AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE EM UMA EMPRESA BRASILEIRA DO SEGMENTO DE PAPEL E CELULOSE COM SUPORTE DO MÉTODO TOPSIS

Pedro Pontes Gomes Lopes Martins
Universidade Federal Fluminense
R. Passo da Pátria, 156, São Domingos, Niterói
pedropontes@id.uff.br

Dayane Cabral Ziegler
Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Rua do Passeio, 80, Lapa, Rio de Janeiro
ziegler.dayane@posgraduacao.uerj.br

Mario Jorge Di Renna Santos
Universidade Federal Fluminense
R. Passo da Pátria, 156, São Domingos, Niterói
mariorenna@id.uff.br

Gilson Brito Alves Lima
Universidade Federal Fluminense
R. Passo da Pátria, 156, São Domingos, Niterói
glima@id.uff.br

Osvaldo Luiz Gonçalves Quelhas
Universidade Federal Fluminense
R. Passo da Pátria, 156, São Domingos, Niterói
osvaldoquelhas@id.uff.br

RESUMO

A demonstração utilizada pelas empresas para divulgar e evidenciar suas práticas sustentáveis é o Relatório de Sustentabilidade. A presente pesquisa tem como objetivo investigar de que forma uma empresa líder no segmento de papel e celulose no Brasil divulga aos stakeholders tais práticas e principais indicadores de desempenho econômico, social e ambiental, bem como o seu respectivo impacto na sociedade nesses três pilares e sua influência na tomada de decisão organizacional. Realizou-se um estudo de caso com análise documental dos relatórios de sustentabilidade dessa empresa, no período de 2017 a 2021 para avaliar a evolução dos índices e sua influência na tomada de decisão, sendo utilizados os métodos TOPSIS e AHP Gaussiano nessa avaliação. Observou-se que os critérios econômicos se sobrepõem aos sociais e ambientais dentro de uma análise de desempenho e que em 2017 a empresa analisada teve seu melhor resultado considerando os três aspectos da sustentabilidade avaliados.

PALAVRAS-CHAVE. Sustentabilidade, TOPSIS, AHP Gaussiano.

Tópicos (ADM – Apoio à Decisão Multicritério, POI – PO na indústria)

DOI: 10.59254/sbpo-2023-175111
http://live-proceedings.pantheonsite.io/p/175111

ABSTRACT

The demonstration used by companies to disclose and highlight their practices is the Sustainability Report. This research aims to investigate how a leading company in Brazil's cellulose and paper segment discloses to stakeholders such practices and key economic, social, and environmental performance indicators, as well as their respective impact on society in these three pillars and their influence on organizational decision-making. A case study was carried out with a document analysis of the sustainability reports of this company, from 2017 to 2021, to evaluate the evolution of the indices and their influence on decision-making, using the TOPSIS and Gaussian AHP methods in this evaluation. Note that economic criteria overlap with social and environmental ones within a performance analysis and that in 2017 the company had its best result considering the 3 aspects of sustainability evaluated.

KEYWORDS. Sustainability, TOPSIS, Gaussian AHP.

Paper topics (MDS – multi-criteria decision support, ORI – OR in industry)

DOI: 10.59254/sbpo-2023-175111
http://live-proceedings.pantheonsite.io/p/175111

1. Introdução

Uma empresa para ser sustentável deve buscar em todas as suas ações e decisões a ecoeficiência, procurando produzir mais e com melhor qualidade gerando menos poluição e utilizando menos recursos naturais [Almeida 2002].

O tema da sustentabilidade tornou-se mais presente em contextos governamentais e empresariais a partir do ano de 1972, com a criação do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente e com a realização em Estocolmo da "Primeira Conferência Mundial sobre o Homem e o Meio Ambiente" [PNUMA 2021]. A partir daí, foram realizadas outras conferências que culminaram, no ano de 1987, na criação do relatório intitulado "Nosso futuro comum", mais conhecido como "Relatório Brundtland" [ONU 2020]. Nesse texto foi criada a expressão "desenvolvimento sustentável", definido como "aquele que atende às necessidades das gerações atuais sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atenderem às suas necessidades e aspirações", conceito que se tornou clássico e transpassou a literatura sobre o tema. Nesse contexto, [Romero 2012] enfatiza que o conceito da sustentabilidade começou a ser abordado a partir da década de 70, naquele período era denominado ecodesenvolvimento, pois apresentava a intenção de manter o crescimento econômico eficiente no longo prazo, acompanhado da melhoria das condições sociais e respeito ao meio ambiente.

A Sustentabilidade passou a ser discutida na mídia, com maior formalidade a partir da década de 90, através de relevantes conferências internacionais. Em 1992, a Agência 21 – Eco 92, Rio de Janeiro, divulgou a importância de cada país em firmar compromisso global com as questões sociais e ambientais, tal acontecimento resultou em um avanço na integração das responsabilidades do governo, sociedade e empresas [Ciofi 2010].

Em razão dessas conferências e dos documentos por elas gerados, avançou-se nas questões da sustentabilidade ambiental, principalmente em práticas e regulações que visam a não poluição e a preservação de áreas naturais. No entanto, normas e regulações podem privilegiar conglomerados industriais em detrimento das empresas existentes nos países explorados. Além disso, existem tratados internacionais para regular a emissão de gases dos quais as nações mais ricas do mundo não são signatárias [Planelles 2017].

A sustentabilidade continua sendo um tema amplamente discutido e muito se tem argumentado sobre a importância, bem como o impacto das práticas de sustentabilidade no cenário organizacional.

Esta pesquisa tem como objeto de estudo investigar de que forma uma empresa X - líder no segmento de papel e celulose no Brasil divulga aos stakeholders tais práticas e principais indicadores de desempenho econômico, social e ambiental, bem como o seu respectivo impacto relativo na sociedade nesses três pilares pode ser influenciada na tomada de decisão organizacional. A empresa X em questão num cenário de problemas complexos para a tomada de decisão, agregaria valor significativo utilizando os métodos multicritérios. Nesse contexto, formulou-se a seguinte situação problema: **"Qual é o impacto relativo dos critérios de sustentabilidade no cálculo do desempenho ponderado anual de uma empresa X – líder no segmento de papel e celulose no Brasil?"**

O presente artigo é organizado em seis seções. Além da introdução, a segunda seção descreve uma visão sobre Sustentabilidade Organizacional. Na terceira seção apresenta-se a metodologia utilizada. Na quarta seção desenvolve-se a modelagem dos dados com suporte dos métodos AHP Gaussiano e TOPSIS. A quinta seção apresenta a análise e discussão de resultados e na seção seis são feitas as conclusões da pesquisa.

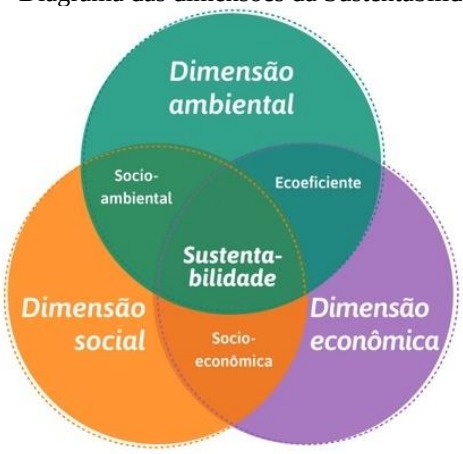
2. Sustentabilidade Organizacional

A sustentabilidade organizacional é apenas uma das sustentabilidades que potencializam o alcance de um desenvolvimento sustentável sistêmico, a soma desses intentos e seus consequentes alcances é o que concede os alicerces institucionais, sociais, culturais e econômicos para a viabilização de um desenvolvimento sustentável sistêmico [L. Munck et al. 2011].

DOI: 10.59254/sbpo-2023-175111
http://live-proceedings.pantheonsite.io/p/175111

A concepção de sustentabilidade surgiu primeiro no âmbito ecológico, pelo entendimento de que os recursos naturais existentes no mundo são finitos e de que a utilização deles exige um equilíbrio estratégico. Posteriormente, o conceito expandiu-se e passou a englobar outros fatores. Portanto, um projeto sustentável é aquele que integra as dimensões ambiental, econômica e social, prezando por processos éticos e inclusivos, como ilustrado na figura 1 a seguir:

Figura 1 – Diagrama das dimensões da Sustentabilidade



Fonte: GONÇALVES, 2020

Nesse contexto, [Savitz 2007] afirma que a visão da sustentabilidade exige que se considere o Triplice Resultado e sua ênfase na prosperidade ambiental, social e econômica como critérios de decisão, em toda e qualquer área da organização, de modo a se refletir sobre os impactos no nível operacional.

De acordo com [Thrassou e Festa 2023] a sustentabilidade é o resultado de um equilíbrio entre o desempenho econômico, social e ambiental, em benefício de todas as partes interessadas. Sustentabilidade organizacional, conforme [Dyllick e Hockerts 2002], significa 'satisfazer as necessidades dos stakeholders diretos e indiretos de uma empresa [...], sem comprometer sua capacidade de atender também às necessidades dos futuros stakeholders'. Isso implica considerar as necessidades de uma empresa, protegendo, sustentando e valorizando os recursos humanos e naturais que serão necessários no futuro [Labuschagne et al. 2005]. Como afirmaram [Bansal 2005]; [White 2009], a sustentabilidade organizacional é alcançada na interseção do desenvolvimento econômico, proteção ambiental e responsabilidade social. Consequentemente, a gestão da sustentabilidade organizacional é “uma resposta corporativa estratégica e lucrativa às questões ambientais e sociais causadas pelas atividades primárias e secundárias da organização” [Salzmann et al. 2005]. No entanto, as definições e abordagens mais notáveis da sustentabilidade, também em contextos empresariais, referem-se ao Relatório Brundtland (1987) e/ou baseiam-se no conceito triple bottom line com as suas dimensões econômica, ambiental e social [ELKINGTON 1998]. [Dyllick e Hockerts 2002] enquadraram as três dimensões no contexto da empresa como o caso de negócios (econômico), o caso natural (ambiental) e o caso social (social). [Thrassou e Festa 2023] concluem que a sustentabilidade organizacional contemporânea deve ser concebida sistematicamente.

Numa perspectiva ampla do mercado, nota-se uma crescente demanda no que diz respeito à sustentabilidade, muitas vezes em detrimento da maximização dos lucros de forma direta, de modo que as empresas planejem e se posicionem como um agente para um futuro mais sustentável.

Não apenas o mercado, como também os países têm se mobilizado e criado regulamentações e objetivos coletivos a fim de alcançar um patamar sustentável de desenvolvimento. E esse modo de planejar para a inovação é considerado um caminho para atingir essas metas de maneira eficiente, principalmente financeiramente [Zhai et al. 2022]. Como exemplo disso, nos últimos anos, as ações de sustentabilidade dentro das empresas foram fundamentais para criação de valor

DOI: 10.59254/sbpo-2023-175111
http://live-proceedings.pantheonsite.io/p/175111

nas organizações e para os seus stakeholders. Em grande parte, essa busca pela sustentabilidade, deve-se a crescente disputa por recursos naturais e por isso o impacto das empresas nesse quesito torna-se um diferencial competitivo e um indicador de performance [Bernardo et al. 2018].

3. Metodologia

Devido à natureza multifacetada e complexa da avaliação das práticas sustentáveis de uma empresa optou-se neste trabalho em aplicar um método híbrido de multicritério para apoiar decisões estratégicas baseadas em indicadores de sustentabilidade. Ao envolver critérios econômicos, sociais e ambientais, a análise requer uma abordagem que integre esses fatores de forma equilibrada e objetiva. O método multicritério escolhido oferece uma estrutura sistemática para ponderar o peso de cada um desses critérios de acordo com suas importâncias relativas, permitindo uma avaliação abrangente e uma tomada de decisão mais embasada. Além disso, considerando a necessidade de analisar dados ao longo de diversos anos, o método multicritério proporciona uma maneira de identificar tendências e variações ao longo do tempo, contribuindo para uma compreensão mais completa do impacto das práticas sustentáveis nos diferentes pilares da empresa.

Este estudo foi estruturado com base no Método AHP Gaussiano e no Método TOPSIS como auxílio multicritério para a tomada de decisão.

O método AHP Gaussiano foi empregado no estudo a fim de estabelecer pesos para cada um dos critérios dentro da análise de forma que posso refletir a importância relativa de cada critério na análise. Isso garante uma avaliação equilibrada, priorizando critérios mais relevantes. Compreender o peso relativo de cada critério no modelo é, por si só, uma informação crucial para a tomada de decisão. Isso se torna ainda mais relevante em cenários com recursos limitados, onde investimentos em sustentabilidade devem ser estratégicos. Os pesos dos critérios podem indicar como o investimento em cada aspecto pode impactar a meta geral de sustentabilidade, possibilitando escolhas mais informadas e direcionadas para maximizar os benefícios com os recursos disponíveis.

A tomada de decisão tende a buscar a melhor opção, ou seja, aquela que apresenta melhor desempenho, avaliação ou a melhor aderência as expectativas do decisor, considerando as opções apresentadas. Dessa forma a tomada de decisão se coloca como base de análises e ponderações realizadas pelo decisor ou decisores ao longo do processo.

3.1 Método AHP Gaussiano

O Método AHP (*Analytic Hierarchy Process*) foi desenvolvido por Thomas Saaty na década de 1970, sendo hoje um dos métodos mais utilizados em problemas de análise multicritério no apoio a decisão. Neste método Saaty propõe uma escala de 1 a 9 para classificar par-a-par cada um dos critérios tomados como relevante para o processo decisório [Colombo et al. 2019].

Após o julgamento da importância de cada um dos critérios a matriz obtida é então normalizada e o peso de cada critério é calculado através da média das relações estabelecidas, linha a linha.

Porém, o método AHP Gaussiano, proposto por [Santos et al. 2021], é decorrente de uma análise de sensibilidade da aplicação do método AHP onde os autores propõem a aplicação de um fator Gaussiano dado pela razão entre a média dos critérios pelo seu desvio padrão. Isso significa que quanto maior o valor do fator gaussiano, mais difícil é obter uma pontuação alta no critério. Dessa forma o peso para cada critério é definido pelo fator Gaussiano normalizado.

Consequentemente, o processo de tomada de decisão e a alocação de pesos para cada um dos critérios fundamentam-se exclusivamente em seus valores, bem como nas suas variações. Nesse contexto, a presença de um decisor para avaliar a equivalência relativa de cada critério, como no método original, torna-se dispensável. Dessa maneira, a avaliação das alternativas pode ser conduzida de maneira autônoma, apoiando-se unicamente nos dados relacionados a cada alternativa.

Este método apresenta uma estrutura de execução bastante similar ao método AHP tradicional, assim como descrita abaixo [Santos et al. 2021]:

DOI: 10.59254/sbpo-2023-175111
http://live-proceedings.pantheonsite.io/p/175111

1. Construção da matriz de decisão
2. Cálculo da matriz normalizada
3. Cálculo da média e do desvio padrão dos critérios
4. Cálculo do fator Gaussiano para cada critério
5. Normalização do fator Gaussiano de cada critério
6. Assumir o fator normalizado de cada critério como seu respectivo peso

Para o presente estudo o método AHP Gaussiano foi utilizado para gerar os pesos dos critérios analisados que posteriormente foram utilizados no método TOPSIS para ponderar as alternativas do modelo.

3.2 Método TOPSIS

O Método TOPSIS (*Technique for Order Preferences by Similarity to Ideal Solution*) foi apresentado por Hwang e Yoon em 1981, sendo também um método multicritério de apoio a tomada de decisão. O método se destaca por permitir avaliar uma quantidade não limitada de alternativas, por ser intuitivo e pela sua simplicidade. A premissa adotada pelo TOPSIS é de que a melhor alternativa é aquela que está mais próxima da solução ideal positiva e mais longe da solução ideal negativa [Colombo et al. 2019].

O método TOPSIS apresenta uma estrutura básica de execução assim como a descrita nas etapas abaixo [Santos da Costa e Duarte 2013]:

1. Construção da matriz de decisão
2. Cálculo da matriz normalizada
3. Cálculo da matriz com os respectivos pesos
4. Identificação das soluções ideias A+ e A-
5. Cálculo das distâncias entre cada alternativa para A+ e A-
6. Cálculo da similaridade para a posição ideal positiva

A construção do método híbrido aqui aplicado é feita de modo que os pesos dos critérios para o método TOPSIS sejam calculados com a prévia aplicação do AHP Gaussiano.

O princípio do método, como já descrito, é avaliar a distância de cada alternativa para as soluções ótimas positivas e negativas (A+ e A-), portanto é necessário encontrar essas duas soluções. Para isso é criado um vetor que para a solução positiva é composto das melhores pontuações dentre as alternativas e para a negativa é composto com as piores pontuações dentre as avaliadas.

Com os vetores A+ e A- identificados, o passo seguinte é o cálculo da distância euclidiana das alternativas até cada um dos vetores. As equações 1 e 2 representam o cálculo desta distância para a alternativa positiva e negativa respectivamente.

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j-1}^{n} (p_{ij} - p_j^+)^2} \quad (1)$$

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j-1}^{n} (p_{ij} - p_j^-)^2} \quad (2)$$

Onde:
pij = é o valor de cada critério j para cada alternativa i

DOI: 10.59254/sbpo-2023-175111
http://live-proceedings.pantheonsite.io/p/175111

pj- = é o valor de cada critério j para a alternativa ideal negativa
pj+ = é o valor de cada critério j para a alternativa ideal positiva

Com as distâncias para cada uma das alternativas ideias (positiva e negativa) é calculada a distância relativa Ci para cada uma das alternativas, sendo esse um valor que varia entre 0 e 1. A equação 3 apresenta o cálculo de Ci.

$$C_i = \frac{D_i^-}{D_i^+ - D_i^-} \tag{3}$$

Os valores encontrados em Ci para cada alternativa podem então ser ordenados de forma decrescente e assim chega-se ao ranking das melhores alternativas segundo o método adotado (De Souza et al. 2018).

4. Modelagem dos Dados

Para embasar e aplicar o método escolhido, foi decidido conduzir um estudo de caso por meio da análise dos relatórios de sustentabilidade publicados anualmente por uma empresa proeminente no setor de papel e celulose no Brasil. Esses relatórios abrangem o período de 2017 a 2021 e contêm informações relativas aos indicadores de sustentabilidade. As informações dos critérios e seus respectivos valores foram extraídas desses relatórios, garantindo uma base sólida e transparente para a implementação do método.

Segundo informações disponíveis em seu site, a empresa é uma das maiores produtoras e exportadoras de papéis para embalagens no país, líder nos mercados de embalagens de papelão ondulado e sacos industriais. Cabe ressaltar que essa empresa é uma sociedade anônima de capital aberto, com 22 fábricas no Brasil e uma na Argentina. Atuando há mais de 120 anos no mercado, ela é a única companhia do mercado brasileiro a oferecer soluções em celuloses de fibra curta, fibra longa e celulose fluff. A empresa em questão foi a escolhida nesta pesquisa devido a seu porte e natureza de sua operação. Além de possuir 23 fábricas operando, a empresa também é detentora de quase 550 mil hectares de florestas e impacta 25 mil colaboradores diretos e indiretos. Dessa forma, a gestão e acompanhamento desses indicadores de sustentabilidade são de grande valia para a sociedade, pois uma vez que haja um desequilíbrio da empresa, o potencial impacto social, econômico e ambiental seria bastante significativo [Klabin 2023].

Para a aplicação do método foi realizado um processo de análise e escolha de nove indicadores relevantes de sustentabilidade para a empresa em questão. Os critérios selecionados possuem relevância direta com os três pilares fundamentais da sustentabilidade, abrangendo os aspectos econômicos, sociais e ambientais. Essa abordagem aderente ao Triple Bottom Line permite uma avaliação mais ampla do desempenho da empresa em relação à sustentabilidade, considerando seu impacto em diferentes dimensões.

Além disso, a consistência e a recorrência desses critérios nos relatórios de sustentabilidade publicados ao longo dos anos analisados proporcionam uma base comparativa sólida, permitindo uma avaliação coerente da evolução do desempenho da empresa. A Tabela 1 traz esses critérios e seus respectivos resultados ao longo dos anos de análise.

DOI: 10.59254/sbpo-2023-175111
http://live-proceedings.pantheonsite.io/p/175111

Tabela 1 - Matriz de decisão dividido por família coerente de critérios

		2017	2018	2019	2020	2021
ECONÔMICO	Produtos vendidos (mil toneladas)	3,32	3,18	3,32	3,56	3,80
	Receita de vendas (milhões de R$)	8.373	10.016	9.996	11.900	16.481
	EBTIDA ajustado (milhões de R$)	2.738	4.024	4.322	4.700	6.865
SOCIAL	Horas de treinamento	46,56	48,59	53,81	57,87	63,17
	Percentual de mulheres	0,16	0,16	0,17	0,17	0,14
	Taxa de frequência de acidente	7,88	8,80	6,30	10,12	8,23
AMBIENTAL	Emissões atmosféricas (T)	709.560,47	688.952,44	713.885,93	716.437,02	730.681,21
	Retirada total de água (m³)	111.417.888,24	108.417.019,12	108.509.341,49	107.094.276,04	106.441.568,21
	Reaproveitamento de residuos sólidos	92,0%	92,0%	92,0%	98,3%	98,1%

Fonte: Elaborada pelos autores (2023)

A Tabela 2 apresenta o cálculo do fator Gaussiano normalizado que, como proposto no método utilizado, representa o peso dos critérios escolhidos para que possam ser ponderados dentro do resultado da análise. Já a Tabela 3 traz os pesos por critério já calculados através do método AHP Gaussiano.

Tabela 2 - Aplicação do método AHP Gaussiano para definição dos pesos dos critérios

		2017	2018	2019	2020	2021	MÉDIA	DESV PAD	GUASS	GAUSS
ECONÔMICO	Produtos vendidos (mil toneladas)	0,1932	0,1851	0,1932	0,2072	0,2212	0,20	0,0142673	0,07134	0,063329829
	Receita de vendas (milhões de R$)	0,1475	0,1764	0,1761	0,2096	0,2903	0,20	0,0550805	0,27540	0,244491874
	EBTIDA ajustado (milhões de R$)	0,1209	0,1777	0,1908	0,2075	0,3031	0,20	0,0661975	0,33099	0,293838108
SOCIAL	Horas de treinamento	0,1724	0,18	0,1993	0,2143	0,234	0,20	0,0250992	0,12550	0,111410425
	Percentual de mulheres	0,1982	0,1982	0,2105	0,2144	0,1788	0,20	0,0139202	0,06960	0,061789116
	Taxa de frequência de acidente	0,2048	0,1834	0,2562	0,1594	0,1961	0,20	0,0357643	0,17882	0,15875091
AMBIENTAL	Emissões atmosféricas (T)	0,2006	0,2066	0,1994	0,1987	0,1948	0,20	0,0042742	0,02137	0,018972295
	Retirada total de água (m³)	0,1945	0,1999	0,1997	0,2023	0,2036	0,20	0,0034923	0,01746	0,015501837
	Reaproveitamento de residuos sólidos	0,1948	0,1948	0,1948	0,2081	0,2077	0,20	0,0071901	0,03595	0,031915604

Fonte: Elaborada pelos autores (2023)

. Tabela 3 - Pesos atribuídos para cada um dos critérios

	ECONÔMICO			SOCIAL			AMBIENTAL		
	Produtos vendidos (mil toneladas)	Receita de vendas (milhões de R$)	EBTIDA ajustado (milhões de R$)	Horas de treinamento	Percentual de mulheres	Taxa de frequência de acidente	Emissões atmosféricas (T)	Retirada total de água (m³)	Reaproveitamento de residuos
PESO	0,063329829	0,244491874	0,293838108	0,111410425	0,06178912	0,15875091	0,018972295	0,015501837	0,0319156

Fonte: Elaborada pelos autores (2023)

Para a obtenção do resultado da análise do desempenho sustentável ano a ano da empresa analisada, foi aplicado o método TOPSIS ponderando os critérios com os pesos provenientes do resultado do AHP Gaussiano. Como o próprio método propõe, a solução ideal é aquela que está ao mesmo tempo mais próxima da solução ideal positiva e mais longe da solução ideal negativa.

A aplicação do método TOPSIS foi realizada com base na matriz de decisão apresentada na Tabela 1. O processo seguiu os passos determinados pelo método, começando pela normalização e subsequente transposição dos valores contidos na matriz, conforme apresentado na Tabela 4.

DOI: 10.59254/sbpo-2023-175111
http://live-proceedings.pantheonsite.io/p/175111

Tabela 4 – Matriz de decisão transposta e normalizada (TOPSIS)

	ECONÔMICO			SOCIAL			AMBIENTAL		
	Produtos vendidos (mil toneladas)	Receita de vendas (milhões de R$)	EBTIDA ajustado (milhões de R$)	Horas de treinamento	Percentual de mulheres	Taxa de frequência de acidente	Emissões atmosféricas (T)	Retirada total de água (m³)	Reaproveitamento de residuos sólidos
2017	0,19325	0,15	0,12	0,17	0,20	0,19	0,20	0,21	0,19
2018	0,19	0,18	0,18	0,18	0,20	0,21	0,19	0,20	0,19
2019	0,19	0,18	0,19	0,20	0,21	0,15	0,20	0,20	0,19
2020	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21	0,24	0,20	0,20	0,21
2021	0,22	0,29	0,30	0,23	0,18	0,20	0,21	0,20	0,21

Fonte: Elaborada pelos autores (2023)

Após a normalização da matriz, o próximo passo envolveu a atribuição de pesos aos critérios, derivados da utilização do método AHP Gaussiano. Na Tabela 5, os valores correspondentes a cada critério já refletem a incorporação dos pesos atribuídos a eles. Isso resultou em uma representação que considera a importância relativa de cada critério na avaliação geral das alternativas.

Tabela 5 – Critérios normalizados e ponderados

	ECONÔMICO			SOCIAL			AMBIENTAL		
	Produtos vendidos (mil toneladas)	Receita de vendas (milhões de R$)	EBTIDA ajustado (milhões de R$)	Horas de treinamento	Percentual de mulheres	Taxa de frequência de acidente	Emissões atmosféricas (T)	Retirada total de água (m³)	Reaproveitamento de residuos sólidos
2017	0,012238	0,036063	0,035522	0,019212	0,012244	0,030265	0,003782	0,003187	0,006216
2018	0,011722	0,043139	0,052206	0,020050	0,012244	0,033799	0,003672	0,003102	0,006216
2019	0,012238	0,043053	0,056072	0,022204	0,013009	0,024197	0,003805	0,003104	0,006216
2020	0,013123	0,051253	0,060976	0,023880	0,013246	0,038880	0,003819	0,003064	0,006641
2021	0,014008	0,070984	0,089063	0,026065	0,011046	0,031610	0,003895	0,003045	0,006628

Fonte: Elaborada pelos autores (2023)

Após essa etapa já é possível identificar as soluções ideais positivas e negativas de cada um dos critérios. A Tabela 6 traz os valores encontrados.

Tabela 6 - Cálculo da solução ideal para aplicação do método TOPSIS

	ECONÔMICO			SOCIAL			AMBIENTAL		
	Produtos vendidos (mil toneladas)	Receita de vendas (milhões de R$)	EBTIDA ajustado (milhões de R$)	Horas de treinamento	Percentual de mulheres	Taxa de frequência de acidente	Emissões atmosféricas (T)	Retirada total de água (m³)	Reaproveitamento de residuos sólidos
A+	0,014	0,071	0,089	0,026	0,013	0,039	0,004	0,003	0,007
A-	0,012	0,036	0,036	0,019	0,011	0,024	0,004	0,003	0,006

Fonte: Elaborada pelos autores (2023)

Por fim, na Tabela 7 é calculada a distância euclidiana de cada uma das alternativas para as soluções ideias positivas e negativas e suas respectivas pontuações que aparecem na Tabela 8 ranqueadas a partir da de melhor desempenho para a de menor desempenho.

Tabela 7 - Distância para a solução ideal

	D+	D-	PONTUAÇÃO
2017	0,315	0,378	0,545
2018	0,065	0,006	0,087
2019	0,047	0,021	0,305
2020	0,046	0,022	0,324
2021	0,034	0,034	0,493

Fonte: Elaborada pelos autores (2023)

Tabela 8 - Ranking final do método TOPSIS

	PONTUAÇÃO	RANKING
2017	0,545	1
2021	0,493	2
2020	0,324	3
2019	0,305	4
2018	0,087	5

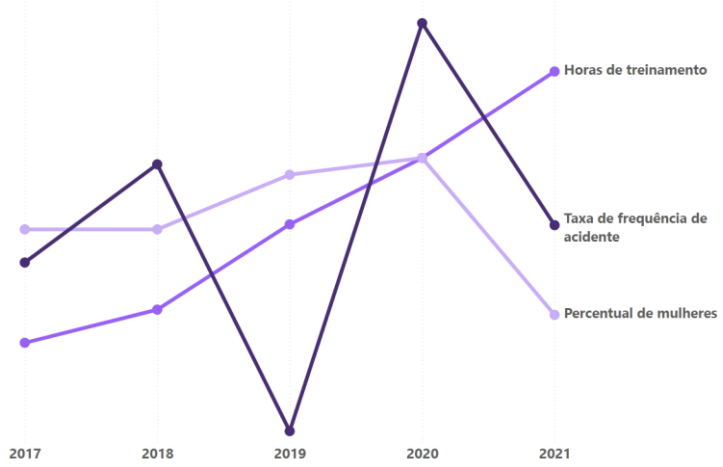
Fonte: Elaborada pelos autores (2023)

DOI: 10.59254/sbpo-2023-175111
http://live-proceedings.pantheonsite.io/p/175111

5. Análise e discussão dos resultados

Com os dados em mão é possível realizar uma análise gráfica dos métodos aplicados e obter algumas conclusões. As Figuras 2, 3 e 4 representam a evolução de cada um dos critérios separados dentro de suas respectivas famílias coerentes de critérios ao longo dos anos de análise. Vale ressaltar que os valores plotados foram normalizados para que pudessem ser comparados graficamente. Na Figura 2, analisando o aspecto social ao longo dos anos, nota-se uma considerável evolução no ano de 2020 que não se manteve para o ano de 2021 para dois dos três critérios avaliados.

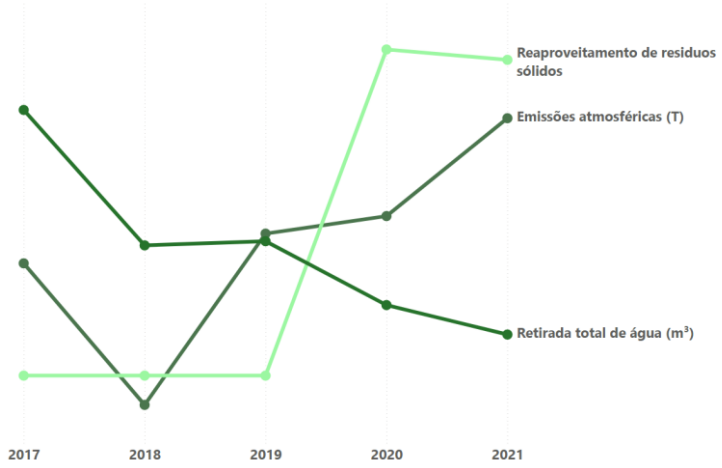
Figura 2 - Análise dos critérios sociais entre 2017 e 2021 (dados normalizados)



Fonte: Elaborada pelos autores (2023)

Na Figura 3, representativa da evolução dos critérios ambientais da empresa nota-se uma considerável evolução nos últimos dois anos de dois dos três critérios analisados. Destaca-se o critério total de resíduos sólidos reaproveitados, que apresentou aumento significativo.

Figura 3 - Análise dos critérios ambientais entre 2017 e 2021 (dados normalizados)

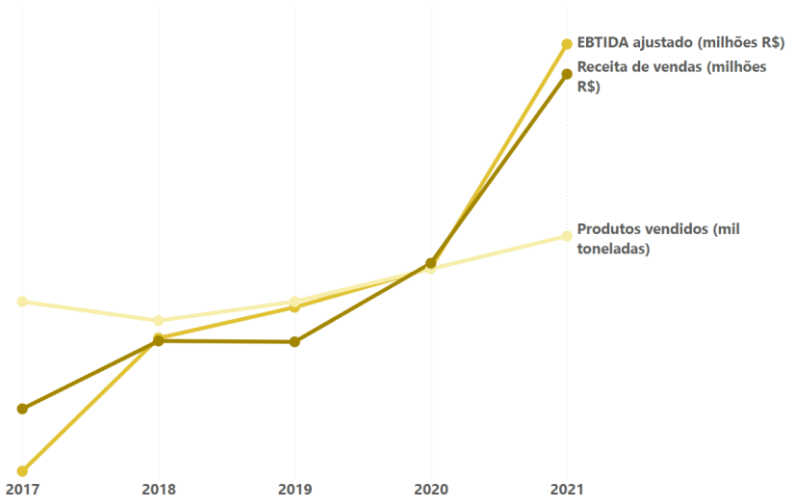


Fonte: Elaborada pelos autores (2023)

Finalmente, a Figura 4 apresenta a análise do desempenho econômico da empresa nos últimos cinco anos. É notório a crescente evolução de todas as métricas verificadas neste estudo, principalmente no último ano no qual a receita de vendas e o EBTIDA ajustado apresentaram saltos significativos.

DOI: 10.59254/sbpo-2023-175111
http://live-proceedings.pantheonsite.io/p/175111

Figura 4 - Análise dos critérios econômicos entre 2017 e 2021 (dados normalizados)

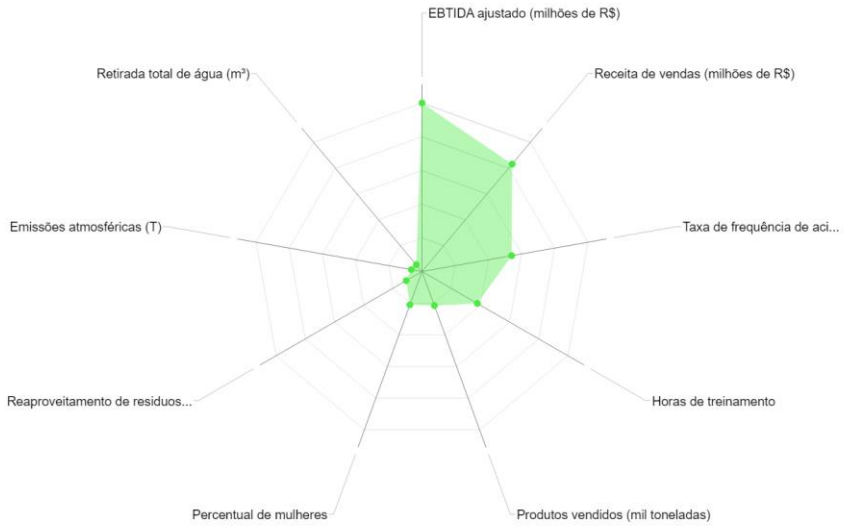


Fonte: Elaborada pelos autores (2023)

Por sua vez, a Figura 4 apresenta um gráfico representativo do peso dos critérios dentro da análise após a aplicação do método AHP Gaussiano. É possível identificar que na avaliação os aspectos econômicos seguem sendo os mais relevantes na hora de se analisar uma empresa, mesmo que se considerem os três principais aspectos dentro de uma análise de sustentabilidade, que são o econômico, o social e o ambiental.

Consequentemente, a análise preliminar do peso de cada uma das alternativas denota relevância para definir estratégias de investimento por parte da gestão da empresa, possibilitando a comparação entre os impactos de cada uma das ações no resultado.

Figura 5 - Impacto dos pesos a partir do cálculo pelo método AHP Gaussiano



Fonte: Elaborada pelos autores (2023)

DOI: 10.59254/sbpo-2023-175111
http://live-proceedings.pantheonsite.io/p/175111

6. Conclusões

A aplicação de um método multicritério no contexto empresarial com o objetivo de analisar a sustentabilidade de uma organização ao longo dos anos, pode ser bastante relevante para a identificação de possíveis pontos de melhorias, estabelecimento de objetivos estratégicos e compreender as necessidades e expectativas das partes interessadas.

A partir desta análise decisões como o estabelecimento de metas para melhorar o desempenho social da empresa ou então um plano de investimento em práticas mais sustentáveis de produção podem ser tomadas e assim alinhar o crescimento da empresa a práticas sustentáveis.

Já os pesos resultados da aplicação do método AHP Gaussiano podem auxiliar o decisor na hora de priorizar ações permitindo uma alocação de recursos de forma mais estratégica. Desse modo, a empresa pode ponderar tanto com base nos seus critérios de menor pontuação e estabelecer estratégias de melhoria quanto com impacto gerado em cada área de investimento com o apoio da análise dos pesos dos critérios. Além disso uma decisão suportada por uma análise multicritério permite a empresa ser mais transparente com as partes interessadas na hora de justificar suas escolhas de alocação de recursos.

No caso da empresa analisada é possível notar que os índices econômicos e de sustentabilidade, de modo geral, tiveram uma significativa melhora enquanto os sociais tiveram uma queda no período, o que já pode significar um alerta para a empresa e um possível direcionamento para investir em mais programas sociais ou reforçar aqueles que já existem.

O resultado da aplicação do método aponta o ano de 2017 como o ano de melhor performance geral da empresa nos três aspectos de sustentabilidade analisados. Esse resultado tem relevância para que a empresa possa utilizar este ano como *benchmarking* interno e identificar quais iniciativas realizadas no período foram mais relevantes para atingir esta marca.

Um outro ponto de análise é quanto ao peso encontrado para cada um dos critérios. No estudo realizado percebe-se uma importância consideravelmente maior para os critérios econômicos dentro da análise. Isso vai de encontro com o que se nota no mercado, os critérios econômicos são fundamentais para a saúde e sobrevivência de um negócio, porém não se pode negligenciar os aspectos ambientais e sociais da organização.

É fundamental reconhecer a interdependência e a sinergia desses aspectos e as expectativas das partes interessadas, pois investimentos nos aspectos sociais e ambientais pode ser a chave para um desenvolvimento sustentável a longo prazo de uma empresa.

DOI: 10.59254/sbpo-2023-175111
http://live-proceedings.pantheonsite.io/p/175111

Referências

Almeida, Fernando (2002). O bom negócio da sustentabilidade. Rio de Janeiro: Nova Fronteira.

Bansal, P. (2005). Evolving sustainably: A longitudinal study of corporate sustainable development. Strategic Management Journal. 26, 197–218.

Bernardo, S. et al. (2018). Investimento sustentável e o reflexo das informações de ESG nos relatos integrados das empresas. VIII Simpósio de Iniciação Científica, Didática e de Ações Sociais da FEI.

Ciofi, J. L. (2010). Uma investigação do nível de sustentabilidade das companhias de papel e celulose e a influência das informações financeiras sobre a qualidade da divulgação socioambiental - Dissertação de Mestrado em Controladoria e Contabilidade. Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.

Colombo, D. et al. (2019). Seleção da melhor configuração de poço de petróleo para o desenvolvimento de um campo utilizando o método AHP TOPSIS 2N. XIX Simpósio de pesquisa operacional e logística da marinha.

De Souza, L. P.; Gomes, C. F. S.; De Barros, A. P. (2018). Implementation of New Hybrid AHP–TOPSIS-2N Method in Sorting and Prioritizing of an it CAPEX Project Portfolio. International Journal of Information Technology & Decision Making, v. 17, n. 04, p. 977–1005.

Dyllick, T., Hockerts, K. (2002). Beyond the business case for corporate sustainability. Business Strategy and the Environment. 11, 130–141.

Elkington, J. (1998). Cannibals with Forks: The Triple Bottom Line of the 21st Century Business. Capstone, Oxford.

GONÇALVES, Mariana Schmitz. As dimensões da Sustentabilidade. 2020. Disponível em: https://medium.com/n%C3%BAcleo-de-design-sustentabilidade-ufpr/as-dimens%C3%B5es-da-sustentabilidade-b0bf824913b6. Acessado: 2022-02-09.

Klabin (2023). Web page. https://klabin.com.br/nossa-essencia/sobre-a-klabin. Acessado: 2023-06-06.

Labuschagne, C., Brenta, A.C., Erck, R.P.G. (2005). Assessing the sustainability performances of industries. Journal of Cleaner Production. 13, 373–385.

L. Munck; M. G. M. Munck & R. Borim-de-Souza. Sustentabilidade Organizacional: A Proposição de uma Framework Representativa do Agir Competente para seu Acontecimento. Belo Horizonte: Gerais: Revista Interinstitucional de Psicologia, 4 (2), Edição Especial, dezembro, 2011, 147-158

ONU (2020). A ONU e o meio ambiente. Fonte: Nações Unidas Brasil: https://brasil.un.org/pt-br/91223-onu-e-o-meio-ambiente

Planelles, Manuel. Saída dos EUA do acordo climático é um golpe em um pacto que já era insuficiente. 2017. Disponível em: https://brasil.elpais.com/brasil /2017/06/02/internacional/1496393721_751866.html. Acessado: 2021-11-08

PNUMA. Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente. 2021. Disponível em: <https://www.unep.org/pt-br/sobre-onu-meio-ambiente>. Acessado: 2021-03-10.

DOI: 10.59254/sbpo-2023-175111
http://live-proceedings.pantheonsite.io/p/175111

Romero, A. R. (2012). Desenvolvimento sustentável: uma perspectiva econômico-ecológica. Estudos Avançados, São Paulo, 26(74), 124-145.

Salzmann, O., Ionescu-Somers, A., Steger, U. (2005). The Business Case for Corporate Sustainability: Literature Review and Research Options. European Management Journal. 23(1), 27–36.

Santos da Costa, L.; Duarte, A. M. (2013). Uma metodologia para a pré-seleção de ações utilizando o método multicritério TOPSIS. Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, p. 518–529.

Santos, M. d., Costa, I. P., & Gomes, C. F. (2021). Multicriteria Decision-Making In Theselection Of Warships: A New Approach To The Ahp Method. International Journal of the Analytic Hierarchy Process

Savitz, A.W. E Weber, K. (2007). A empresa sustentável: o verdadeiro sucesso é o lucro com responsabilidade social e ambiental. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier.

Souza Marins, C.; De Oliveira Souza, D.; Da Silva Barros, M. (2009). O uso do método de análise hierárquica (AHP) na tomada de decisões gerenciais - Um estudo de caso. XLI SBPO 2009 - Pesquisa Operacional na Gestão do Conhecimento, p. 1778–1788.

Thrassou, Alkis e Festa, Giuseppe (2023). Contemporary Organization sustainability: The Symbiotic Relationship Between Business and Society. FIIB Business Review, 12(2):115-119.

White, P. (2009). Building a sustainability strategy into the business. Corporate Governance: The international journal of business in society. 9(4), 386-394.

Zhai, Y. et al. (2022). Does better environmental, social, and governance induce better corporate green innovation: The mediating role of financing constraints. Corporate Social Responsibility and Environmental Management, v. 29, n. 5, p. 1513–1526.

DOI: 10.59254/sbpo-2023-175111
http://live-proceedings.pantheonsite.io/p/175111