

AVALIAÇÃO E DIAGNÓSTICO AMBIENTAL: ESTUDO DE CASO DE UMA EMPRESA METALURGICA

Alex Nakauti Kiyomoto^A, Silvia Pierre Irazusta^B



ARTICLE INFO	RESUMO
<p>Article history:</p> <p>Received 15 May 2023</p> <p>Accepted 09 August 2023</p>	<p>Objetivo: O objetivo foi realizar um estudo de caso, aplicando o sistema SBP, como ferramenta de diagnóstico e avaliação de desempenho ambiental de uma empresa do ramo de metalurgia.</p>
<p>Palavras-chave:</p> <p>Diagnóstico Ambiental; SBP; Empresa Metalúrgica; Sustentabilidade.</p>	<p>Referencial teórico: A produção metalúrgica do pó de ferro, utilizando a atomização a água, envolve uma vasta cadeia de processos desde a matéria prima até o produto final. Diversos conceitos sustentáveis devem ser incorporados no desenvolvimento deste produto, considerando-se fatores como consumo energético, tipo de energia, recursos hídricos e resíduos produzidos. Dentre as diversas ferramentas para controlar e avaliar tanto qualitativamente quanto quantitativamente esses e outros aspectos num processo produtivo industrial a metodologia SBP, mostrou-se eficiente.</p>
	<p>Desenho/Metodologia/Abordagem: 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.</p> <p>Resultados: De acordo com o valor de corte estabelecido de 70% de índice de desempenho, a empresa apresentou bons resultados, atingindo 76%.</p> <p>Pesquisa, implicações práticas e sociais: Diferentes setores da empresa responderam ao questionário, logo uma visão sistêmica desde a alta direção da empresa até o chão de fábrica mostrou que os recursos hídricos pedem maior urgência. Esta conclusão teve alta correlação com as informações obtidas pelos pesquisadores em contato pessoal com alta direção da empresa em que a questão água é muito sensível, mesmo antes da divulgação deste trabalho.</p> <p>Originalidade/Valor: O construto recursos hídricos representou a maior urgência e prioridade para a tomada de ações pela empresa. A avaliação, portanto, orientou as medidas prioritárias para a e melhoria do seu processo, reduzindo desperdícios deste recurso.</p> <p>Doi: https://doi.org/10.26668/businessreview/2023.v8i8.3330</p>

ENVIRONMENTAL ASSESSMENT AND DIAGNOSIS: CASE STUDY OF A METALLURGICAL COMPANY

ABSTRACT

Objective: The objective was to carry out a case study, applying the SBP system, as a tool for the diagnosis and evaluation of environmental performance of a metallurgy company.

^A MSc em Gestão de Tecnologias, Inovação e Sustentabilidade pela Unidade de Pós-Graduação e Pesquisas (UPEP) do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza (CEETEPS). São Paulo, São Paulo, Brasil.

E-mail: alex.kiyomoto@cpspos.sp.gov.br Orcid: <https://orcid.org/0009-0009-0851-3015>

^B Pós-Doutora em Toxinologia pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Programa de Mestrado Profissional Gestão e Tecnologia em Sistemas Produtivos da Unidade de Pós-Graduação e Pesquisas (UPEP) do Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza (CEETEPS). São Paulo, São Paulo, Brasil.

E-mail: silvia.pierre@hotmail.com Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-6856-4035>

Theoretical benchmark: The metallurgical production of iron powder, using water atomization, involves a wide chain of processes from raw material to the final product. Several sustainable concepts should be incorporated into the development of this product, considering factors such as energy consumption, type of energy, water resources and waste produced. Among the various tools for controlling and evaluating both qualitatively and quantitatively these and other aspects in an industrial production process, the SBP methodology proved to be efficient.

Design/Methodology/Approach: The SBP methodology proved to be efficient and low-cost by indicating, by means of indicators, the order of urgency and priority in the company's actions, as well as allowing for the identification of opportunities for improvement throughout the process.

Results: According to the established cut value of 70% performance index, the company presented good results, reaching 76%.

Research, practical and social implications: Different sectors of the company answered the questionnaire, so a systemic view from the company's top management to the factory floor showed that water resources demand greater urgency. This conclusion had a high correlation with the information obtained by the researchers in personal contact with the company's top management, in which the water issue is very sensitive, even before the publication of this work.

Originality/Value: The construction of water resources represented the greatest urgency and priority for the company to take action. The evaluation therefore focused the priority measures on improving and improving their process, reducing waste of this resource.

Keywords: Environmental Diagnosis, SBP, Metallurgical Company, Sustainability.

EVALUACIÓN AMBIENTAL Y DIAGNÓSTICO: ESTUDIO DE CASO DE UNA EMPRESA METALÚRGICA

RESUMEN

Objetivo: El objetivo era realizar un estudio de caso, aplicando el sistema SBP, como herramienta para diagnosticar y evaluar el comportamiento ambiental de una empresa metalúrgica.

Referencia teórica: La producción metalúrgica de polvo de hierro, utilizando la atomización del agua, implica una amplia cadena de procesos desde la materia prima hasta el producto final. En el desarrollo de este producto deben incorporarse varios conceptos sostenibles, teniendo en cuenta factores como el consumo de energía, el tipo de energía, los recursos hídricos y los desechos producidos. Entre los diversos instrumentos para controlar y evaluar tanto cualitativa como cuantitativamente estos y otros aspectos de un proceso de producción industrial, la metodología SBP demostró ser eficiente.

Diseño/Methodología/Enfoque: La metodología del SBP ha demostrado ser eficiente y rentable al indicar, mediante indicadores, el orden de urgencia y prioridad de las acciones de la empresa, así como identificar oportunidades de mejora a lo largo del proceso.

Resultados: Según el valor de corte establecido del 70% del índice de rendimiento, la empresa mostró buenos resultados, alcanzando el 76%.

Investigación, implicaciones prácticas y sociales: Diferentes sectores de la empresa respondieron al cuestionario, pronto una visión sistémica desde la alta dirección de la empresa hasta la planta de la fábrica mostró que los recursos hídricos requieren mayor urgencia. Esta conclusión se correlacionó fuertemente con la información obtenida por los investigadores en contacto personal con la alta dirección de la empresa en la que la cuestión del agua es muy sensible, incluso antes de la publicación de este trabajo.

Originalidad/Valor: La construcción de los recursos hídricos representó la mayor urgencia y prioridad para la empresa. Por consiguiente, la evaluación ha orientado las medidas prioritarias hacia el desarrollo y la mejora de su proceso, reduciendo los desechos de este recurso.

Palabras clave: Diagnóstico Ambiental, SBP, Empresa Metalúrgica, Sostenibilidad.

INTRODUÇÃO

O meio ambiente sofre constantemente dois tipos de perturbações, uma de ordem natural, proveniente de calamidades ambientais como por exemplo, as chuvas torrenciais 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). Neste contexto, dentre os diversos setores produtivos, os 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 tornou-se 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 5R's (repensar, reduzir, reciclar, reutilizar e restaurar) (Sista & Dwarapudi, 2018).

O resíduo da metalurgia, denominado escória é 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, Leite, Júnior, & Castro, 2002).

A metalurgia do pó (MP) constitui uma atividade importante da indústria metalúrgica, com ampla gama de aplicações (Hryha & Wendel, 2018). É uma técnica altamente produtiva, utilizada para a fabricação de peças dentro de tolerâncias muito pequenas com características estruturais e físicas impossíveis de serem obtidas por outros processos metalúrgicos, minimizando ou eliminando processos secundários como a usinagem (Chiaverini, 1992). Converte a sucata de ferro, proveniente de outros processos industriais, em pó metálico de alto valor agregado (Verma, Saha, & Chaira, 2018).

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).

A técnica comercial envolvida na produção de pós metálicos em uma empresa metalúrgica, situada na região metropolitana do estado de São Paulo, emprega o processo de atomização a água do ferro fundido produzindo o pó de ferro puro. Dentre as inúmeras aplicações globais deste material, destacam-se a fortificação de alimentos e a fabricação de peças para o setor automotivo.

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).

DWIANIKA *et al.*(2023), afirmam que a responsabilidade social corporativa (RSC), ou seja, ações corporativas voluntárias adicionais a legislação que as norteia, orientadas a sustentabilidade, influenciam no desempenho financeiro de uma corporação principalmente em empresas que usam água como força motriz de seus processos, pois há uma preocupação mundial ascendente ligada a preservação deste recurso natural.

TANDOH *et al.*(2022) dizem que a aderência da alta direção das organizações é imprescindível para o êxito da promoção de ações sustentáveis e para a sua implementação, fato que as levam a vantagens competitivas considerando o mercado em que atuam.

Com o intuito da organização mensurar seus indicadores e, assim, o seu desempenho

ambiental, este trabalho propôs inicialmente, utilizar o método “SBP”, descrito por Sellitto *et.al* (2010). 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.

METODOLOGIA

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). O resultado das avaliações parciais ocorre em escala de julgamento. O uso de escalas de julgamento é subjetivo, porém tem a vantagem de ser mais viável economicamente quando comparada a uma análise em campo.

Por meio de reuniões entre os pesquisadores e a alta direção da empresa foram selecionados nove colaboradores para serem os respondentes, os quais ocupavam diferentes funções dentro do processo, 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.

Obedecendo à ferramenta utilizada foram propostos cinco construtos (Tabela 1), os quais foram pontuados segundo seu nível de importância hierárquica, numa escala de 1 a 5. 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).

O questionamento, as pessoas envolvidas, foi feito utilizando o método de pesquisa *Survey*, criado pelo *Google Forms*® e enviado com a seguinte pergunta: hierarquicamente, quais notas você atribuiria, relativo a importância dentro da empresa, a cada um destes itens: legislação ambiental, resíduos sólidos, energia, recursos hídricos, comunicação ambiental e emissões.

Com os valores de pontuação em mãos, realiza-se a soma dos pontos de cada construto e a normalização dos valores em uma escala percentual em uma tabela do Microsoft Excel®. O resultado representa a importância de cada construto, segundo o avaliador.

Em um segundo momento foram definidos, pelos pesquisadores, os indicadores atribuídos a cada construto:

- **Legislação ambiental** - 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 Nº 13.577, de 08 de julho de 2009 e CONAMA nº 1, de 23 de janeiro de 1986.
- **Resíduos Sólidos** - NR 25 (resíduos industriais), LEI Nº 12.305 (Política Nacional de Resíduos Sólidos), Portaria Nº280 de 2020, percepção do investimento da empresa tratar resíduos provenientes do processo de obtenção de pós de ferro e Importância do tratamento de resíduos sólidos na empresa.
- **Energia** - Consumo energético do processo de obtenção de pós metálicos.
- **Recursos Hídricos** - Utilização da água nos processos da empresa e no uso da unidade e Perda de água.
- **Comunicação ambiental** - Modo como a empresa realiza a comunicação ambiental para com a sociedade e seus *stakeholders*.
- **Emissões Atmosféricas** - Plano de redução de emissões de fontes estacionárias, segundo a CETESB e uso da tecnologia prática disponível.

O desempenho de cada indicador foi avaliado qualitativamente, pelos participantes da pesquisa, utilizando a escala de julgamento da (Tabela 2) por meio de um *Survey* desenvolvido na plataforma do *Google forms*® contendo questionários que fundamentaram a discussão dos resultados.

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).

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

Equação 1:
$$\bar{X} = \frac{X_1+X_2+...+X_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

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).

Equação 2:
$$C.V(\%) = \frac{\sqrt{\hat{V}(X)}}{\bar{X}} \cdot 100$$

Equação 3:
$$S^2(X) = \hat{V}(X) = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}$$

O desempenho do indicador (DI) é dado em pontos percentuais utilizando a (Equação 4).

Equação 4:
$$DI = \text{importância do indicador} \cdot \bar{X}$$

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 do vetor de prioridade do construto e do 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).

RESULTADO E DISCUSSÃO

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”.

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

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

Legenda		TOTAL	
Cargos		246	100,00
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).

A (Tabela 3) apresenta os vetores de prioridades dentre os construtos estabelecidos. Após a normalização dos dados, o construto recursos hídricos apresentou-se como o primeiro mais importante seguido igualmente por legislação ambiental, resíduos sólidos, emissões atmosféricas, energia e comunicação ambiental.

Tabela 4 - Desempenho dos indicadores e construtos.

						Desempenho em pontos percentuais (pp)		
Construtos	Vetor de prioridade Construto (%)	Indicadores	Importância dos Indicadores (%)	Estatística		Indicador	Construto	Lacuna no Construto
				Média	Coefficiente de variação (%)			
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		
Total (a)			17,07			14,05		
						Desempenho em pontos percentuais (pp)		
Construtos	Vetor de prioridade Construto (%)	Indicadores	Importância dos Indicadores (%)	Estatística		Indicador	Construto	Lacuna no Construto
				Média	Coefficiente de variação (%)			
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		
Total (b)			17,07			14,37		

						Desempenho em pontos percentuais (pp)		
				Estatística				
Construtos	Vetor de prioridade Construto (%)	Indicadores	Importância dos Indicadores (%)	Média	Coefficiente de variação (%)	Indicador	Construto	Lacuna no Construto
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
Total (d)			15,85			11,41		
						Desempenho em pontos percentuais (pp)		
				Estatística				
Construtos	Vetor de prioridade Construto (%)	Indicadores	Importância dos Indicadores (%)	Média	Coefficiente de variação (%)	Indicador	Construto	Lacuna no Construto
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		
Total (e)			17,07			13,74		
						Desempenho em pontos percentuais (pp)		
				Estatística				
Construtos	Vetor de prioridade Construto (%)	Indicadores	Importância dos Indicadores (%)	Média	Coefficiente de variação (%)	Indicador	Construto	Lacuna no Construto
Energia	15,04	Consumo energético do processo de obtenção de pós metálicos	15,04	0,78	23,62	11,73	11,73	3,31
Total (b)			15,04			11,73		
						Desempenho em pontos percentuais (pp)		
				Estatística				
Construtos	Vetor de prioridade Construto (%)	Indicadores	Importância dos Indicadores (%)	Média	Coefficiente de variação (%)	Indicador	Construto	Lacuna no Construto
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		
Total (c)			17,89			10,38		

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

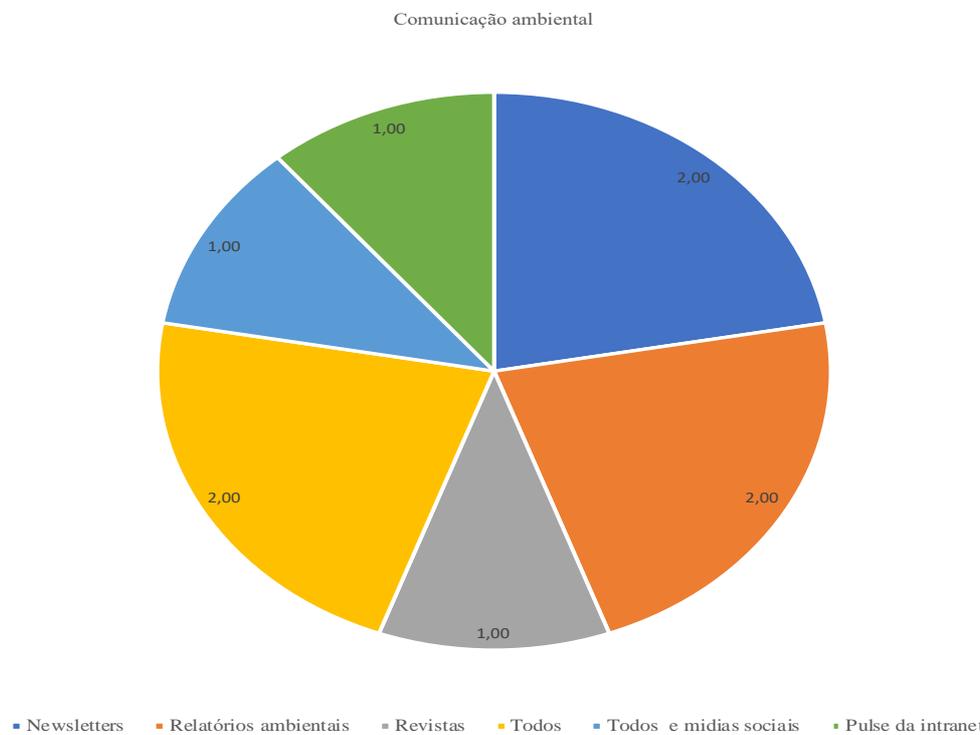
Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Na (Tabela 4) calcularam-se os desempenhos dos indicadores e construtos, bem como as respectivas lacunas, apresentando ao final o desempenho do processo. O construto que apresentou a maior lacuna, 7,51 pontos percentuais, foi a de recursos hídricos mostrando assim maior urgência para melhorias. Nota-se que quando analisado o coeficiente de variação relativo as médias da avaliação dos construtos dado pela (Tabela 2), o indicador perda de água apontou-se como elevado, mostrando que os dados obtidos foram menos homogêneos, ou seja, as notas atribuídas pelos respondentes foram muito próximas. 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 respostas como compra direta e informação confidencial, o que mostra que esta informação segue não é unanime. No questionamento quanto ao desperdício de água na unidade sete pessoas (77,78%) responderam que não e duas pessoas (22,22%) responderam que sim. 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 direta. É fato que a empresa compra água de terceiros para abastecer a unidade, constatado durante as visitas técnicas. Visto que há vazamentos nas tubulações externas a unidade que recebem água de caminhões pipa, este local deve passar por revisão e inspeção pelos setores responsáveis. O fato de 44,44% dos respondentes avaliarem o uso de água nos processos da empresa e no uso diário na unidade como ótimo e 44,44% como bom na avaliação do indicador é preocupante uma vez que este construto se mostrou como o que pede mudanças prioritárias. A provável explicação fica pela falha na comunicação ambiental da empresa ou/e o modo como o participante respondeu com sinceridade a pergunta.

O construto comunicação ambiental ficou em segundo no quesito urgência. O Gráfico da (Figura 1) mostrou que quando se perguntou como é feita a comunicação ambiental na empresa, 22,22% das respostas afirmaram que é feita por relatórios ambientais, 22,22% por newsletters, 11,11% por jornais, 11,11% por revistas e 22,22% escolheram todas as opções. 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 conhecida pelos respondentes da empresa. Como as respostas abrangeram hierarquicamente quase todos os níveis, mostra-se importante o foco em propagar as informações e ações ambientais em uma base de simples interpretação.

Figura 1- Comunicação ambiental na empresa.



Fonte: Elaborado pelos autores (2022).

Uma terceira fonte de urgência encontra-se no construto emissões atmosféricas. As respostas foram unânimes quanto a posse da empresa do inventário de emissões e quais poluentes são gerados, porém o indicador mostrou-se com avaliações divergentes com a maioria, 66,67% como bom, quando perguntado qual a avaliação quanto ao uso da melhor tecnologia prática disponível segundo o plano de redução de emissões atmosféricas de fontes estacionárias (PREFE) da CETESB, o que mostra que a empresa necessita melhorar e incorporar novas tecnologias em seus processos que visem a redução de gases nocivos a saúde e ao meio ambiente.

O consumo energético do processo de obtenção de pós metálicos foi avaliado como bom por 44,44% dos avaliadores, ótimo por 33,33% e médio por 22,22%. A troca da matriz energética adotando novas tecnologias poderá futuramente melhorar a avaliação deste indicador.

Na área de legislação ambiental a percepção quanto ao conhecimento de normas e leis pelas áreas que compuseram os entrevistados na pesquisa, atrapalhou o desempenho deste construto. A melhoria da comunicação ambiental envolvendo os indicadores da pesquisa poderia contribuir com a informação dos colaboradores. Palestras e capacitações poderiam incrementar o conhecimento da comunidade fabril.

A grande área de menor urgência foi a de resíduos sólidos, explicado por fortes ações de economia circular dentro da empresa no reuso da escoria como matéria prima para outros produtos e que é fornecida a empresas parceiras para por exemplo a fabricação de bloquetes.

A implementação recente de uma estação de tratamento de resíduos utilizando ozônio e carvão ativado e os estudos para destinação do lodo retido neste estagio, mostra que diversas ações a serem melhoradas neste construto estão sendo desenvolvidas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O método “SBP” mostrou-se muito útil para a definição de cenários, auxiliando no monitoramento ambiental, além de ser de fácil aplicação e baixo custo. A coleta de informações para a avaliação dos construtos e também dos indicadores, transformando os dados qualitativos em quantitativos, facilita a interpretação dos resultados e acena quais as grandes áreas requerem maior atenção ou prioridade nas ações de correção e/ou 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 os recursos hídricos pedem maior urgência. Esta conclusão teve alta correlação com as informações obtidas pelos pesquisadores em contato pessoal com alta direção da empresa em que a questão água é muito sensível, mesmo antes da divulgação deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- Abbas, M. N., Ibrahim, T. A., & Ibrahim, S. A. (2020). *ZERO RESIDUE LEVEL CONCEPT A NEW VISION FOR TOXIC WASTE MANAGEMENT : A REVIEW*. 12.
- Almeida, T. S. M. de, & Sellitto, M. A. (2012). Avaliação do desempenho ambiental de uma instituição pública de ensino técnico e superior. *Production*, 23(3), 625–636. doi: 10.1590/S0103-65132012005000090
- Chiaverini, V. (1992). *Metalurgia do Pó, técnicas e produtos* (3º ed). São Paulo.
- Dwianika, A., Nurhidayah, F., Suyoto, Y. T., Purwanto, E., Yahya, N. A., Salin, A. S. A. P., & Ilyas, A. Z. (2023). Firm Performance: The Role of Determinant Variables Water Awareness, Intellectual

Capital, and Corporate Social Responsibility. *International Journal of Professional Business Review*, 8(6), e01112. doi: 10.26668/businessreview/2023.v8i5.1112

Gotti, I., & Souza, A. C. (2017). *Gestão ambiental*. Educacional S.A..

Hryha, E., & Wendel, J. (2018). 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*, jace.16079. doi: 10.1111/jace.16079

Kohl, C., & Sellitto, M. (2010). Avaliação do desempenho ambiental de um operador de serviços logísticos por indicadores categóricos. *Estudos Tecnológicos em Engenharia*, 5(3), 284–301. doi: 10.4013/ete.2009.53.02

Maia, R. R. (2014). *Análise de inclusões de escória em amostras arqueológicas da fábrica de ferro de Ipanema*. (Mestrado em Engenharia Metalúrgica e de Materiais, Universidade de São Paulo). Universidade de São Paulo, São Paulo. doi: 10.11606/D.3.2014.tde-29122014-115425

Paulo, S. (2019). *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*. 108.

Pescim, G. F. (2017). *Modelo de maturidade para implantação da Produção mais Limpa (P+L) nas empresas* (Mestrado em Processos e Gestão de Operações, Universidade de São Paulo). Universidade de São Paulo, São Carlos. doi: 10.11606/D.18.2017.tde-04122017-101233

Política Nacional de Resíduos Sólidos. , Pub. L. No. 12.305 (2010).

Schalch, V., Leite, W., Júnior, J., & Castro, M. (2002). *GESTÃO E GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS*. 97.

Sellitto, M. A., Borchardt, M., & Pereira, G. M. (2010). Modelagem para avaliação de desempenho ambiental em operações de manufatura. *Gestão & Produção*, 17(1), 95–109. doi: 10.1590/S0104-530X2010000100008

Silva, N. A. da, Furtado, O. S., Dias, W. de souza, & Sellitto, M. A. (2014). *Avaliação de desempenho ambiental em uma empresa da indústria cerâmica de Tocantins*.

Sista, K. S., & Dwarapudi, S. (2018). Iron Powders from Steel Industry by-products. *ISIJ International*, 58(6), 999–1006. doi: 10.2355/isijinternational.ISIJINT-2017-722

Tandoh, I., Duffour, K. A., Essandoh, M., & Amoako, R. N. (2022). Corporate Governance, Corporate Social Responsibility, and Corporate Sustainability: The Moderating Role of Top Management Commitment. *International Journal of Professional Business Review*, 7(2), e0309. doi: 10.26668/businessreview/2022.v7i2.309

Verma, P., Saha, R., & Chaira, D. (2018). Waste steel scrap to nanostructured powder and superior compact through powder metallurgy: Powder generation, processing and characterization. *Powder Technology*, 326, 159–167. doi: 10.1016/j.powtec.2017.11.061