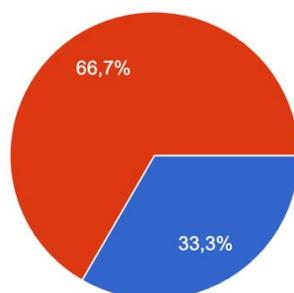
3 respostas



- Sim (responda a pergunta abaixo)
- Não

Você considera que haja desperdícios de água?

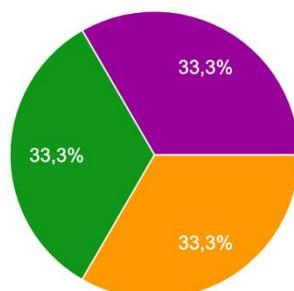
6 respostas



- Sim (responda a pergunta abaixo)
- Não

Em qual setor?

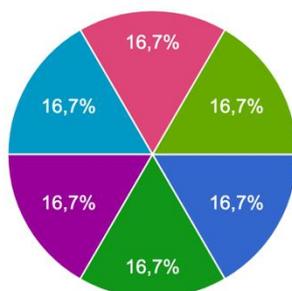
3 respostas



- Processamento
- Limpeza e higienização
- Abastecimento
- Não há desperdício.
- Atualmente desconheço fonte de desperdício

## Em qual setor?

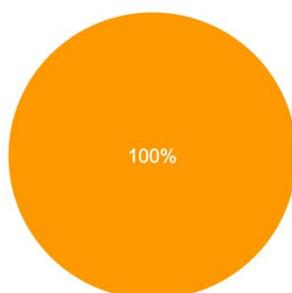
6 respostas



- Processamento
- Limpeza e higienização
- Abastecimento
- Secagem e atomização ha muita perda de eficiencia por evaporação ou sujeira
- Não há.
- NA
- Não considero.
- Temos oportunidades de melhoria em algumas áreas, estamos realizando o...

## Existe tratamento de efluentes na planta industrial da empresa?

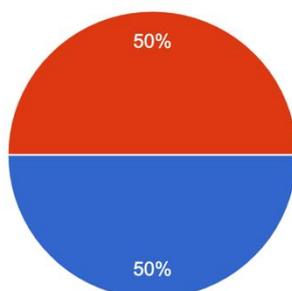
3 respostas



- Sim (responda a pergunta abaixo)
- Não
- Sim

## Existe tratamento de efluentes na planta industrial da empresa?

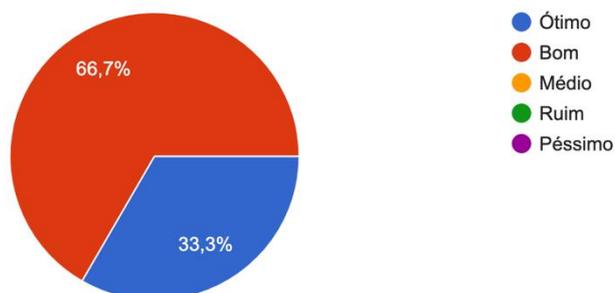
6 respostas



- Sim (responda a pergunta abaixo)
- Não

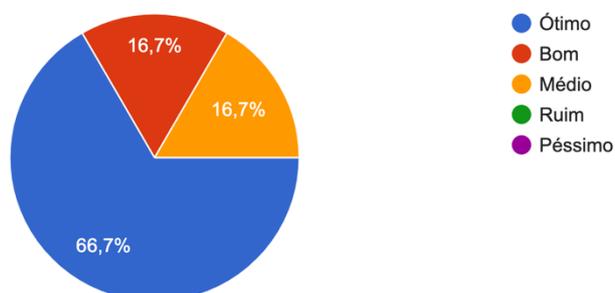
Como você avalia a utilização da água nos processos da empresa e no uso da unidade?

3 respostas



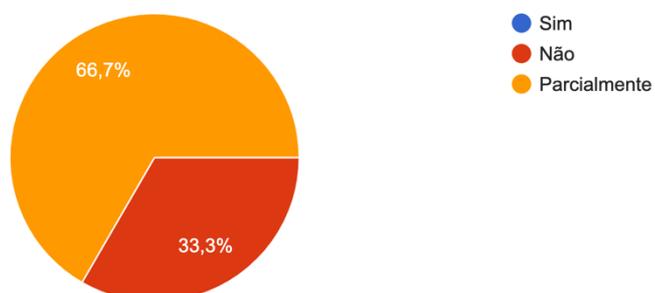
Como você avalia a utilização da água nos processos da empresa e no uso da unidade?

6 respostas



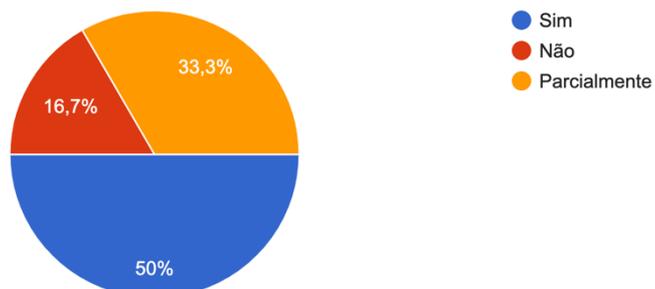
A empresa tem conhecimento do World Business Council for Sustainable Development (Conselho Empresarial Mundial para o Desenvolvimento Sustentável) (WBCSD)?

3 respostas



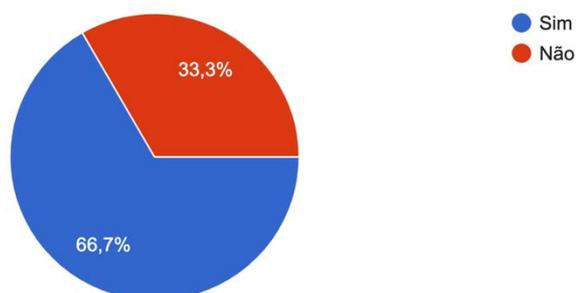
A empresa tem conhecimento do World Business Council for Sustainable Development (Conselho Empresarial Mundial para o Desenvolvimento Sustentável) (WBCSD)?

6 respostas



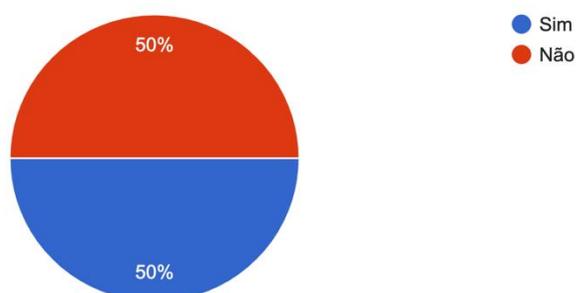
Existe o interesse da matriz em integra-lo?

3 respostas



Existe o interesse da matriz em integra-lo?

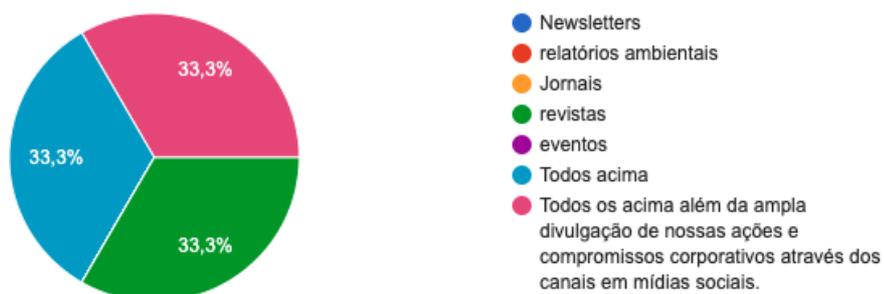
6 respostas



Como elemento chave para a competitividade em um mercado consumidor cada vez mais comprometido com as questões de ordem ambiental, a comunicação ambiental pressupõe a divulgação franca e abrangente de informações sobre a performance e os impactos ambientais de suas atividades para os stakeholders, internos e externos. Como é feita a comunicação ambiental na Höganäs?

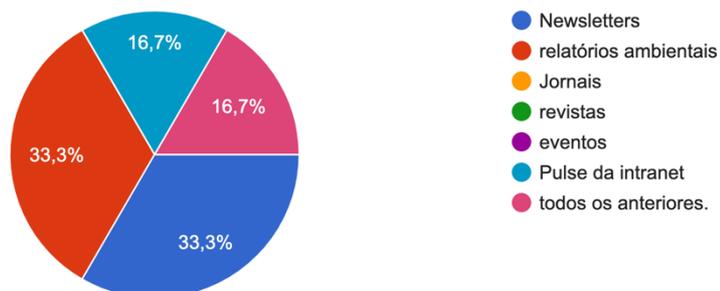


3 respostas



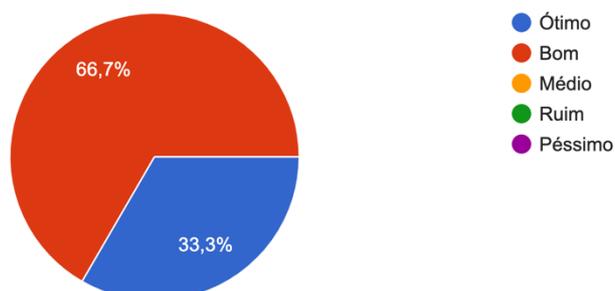
Como elemento chave para a competitividade em um mercado consumidor cada vez mais comprometido com as questões de ordem ambiental...o é feita a comunicação ambiental na Höganäs?

6 respostas



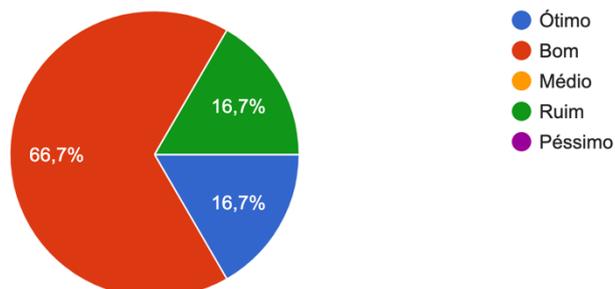
Qual a sua percepção quanto a maneira como a empresa realiza a comunicação ambiental para com a sociedade e seus stakeholders?

3 respostas



Qual a sua percepção quanto a maneira como a empresa realiza a comunicação ambiental para com a sociedade e seus stakeholders?

6 respostas

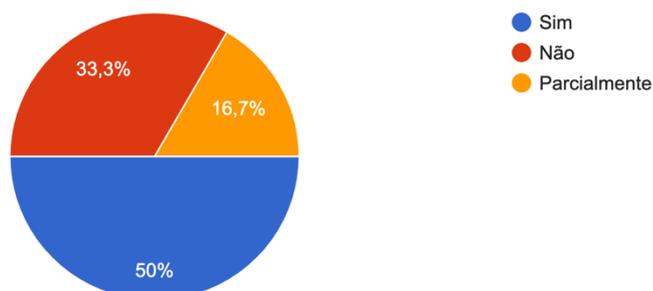


As Normas GRI (Global Reporting initiative) representam as melhores práticas globais para o relato público de diferentes impactos econômicos, ambientais e sociais. O relato de sustentabilidade com base nas Normas fornece informações sobre as contribuições positivas ou negativas de uma organização para o desenvolvimento sustentável. A empresa possui relatório GRI?

3 respostas



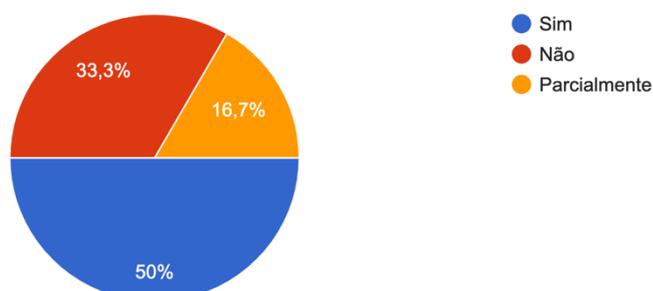
As Normas GRI (Global Reporting initiative) representam as melhores práticas globais para o relato público de diferentes impactos econômicos, ambiente...nto sustentável. A empresa possui relatório GRI?  
6 respostas



A companhia elabora relatório de sustentabilidade ou relato integrado levando em conta os objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS) segundo a ONU?  
3 respostas



A companhia elabora relatório de sustentabilidade ou relato integrado levando em conta os objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS) segundo a ONU?  
6 respostas



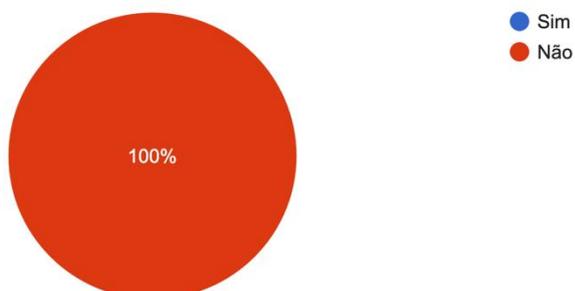
De acordo com plano de redução de emissões de fontes estacionarias (PREFE) da CETESB aprovado pela Resolução de Diretoria nº 289/14/P,...baixo. A empresa possui inventário de emissões ?  
3 respostas



De acordo com plano de redução de emissões de fontes estacionarias (PREFE) da CETESB aprovado pela Resolução de Diretoria nº 289/14/P,...baixo. A empresa possui inventário de emissões ?  
6 respostas

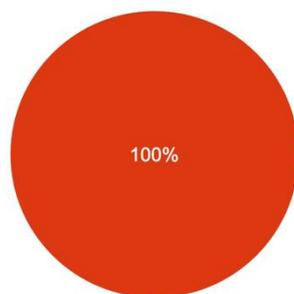


Existe algum outro gás poluente não listado?  
3 respostas



Existe algum outro gás poluente não listado?

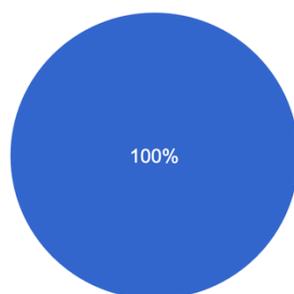
6 respostas



● Sim  
● Não

O mesmo documento, atribui as principais fontes de emissão de poluentes no processo de fundição (figura abaixo). A empresa possui inventário de emissões neste processo ?

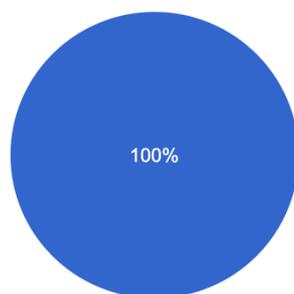
3 respostas



● Sim  
● Não  
● Parcialmente

O mesmo documento, atribui as principais fontes de emissão de poluentes no processo de fundição (figura abaixo). A empresa possui inventário de emissões neste processo ?

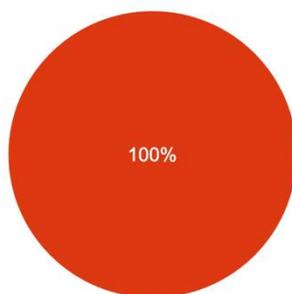
6 respostas



● Sim  
● Não  
● Parcialmente

Existe algum outro gás poluente não listado?

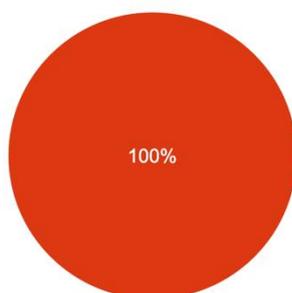
3 respostas



● Sim  
● Não

Existe algum outro gás poluente não listado?

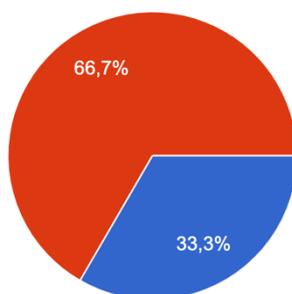
6 respostas



● Sim  
● Não

Qual a sua avaliação quanto ao plano de redução de emissões de fontes estacionarias (PREFE) da CETESB aprovado pela Resolução de Diretoria nº 289/14/P, de 08/10/2014, dentro da empresa ?

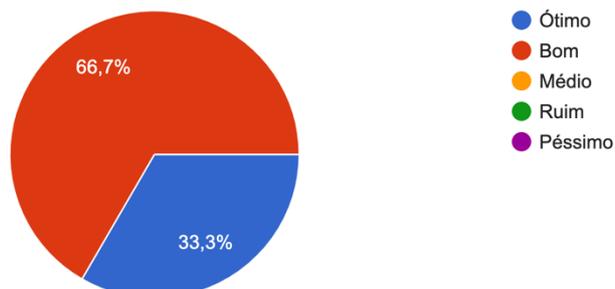
3 respostas



● Ótimo  
● Bom  
● Médio  
● Ruim  
● Péssimo

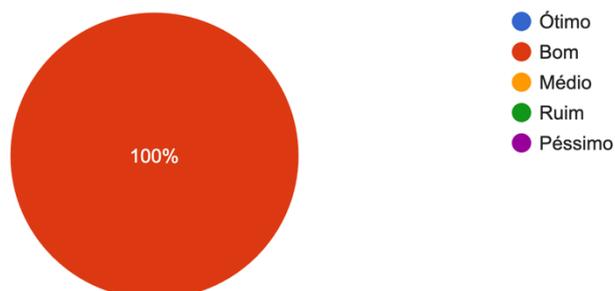
Qual a sua avaliação quanto ao plano de redução de emissões de fontes estacionarias (PREFE) da CETESB aprovado pela Resolução de Diretoria nº 289/14/P, de 08/10/2014, dentro da empresa ?

6 respostas



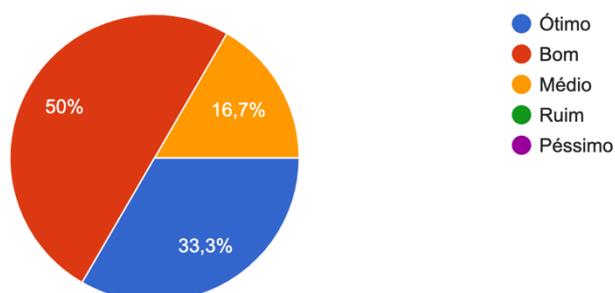
Qual a sua avaliação perante o uso da tecnologia prática disponível (MTPD), segundo o plano de redução de emissões de fontes estacionarias (PREFE) da CETESB dentro da empresa?

3 respostas



Qual a sua avaliação perante o uso da tecnologia prática disponível (MTPD), segundo o plano de redução de emissões de fontes estacionarias (PREFE) da CETESB dentro da empresa?

6 respostas



# Questionário de atribuição de indicadores a cada construto - ETAPA 2

juízo dos indicadores pelos gestores e colaboradores por questionários e escalas

## \*Obrigatório

### Observação

- É de suma importância que os mesmos participantes da ETAPA 1, respondam a ETAPA 2
- Cada seção representa um construto atribuído e avaliado proveniente da ETAPA 1
- O questionário trata de diversos assuntos, portanto, mesmo que não corresponda a área de atuação do entrevistado é de suma importância responde-lo com intuito de aferir a percepção global destes indicadores.
- É muito importante que as respostas dissertativas sejam respondidas de modo mais completo possível.

1. Você concorda em participar desta consulta? \*

Marcar apenas uma oval.

Sim

Não

2. Nome completo \*

---

3. Cargo que ocupa na empresa \*

---

### Instruções e informações

- Utilize a escala de juízo, quando necessário, para responder as perguntas;
- Quando for solicitado uma resposta dissertativa, seja o mais objetivo possível;
- Com o intuito de não haver interferências estatísticas nos resultados, pedimos aos participantes que não compartilhem e nem discutam os resultados.

Legislação ambiental | normas | resoluções e saúde ocupacional

26/01/2023 18:04

Questionário de atribuição de indicadores a cada construto - ETAPA 2

Utilize a tabela de julgamentos abaixo para cada indicador

Julgamento	Nota
Ótimo	1
Bom	0,75
Médio	0,50
Ruim	0,25
Péssimo	0

1- ABNT NBR 10004 (resíduos sólidos – classificação)

4. Conforme a classificação da NBR 10004 (resíduos sólidos – classificação), que \* nota você atribui a classificação do resíduo sólido provenientes dos processos para obtenção de pós de ferro na empresa?

*Marcar apenas uma oval.*

- Ótimo
- Bom
- Médio
- Ruim
- Péssimo

2- ABNT NBR ISO 14000

26/01/2023 18:04

Questionário de atribuição de indicadores a cada construto - ETAPA 2

5. A ISO 14000 é constituída por um conjunto de normas que determinam diretrizes para garantir que determinada empresa (pública ou privada) pratique a gestão ambiental. A empresa possui certificação em quais normas abaixo? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- ISO 14001: trata do Sistema de Gestão Ambiental (SGA)
- ISO 14004: trata do Sistema de Gestão Ambiental, sendo destinada ao uso interno da Empresa
- ISO 14010: são normas sobre as Auditorias Ambientais. São elas que asseguram credibilidade a todo processo de certificação ambiental.
- ISO 14031: são normas sobre Desempenho Ambiental
- ISO 14020: são normas sobre Rotulagem Ambiental
- ISO 14040: são normas sobre a Análise do Ciclo de Vida
- Nenhuma

6. Com base na resposta anterior, como você julga o item escolhido? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Ótimo
- Bom
- Médio
- Ruim
- péssimo

7. Como você define o grau de comprometimento da alta direção da empresa na disseminação da responsabilidade ambiental entre fornecedores, prestadores de serviços e clientes (internos e externos)? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Ótimo
- Bom
- Médio
- Ruim
- Péssimo

26/01/2023 18:04

Questionário de atribuição de indicadores a cada construto - ETAPA 2

3- ABNT NBR ISO 4500:2018 (Sistema de gestão de segurança e saúde do trabalho)

8. A organização possui certificação OHSAS 18001:2007 (sistemas de gestão de saúde e segurança ocupacional - requisitos)? \*

*Marcar apenas uma oval.*

Sim (responda a pergunta abaixo)

Não

Parcialmente

9. Prevê atualização para certificar-se perante a NBR ISO 45001 :2018?

*Marcar apenas uma oval.*

Sim

Não

10. Você considera importante a empresa ser certificada no âmbito de saúde e segurança do trabalho? \*

*Marcar apenas uma oval.*

Sim

Não

Parcialmente

11. A empresa realiza o gerenciamento de riscos ocupacionais diante dos pilares: antecipação, reconhecimento, avaliação e controle? \*

*Marcar apenas uma oval.*

Sim (responda a pergunta abaixo)

Não

26/01/2023 18:04

Questionário de atribuição de indicadores a cada construto - ETAPA 2

12. Qual a periodicidade? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Mensalmente
- Anualmente
- Outro: \_\_\_\_\_

13. A NR01 (Disposições gerais e gerenciamento de riscos ocupacionais) exige que o PGR (programa de gerenciamento de riscos) contenha, no mínimo, o inventário de riscos e plano de ação. A empresa disponibiliza estes documentos? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não
- Parcialmente

14. Como você avalia o desempenho da organização em SST (Segurança e Saúde do trabalho) e a inserção da melhoria contínua? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Ótimo
- Bom
- Médio
- Ruim
- Péssimo

4- Lei Estadual N° 13.577, de 08 de julho de 2009

26/01/2023 18:04

Questionário de atribuição de indicadores a cada construto - ETAPA 2

15. Você tem conhecimento da Lei Estadual N° 13.577, de 08 de julho de 2009 (diretrizes e procedimentos para a proteção da qualidade do solo e gerenciamento de áreas contaminadas, e dá outras providências correlatas)? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim  
 Não  
 Parcialmente

16. Quanto ao conhecimento da Lei Estadual N° 13.577, de 08 de julho de 2009 pela empresa, você julga como \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Ótimo  
 Bom  
 Médio  
 Ruim  
 Péssimo

5- CONAMA n° 1, de 23 de janeiro de 1986 (uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente)

17. CONAMA n°1 de 1986 (uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente). Você sabe a diferença entre aspecto ambiental e impacto ambiental? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim  
 Não  
 Parcialmente

26/01/2023 18:04

Questionário de atribuição de indicadores a cada construto - ETAPA 2

18. Relativo ao CONAMA nº 1, de 23 de janeiro de 1986, como você avalia o conhecimento desta resolução pela empresa? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Ótimo
- Bom
- Médio
- Ruim
- Péssimo

Resíduos sólidos | legislação | normas - ambiental e saúde ocupacional

Utilize a tabela de julgamentos abaixo para cada indicador

Julgamento	Nota
Ótimo	1
Bom	0,75
Médio	0,50
Ruim	0,25
Péssimo	0

- 1- NR 25 (resíduos industriais)

19. Você conhece a NR 25 (resíduos industriais)? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não
- Parcialmente

26/01/2023 18:04

Questionário de atribuição de indicadores a cada construto - ETAPA 2

20. Os colaboradores envolvidos na manipulação e destinação de resíduos têm conhecimento da NR 25 (resíduos industriais) e para qual finalidade ela se aplica? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim  
 Não  
 Parcialmente

21. Quanto às condições perigosas dos locais em que o processo de geração dos resíduos ocorre e o de sua destinação, são reconhecidas pela equipe de segurança, saúde e meio ambiente do trabalho? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim  
 Não  
 Parcialmente

22. A norma diz que os trabalhadores envolvidos em atividades de coleta, manipulação, acondicionamento, armazenamento, transporte, tratamento e disposição de resíduos devem ser capacitados pela empresa e que esta deve se dar de forma continuada e informar sobre os riscos envolvidos, as medidas de controle e eliminação adequada. Considerando esta afirmação, há um programa de treinamento e educação continuada? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim  
 Não  
 Parcialmente

26/01/2023 18:04

Questionário de atribuição de indicadores a cada construto - ETAPA 2

23. Ainda relacionada a afirmação anterior, existem documentos comprovatórios? \*

*Marcar apenas uma oval.*

Sim

Não

24. Os resíduos líquidos e sólidos produzidos por processos e operações industriais devem ser adequadamente coletados, acondicionados, armazenados, transportados, tratados e encaminhados a adequada disposição final pela empresa. Em cada etapa citada a empresa deve desenvolver ações de controle, de forma a evitar risco a saúde e segurança dos trabalhadores. A empresa cumpre esta afirmação? \*

*Marcar apenas uma oval.*

Sim (responda a pergunta abaixo)

Não

Parcialmente

25. Poderiam descrever objetivamente estas ações? \*

---

---

---

---

---

26. As medidas, métodos, equipamentos ou dispositivos de controle de lançamento ou liberação dos contaminantes devem ser submetidos ao exame e à aprovação dos órgãos competentes. A empresa cumpre esta afirmação? \*

*Marcar apenas uma oval.*

Sim

Não

Parcialmente

26/01/2023 18:04

Questionário de atribuição de indicadores a cada construto - ETAPA 2

27. Como você julga o estabelecimento desta norma - NR 25 (resíduos industriais) na empresa? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Ótimo
- Bom
- Médio
- Ruim
- Péssimo

### 2- LEI Nº 12.305 (Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos)

28. A organização entende os princípios da PNRS (Política nacional de resíduos sólidos)? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não
- Parcialmente

29. Que nota você atribui ao conhecimento da empresa a LEI Nº 12.305 (Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos)? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Ótimo
- Bom
- Médio
- Ruim
- Péssimo

### 3 - NBR 13221 (Transporte terrestre de resíduos)

26/01/2023 18:04

Questionário de atribuição de indicadores a cada construto - ETAPA 2

30. A empresa terceirizada responsável por transportar os resíduos sólidos da Höganäs segue a NBR 13221? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim  
 Não  
 Parcialmente

31. Que nota você atribui ao conhecimento da empresa sobre a NBR 13221 (Transporte terrestre de resíduos)? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Ótimo  
 Bom  
 Médio  
 Ruim  
 Péssimo

4 - Portaria Nº280 de 2020 (institui o Manifesto de Transporte de Resíduos - MTR nacional, como ferramenta de gestão e documento declaratório de implantação e operacionalização do plano de gerenciamento de resíduos, dispõe sobre o Inventário Nacional de Resíduos Sólidos e complementa a Portaria nº 412, de 25 de junho de 2019)

32. A empresa possui conhecimento desta portaria? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim  
 Não  
 Parcialmente

26/01/2023 18:04

Questionário de atribuição de indicadores a cada construto - ETAPA 2

33. Que nota você atribui ao conhecimento da empresa sobre a Portaria Nº280 de 2020? \*

Marcar apenas uma oval.

- Ótimo
- Bom
- Médio
- Ruim
- Péssimo

34. O pátio de sucatas é composto por materiais de diferentes origens e que podem estar contaminados por agentes químicos como graxas de lubrificação. Quais ações são executadas pela empresa no solo do pátio de sucatas para não haver contaminação química? Existe/existem outro(s) contaminante(s) que podem poluir o solo e que a empresa monitora? \*

---



---



---



---



---

Volume de resíduos e tratamento

Utilize a tabela de julgamentos abaixo para cada indicador

Julgamento	Nota
Ótimo	1
Bom	0,75
Médio	0,50
Ruim	0,25
Péssimo	0

26/01/2023 18:04

Questionário de atribuição de indicadores a cada construto - ETAPA 2

35. Cada ciclo do preparo do pó de ferro, envolve diferentes condições de preparo \*  
e matérias primas, respeitando as especificações do comprador. De modo  
geral, em um mês de operação, você considera o volume de resíduos sólidos,  
líquidos e gasosos gerados no processo adequado?

*Marque todas que se aplicam.*

- Sim  
 Não

36. De modo geral, em um mês de operação, qual o volume de resíduos sólidos, \*  
líquidos e gasosos gerados no processo?

---

---

---

---

---

37. Qual o volume de resíduos tratado na unidade? \*

---

38. Considerando as perguntas anteriores, qual metodologia/tecnologia aplicada \*  
ao tratamento de resíduos e qual a eficiência atingida?

---

---

---

---

---

26/01/2023 18:04

Questionário de atribuição de indicadores a cada construto - ETAPA 2

39. Houve uma evolução quanto aos investimentos da organização no tratamento de resíduos gerados pelo processo de obtenção de pós metálicos? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim (responda a pergunta abaixo)
- Não
- Parcialmente

40. Onde você notou maior investimento? \*

---

---

---

---

---

41. A Resolução CONAMA 313 de 2002, considera o Inventário Nacional de resíduos Sólidos como parte do licenciamento ambiental. A Höganäs enquadra-se no anexo V (fabricação de produtos de metal, excluindo máquinas e equipamentos) do artigo 4. Os modelos de formulários encontrado na Resolução foram devidamente preenchidos e compartilhados com os órgãos ambientais competentes? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não
- Parcialmente

42. Fazendo um paralelo com a matriz da empresa, o atendimento a legislação ambiental de resíduos sólidos é semelhante ao da filial brasileira? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não (responda a pergunta abaixo)

26/01/2023 18:04

Questionário de atribuição de indicadores a cada construto - ETAPA 2

43. Poderia brevemente fazer uma comparação? \*

---

---

---

---

---

44. Como você avalia a percepção do investimento da empresa ao tratar resíduos \*  
proveniente do processo de obtenção de pós de ferro

*Marcar apenas uma oval.*

- Ótimo
- Bom
- Médio
- Ruim
- Péssimo

45. Como você avalia a importância do tratamento de resíduos sólidos na empresa? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Ótimo
- Bom
- Médio
- Ruim
- Péssimo

Energia

26/01/2023 18:04

Questionário de atribuição de indicadores a cada construto - ETAPA 2

Utilize a tabela de julgamentos abaixo para cada indicador

Julgamento	Nota
Ótimo	1
Bom	0,75
Médio	0,50
Ruim	0,25
Péssimo	0

46. Qual o consumo energético do processo em KWh/t na produção do pó de ferro, desde oFEA, passando pelo processo de atomização? \*

---

---

---

---

---

47. Há alguma ação em direção a redução de consumo ou troca de matriz energética? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim
- Não

26/01/2023 18:04

Questionário de atribuição de indicadores a cada construto - ETAPA 2

48. Como você avalia o consumo energético do processo de obtenção de pós metálicos na empresa? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Ótimo  
 Bom  
 Médio  
 Ruim  
 Péssimo

Água

Utilize a tabela de julgamentos abaixo para cada indicador

Julgamento	Nota
Ótimo	1
Bom	0,75
Médio	0,50
Ruim	0,25
Péssimo	0

49. Qual a fonte de recurso hídrico utilizado na planta industrial e no processo produtivo? \*

---

---

---

---

---

26/01/2023 18:04

Questionário de atribuição de indicadores a cada construto - ETAPA 2

50. Você considera racional o consumo e a utilização deste recurso nos processos industriais da empresa? \*

*Marcar apenas uma oval.*

Sim

Não

51. Você considera que haja desperdícios de água? \*

*Marcar apenas uma oval.*

Sim (responda a pergunta abaixo)

Não

52. Em qual setor? \*

*Marcar apenas uma oval.*

Processamento

Limpeza e higienização

Abastecimento

Outro: \_\_\_\_\_

53. Após o processo de atomização, a água utilizada no processo contém algum tipo de contaminante? \*

*Marcar apenas uma oval.*

Sim (responda a pergunta abaixo)

Não

26/01/2023 18:04

Questionário de atribuição de indicadores a cada construto - ETAPA 2

54. Este contaminante pode ser separado e reaproveitado? \*

*Marcar apenas uma oval.*

Sim (responda a pergunta abaixo)

Não

55. Como ele é reaproveitável? \*

---

---

---

---

---

56. Existe tratamento de efluentes na planta industrial da empresa? \*

*Marcar apenas uma oval.*

Sim (responda a pergunta abaixo)

Não

57. O lodo retido na estação de tratamento de efluentes da empresa é reutilizado como matéria prima para outro processo ou algum produto? \*

---

---

---

---

---

26/01/2023 18:04

Questionário de atribuição de indicadores a cada construto - ETAPA 2

58. Ainda sobre a estação de tratamento de efluentes. O carvão ativado utilizado no processo de tratamento de efluentes da planta, quando saturado tem qual destino? \*

---

---

---

---

---

59. Como você avalia a utilização da água nos processos da empresa e no uso da unidade? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Ótimo
- Bom
- Médio
- Ruim
- Péssimo

#### Comunicação ambiental

Utilize a tabela de julgamentos abaixo para cada indicador

Julgamento	Nota
Ótimo	1
Bom	0,75
Médio	0,50
Ruim	0,25
Péssimo	0

26/01/2023 18:04

Questionário de atribuição de indicadores a cada construto - ETAPA 2

60. A empresa tem conhecimento do World Business Council for Sustainable Development (Conselho Empresarial Mundial para o Desenvolvimento Sustentável) (WBCSD)? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim  
 Não  
 Parcialmente

61. Existe o interesse da matriz em integra-lo? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim  
 Não

62. Como elemento chave para a competitividade em um mercado consumidor cada vez mais comprometido com as questões de ordem ambiental, a comunicação ambiental pressupõe a divulgação franca e abrangente de informações sobre a performance e os impactos ambientais de suas atividades para os stakeholders, internos e externos. Como é feita a comunicação ambiental na Höganäs? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Newsletters  
 relatórios ambientais  
 Jornais  
 revistas  
 eventos  
 Outro: \_\_\_\_\_

26/01/2023 18:04

Questionário de atribuição de indicadores a cada construto - ETAPA 2

63. Para implementar a estratégia de comunicação ambiental, as organizações devem escolher os canais e adequar seus projetos e ferramentas de comunicação. As principais etapas da implantação de programas e projetos de comunicação, e que podem ser aplicadas à comunicação socioambiental, estão listadas abaixo. Quais etapas foram aplicadas pela empresa? (mais de uma opção é permitida) \*

*Marque todas que se aplicam.*

- identificação da audiência-alvo – para quem ou que grupos é necessário fazer a comunicação socioambiental
- determinação dos objetivos de comunicação – com expectativas de resposta em seus diferentes níveis - cognição, afetividade e comportamento
- preparação da mensagem - em termos de conteúdo, formatação e fonte
- seleção dos canais - usualmente classificados entre canais pessoais (como o boca-a-boca, visitas técnicas, audiências, etc) e canais impessoais (condução da mensagem sem contato direto, por exemplo, por meio de mídia, relatórios ambientais ou eventos)
- decisões sobre o composto comunicacional - com a alocação de recursos entre as diferentes ferramentas da comunicação e programas
- mensuração dos resultados - com controles para checar efetividade de veículos e pesquisas para avaliar fixação de mensagem, entre outros métodos
- Nenhuma

26/01/2023 18:04

Questionário de atribuição de indicadores a cada construto - ETAPA 2

64. A partir da visão de uma companhia, é possível inferir suas políticas socioambientais e seu perfil de comunicação. A existência de políticas socioambientais é um indicativo do grau de envolvimento com a temática. Assim as políticas ambientais podem ser classificadas em quatro estágios. Qual das opções abaixo representa hoje a Höganäs? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- técnico-reativo ou defensivo - somente reagem a pressões externas; normalmente têm postura no-profile ou low-profile e se comunicam se necessário, como nos casos de crise de imagem;
- comunicação ambiental ativa orientada pelo lucro - veem a variável ambiental como uma nova área na qual é possível obter lucros; por essa razão, adotam uma abordagem ativa na comunicação, mas orientada para gerar retornos ou resultados econômicos;
- ambientalmente proativas - o meio ambiente representa um desafio para melhoria de performance e posição de mercado. A variável ambiental não é somente um elemento da mensagem que ela pretende transmitir ao mercado, mas também uma diretriz que permeia suas operações como um todo
- voltadas a sustentabilidade - a política socioambiental deve refletir um equilíbrio entre as questões econômicas, sociais e ambientais, satisfazendo o triple bottom line e os princípios da comunicação devem ser consistentes com esta visão.
- Nenhuma

65. Qual a sua percepção quanto a maneira como a empresa realiza a comunicação ambiental para com a sociedade e seus stakeholders? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Ótimo
- Bom
- Médio
- Ruim
- Péssimo

26/01/2023 18:04

Questionário de atribuição de indicadores a cada construto - ETAPA 2

66. As Normas GRI (Global Reporting initiative) representam as melhores práticas \*  
globais para o relato público de diferentes impactos econômicos, ambientais e  
sociais. O relato de sustentabilidade com base nas Normas fornece  
informações sobre as contribuições positivas ou negativas de uma  
organização para o desenvolvimento sustentável. A empresa possui relatório  
GRI?

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim  
 Não  
 Parcialmente

67. A companhia elabora relatório de sustentabilidade ou relato integrado levando \*  
em conta os objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS) segundo a  
ONU?

*Marcar apenas uma oval.*

- Sim  
 Não  
 Parcialmente

### Emissões

Utilize a tabela de julgamentos abaixo para cada indicador

Julgamento	Nota
Ótimo	1
Bom	0,75
Médio	0,50
Ruim	0,25
Péssimo	0

1- Principais fontes de poluentes no processo de Siderúrgicas semi-integradas

26/01/2023 18:04

Questionário de atribuição de indicadores a cada construto - ETAPA 2

68. De acordo com plano de redução de emissões de fontes estacionárias (PREFE) da CETESB aprovado pela Resolução de Diretoria nº 289/14/P, de 08/10/2014 em siderúrgicas semi-integradas as principais fontes de poluentes no processo constam na figura abaixo. A empresa possui inventário de emissões ? \*

Fonte		Poluente			
		MP	SOx	NOx	COV
Aciaria	Sistema de Despoiramento	*	-	-	-
	Forno	*	*	*	*
	Fornos panelas		-	-	-
Laminação	Fornos de reauecimento	*	*	*	*
Central termoeétrica	Caldeiras ou turbinas com queima de gases siderúrgicos	*	*	*	*
Armazenamento e transporte de matéria-prima, materiais intermediários e resíduos		*	-	-	-

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não
- Parcialmente

69. Existe algum outro gás poluente não listado? \*

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não
- Outro: \_\_\_\_\_

26/01/2023 18:04

Questionário de atribuição de indicadores a cada construto - ETAPA 2

70. O mesmo documento, atribui as principais fontes de emissão de poluentes no processo de fundição (figura abaixo). A empresa possui inventário de emissões neste processo ? \*

Fonte		Poluente			
		MP	SOx	NOx	COV
Fusão	Sistema de Despoeiramento	x			
	Fornos	x	x	x	x
	Fornos painelas	x			x
Moldes	Preparação	x			
	Unidades de regeneração	x		x	x
	Moldagem das peças	x			x
Vazamento		x			x
Acabamento das peças		x			
Acabamento das peças com processo térmico		x	x	x	x
Armazenamento e transporte de matéria-prima, materiais intermediários e resíduos		x			

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não
- Parcialmente

71. Existe algum outro gás poluente não listado? \*

Marcar apenas uma oval.

- Sim
- Não
- Outro: \_\_\_\_\_

72. Qual a sua avaliação quanto ao plano de redução de emissões de fontes estacionarias (PREFE) da CETESB aprovado pela Resolução de Diretoria nº 289/14/P, de 08/10/2014, dentro da empresa ? \*

Marcar apenas uma oval.

- Ótimo
- Bom
- Médio
- Ruim
- Péssimo

26/01/2023 18:04

Questionário de atribuição de indicadores a cada construto - ETAPA 2

2- Melhor tecnologia prática disponível (MTPD), segundo o plano de redução de emissões de fontes estacionárias (PREFE) da CETESB

73. A melhor tecnologia prática disponível (MTPD), segundo o plano de redução de emissões de fontes estacionárias (PREFE) da CETESB em FORNO ELÉTRICO A ARCO (FEA) para a nave de vazamento (furos de sangria, canais de vazamento, pontos de carregamento da panela torpedo, sifões) consiste em evitar ou reduzir as emissões difusas de MP utilizando as técnicas abaixo. Quais delas são aplicadas na empresa? (mais de uma opção é permitida) \*

*Marque todas que se aplicam.*

- Cobertura dos canais de vazamento
- Otimização da eficácia de captura de emissões difusas de partículas e de fumos com a subsequente limpeza dos efluentes gasosos por meio de um precipitador eletrostático ou filtro de mangas
- Supressão de fumos com injeção de nitrogênio durante o vazamento, se aplicável e se não tiver sido instalado um sistema de captura e despoeiramento das emissões provenientes do vazamento
- Nenhuma

74. Consiste em melhor tecnologia prática disponível (MTPD) minimizar a emissão de gases do alto-forno durante o carregamento utilizando uma das seguintes técnicas ou várias em combinação. Quais delas são aplicadas na empresa? (mais de uma opção é permitida) \*

*Marque todas que se aplicam.*

- Bocal sem campânula com condicionamento primário e secundário
- Sistema de recuperação dos gases
- Utilização dos gases de exaustão do alto-forno para pressurizar os silos superiores
- Dispositivos de despoeiramento a seco, como: defletores, captadores de partículas, ciclones, precipitadores eletrostáticos
- Nenhuma

26/01/2023 18:04

Questionário de atribuição de indicadores a cada construto - ETAPA 2

75. A melhor tecnologia prática disponível (MTPD) para o processamento de escórias no local consiste em reduzir as emissões de material particulado utilizando uma das seguintes técnicas ou várias em combinação. Quais delas são aplicadas na empresa? (mais de uma opção é permitida) \*

*Marque todas que se aplicam.*

- Exaustão eficiente do triturador de escórias e dos dispositivos de seleção com subsequente limpeza dos efluentes gasosos
- Exaustão ou umedecimento dos pontos de transferência entre transportadores de material fragmentado
- Umectação das pilhas de armazenamento de escórias
- Utilização de atomização de água ao carregar escórias fragmentadas
- Nenhuma

76. Qual a sua avaliação perante o uso da tecnologia prática disponível (MTPD), segundo o plano de redução de emissões de fontes estacionárias (PREFE) da CETESB dentro da empresa? \*

*Marcar apenas uma oval.*

- Ótimo
- Bom
- Médio
- Ruim
- Péssimo