

APLICAÇÃO DE MÉTODOS *HESITANT FUZZY* INTEGRADOS PARA AVALIAÇÃO DA MATURIDADE EM ESG

1 INTRODUÇÃO

O conceito de ESG (*Environmental, Social, and Governance*) emergiu como uma resposta à pressão da sociedade e de investidores para que empresas demonstrassem responsabilidade ambiental, compromisso social e práticas de governança transparentes. Introduzido formalmente em 2004 pelo então Secretário-Geral das Nações Unidas, Kofi Annan, ESG representa uma abordagem abrangente para integrar questões ambientais, sociais e de governança nas estratégias organizacionais. A importância do ESG reside na sua capacidade de promover práticas responsáveis e de longo prazo, que não só atendem às expectativas dos seus *stakeholders*, mas também mitigam riscos e criam valor sustentável para as organizações (ZHOU et al., 2022).

Diante da complexidade de mensurar os aspectos ESG, as organizações utilizam normas para padronizar os temas descritos em seus relatórios, sendo que uma em cada três publicam relatórios de sustentabilidade adotando as diretrizes da *Global Reporting Initiative* (GRI). Essas diretrizes fornecem um quadro abrangente para divulgação de informações sobre os impactos econômicos, ambientais e sociais das organizações. Embora a GRI seja um instrumento balizador dos temas a serem abordados, ela não define metas, critérios de comparação ou estágios de evolução dos aspectos da sustentabilidade (GRI, 2016). Ainda que as organizações, de forma geral, desenvolvam práticas relacionadas à sustentabilidade, é difícil mensurar o resultado dessas ao longo do tempo, bem como decidir quais temas priorizar (BOFINGER et al., 2022).

Assim, a avaliação da maturidade em ESG tem por objetivo apoiar soluções que visam mitigar os impactos de uma empresa, além de identificar pontos fortes e áreas de melhoria para adoção de práticas mais sustentáveis (CAPPUYNS, 2016). A avaliação dos indicadores de sustentabilidade organizacional frequentemente envolve múltiplos tomadores de decisão. Esses decisores têm a tarefa de determinar os pesos das métricas e as pontuações das alternativas dentro de um contexto marcado pela incerteza. Estudos prévios indicam que o uso de variáveis linguísticas pode ser uma alternativa viável no processo de avaliação dos aspectos da sustentabilidade, uma vez que estas variáveis lidam com aspectos qualitativos, incerteza e avaliações subjetivas (FINGER; LIMA, 2022).

A mensuração dos aspectos da sustentabilidade organizacional ainda apresenta desafios, frequentemente devido à sua natureza subjetiva e à dificuldade de definir e mensurar indicadores de desempenho. Ademais, frequentemente não há padrões de referência para interpretações dos resultados da avaliação. Nesse contexto, os modelos de maturidade baseados em métodos multicritério pode ser empregados para medir os estágios de evolução da sustentabilidade organizacional (YAZO-CABUYA et al., 2024). Dois métodos multicritério baseados na Teoria dos Conjuntos *Fuzzy Linguísticos Hesitantes* (*Hesitant Fuzzy Linguistic Term Sets*, HFLTS), denominados *Hesitant Fuzzy Linguistic-QFD* (*Quality Function Deployment*) e *Hesitant Fuzzy Linguistic-TOPSIS* (*Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*), são particularmente úteis a esse problema, pois auxiliam na tomada de decisão em grupo em ambientes de incerteza, sem limitar a quantidade de critérios e alternativas considerados.

Nesse contexto, esse estudo objetiva aplicar os referidos métodos para avaliação da maturidade em ESG. A aplicação foi feita considerando a realidade de três cooperativas paranaenses que atuam no agronegócio. Foram adotados 29 critérios baseados na norma GRI. As organizações foram classificadas com base em níveis de maturidade seguindo o *framework* da estrutura para implementação de princípios ESG (IWA 48: 2024) Os procedimentos adotados para condução desse estudo são detalhados a seguir.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O tipo de estudo realizado consiste em modelagem e simulação computacional, pois envolveu a construção de um modelo quantitativo baseado em dois métodos multicritério, com variáveis de entrada e variáveis de saída que possuem relações causais entre si. O estudo também foi embasado por uma pesquisa bibliográfica realizada na base *Scopus*. As buscas de artigos foram feitas com as palavras-chave: ESG, *multicriteria*, *multi-criteria*, *model maturity* e GRI.

A implementação computacional foi feita em Microsoft Excel. As equações implementadas foram baseadas em Beg e Rashid (2013) e Osiro et al. (2018). O método HFL-QFD foi aplicado para definir os pesos das dimensões do ESG e dos critérios selecionados com base na norma GRI. Para a avaliação do nível de maturidade das organizações, foi utilizado o método HFL-TOPSIS.

A aplicação do modelo considerou a opinião de nove decisores, os quais são funcionários das cooperativas selecionadas. Eles são líderes em sustentabilidade, responsáveis pelo desenvolvimento e implementação das práticas de ESG, com formação específica na área. Em cada cooperativa, três decisores participaram da avaliação. Um de cada cooperativa analisou os requisitos e todos avaliaram os critérios e as cooperativas agroindustriais (também chamadas de “alternativas”). Os julgamentos foram inseridos no modelo computacional, que gerou o ranqueamento e a classificação do grau de maturidade das organizações. Os níveis de maturidade seguiram o *framework* IWA 48:2024, definidos em quatro estágios: Padrões Mínimos, Conformidade, Desenvolvendo e Orientado por Valores. O Quadro 1 apresenta as expressões linguísticas utilizadas para avaliação dos requisitos e critérios.

Quadro 1 - Expressões linguísticas para avaliação dos requisitos e critérios

Expressão	Exemplo de uso	Valores Selecionados
"Menor que..."	Menor que baixo	Nada e muito baixo
"No máximo..."	No máximo alto	Muito baixo e baixo
"Entre...e..."	Entre baixo e alto	Baixo, médio e alto
"Pelo menos..."	Pelo menos médio	Médio, alto e muito alto
"Maior que ..."	Maior que médio	Alto, muito alto e absoluto

Fonte: Autoria própria (2025). Adaptado de Rodrigues, Martinez e Herrera (2013).

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 ESG

A relevância do ESG está em alinhar as contribuições sociais com a geração de lucro. Além disso, o ESG oferece suporte às organizações na identificação e gestão de potenciais riscos, ao mesmo tempo em que reconhece a importância da criação de valor a longo prazo e envolve os diversos *stakeholders* no processo de gerenciamento dos aspectos relacionados (BOFINGER et al., 2022). Essa abordagem foi incorporada no Pacto Global da ONU como uma parte integral da estratégia para o desenvolvimento sustentável (LEE et al., 2023).

O tema ESG está intrinsecamente ligado à norma GRI, a qual fornece um conjunto de diretrizes e padrões para relatórios de sustentabilidade que ajudam as empresas a identificar, medir e relatar suas práticas de ESG de forma transparente e padronizada (FATEMI et al., 2018). Enquanto o ESG se concentra em áreas amplas de responsabilidade corporativa, como impacto ambiental, responsabilidade social e governança empresarial, a GRI oferece uma estrutura para coletar e comunicar essas informações de forma consistente.

A estrutura ESG reconhece que resultados positivos serão mais eficazes, produtivos e sustentáveis se uma cultura de apoio for incorporada em toda a organização. A boa governança (G) permite o desenvolvimento de uma cultura ESG coerente. Os aspectos ESG não são uma posição fixa com um resultado aprovado ou reprovado, mas uma jornada de crescimento e aprofundamento da maturidade ESG, integrando melhoria contínua e mostrando os resultados diferenciais para comunidades (social) e o meio ambiente (IWA 48, 2024).

Dessa forma, este estudo buscou integrar os aspectos de ESG a um modelo de avaliação da maturidade organizacional, ampliando a análise por meio da incorporação dos temas previstos nas diretrizes da GRI. A proposta, portanto, visa não apenas mensurar o nível de maturidade das organizações em relação às práticas de sustentabilidade, mas também alinhar essa mensuração a padrões internacionalmente reconhecidos de reporte e transparência, fortalecendo a comparabilidade e a legitimidade dos resultados.

3.2 O Método HFL-QFD

O HFL-QFD combina os conjuntos *fuzzy* linguísticos hesitantes com o processo de desdobramento do QFD, a fim de melhorar a tomada de decisão em projetos e sistemas complexos, caracterizados por incerteza e subjetividade nos dados. O HFL-QFD é usado para traduzir as necessidades dos *stakeholders* em características ou critérios técnicos de um produto, serviço ou sistema, priorizando esses requisitos e critérios, de maneira que as imprecisões sejam levadas em conta. Para a aplicação do método, são necessários sete passos (OSIRO et al., 2018):

- a) Identificação dos Requisitos e Critérios: coletar informações sobre o que os *stakeholders* desejam. Na sequência, selecionar critérios baseados na literatura e/ou entrevistas com especialistas, levando em conta os requisitos predefinidos.
- c) Ponderação dos Requisitos: utilizar uma matriz "*what*" para ponderar os requisitos com base em julgamentos linguísticos fornecidos por especialistas.
- d) Cálculo dos Pesos dos Requisitos: com base nos julgamentos coletados em "c", realizar as operações baseadas no cálculo das distâncias entre as pontuações dos requisitos e as soluções ideais. Posteriormente, calcula-se o coeficiente de proximidade e normalizam-se os resultados.
- e) Avaliação da Intensidade dos Relacionamentos: avaliar a intensidade dos relacionamentos entre os requisitos e os critérios selecionados usando uma matriz "*how*".
- f) Cálculo dos Pesos dos Critérios: agregar os julgamentos fornecidos pelos decisores e calcular os pesos dos critérios. Novamente, utilizam-se operações de distância, cálculo do coeficiente de similaridade e normalização. As equações são detalhadas em Osiro et al. (2018).

3.3 O Método HFL-TOPSIS

HFL-TOPSIS é uma técnica de tomada de decisão multicritério que combina conjuntos *fuzzy* linguísticos hesitantes com o método TOPSIS. Essa combinação é particularmente útil para lidar com problemas em que há muitas variáveis e seus valores são incertos, imprecisos e/ou subjetivos. Nesse método, as alternativas são ranqueadas com base na proximidade destas em relação às soluções ideais positiva e negativa. Esse método permite que os decisores expressem seus julgamentos na forma de termos linguísticos, como "alto" e "baixo", os quais são então quantificados por HFLTS (BEG; RASHID 2013). De acordo com Beg e Rashid (2013), o HFL-TOPSIS é aplicado seguindo estas etapas:

- a) Montar uma matriz de decisão composta por HFLTSs para representar os julgamentos de cada decisor. As linhas da matriz se referem às alternativas, enquanto os critérios são posicionados nas colunas;
- b) Agrega-se os julgamentos dos decisores em uma única matriz;
- c) Define-se a Solução Ideal Positiva (SIP) e a Solução Ideal Negativa (SIN).
- d) Calcula-se as distâncias entre as pontuações das alternativas e as soluções ideais.
- e) Utilizando os resultados do passo anterior, encontra-se o coeficiente de proximidade relativa (*RC*) para as alternativas. Com base nele, gera-se a classificação das alternativas A_i ($i=1,2,\dots,n$) considerando que, quanto maior $RC(A_i)$, maior a pontuação geral.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tabela 1 apresenta o resultado do cálculo dos pesos dos requisitos (matriz “*what*”). A primeira coluna corresponde à identificação dos requisitos, representados como R1, R2 e R3, os quais estão associados às três dimensões do ESG. A segunda coluna refere-se à PIS, que indica o quão distante cada requisito está da melhor situação possível. Nesse caso, quanto maior o valor, mais próximo o requisito está da situação ideal em termos de desempenho.

A terceira coluna apresenta a NIS, que representa a distância em relação à pior situação possível. Diferentemente da anterior, valores maiores são desejáveis, pois indicam que o requisito está mais afastado da condição menos favorável. Na sequência, a quarta coluna corresponde ao grau de satisfação que expressa, de forma relativa, o quanto cada requisito se aproxima da SIP, sendo que valores mais próximos de 1 indicam melhor desempenho. A quinta coluna apresenta o peso normalizado de cada requisito. Esse peso reflete a importância relativa de cada requisito. Por fim, a última coluna indica a classificação dos requisitos. O requisito classificado como primeiro (Governança) é considerado o mais relevante para o contexto avaliado, seguido dos demais em ordem decrescente de importância.

Tabela 1 - Resultado do cálculo dos pesos dos requisitos (HFL-QFD)

Identificação	Distância da SIP	Distância da SIN	Peso do requisito	Peso normalizado	Classificação
R1	0,101	0,101	0,500	0,296	2
R2	0,101	0,101	0,500	0,296	2
R3	0,058	0,130	0,691	0,409	1

Fonte: Autoria própria (2025).

Considerando os requisitos ESG e sua correspondência com a norma GRI, foram extraídos os 29 critérios a partir dessa norma, os quais foram organizados por tema e validados junto aos decisores. Assim, os critérios utilizados estão apresentados no Quadro 2 com a respectiva identificação (Id). Após a agregação das matrizes dos decisores, foram calculados os pesos dos critérios, levando em consideração os pesos dos requisitos (obtidos na matriz *what*), como apresentado na Tabela 2.

Quadro 2 - Identificação dos critérios selecionados com base na GRI

Id	Crítérios	Id	Crítérios
C1	Mitigação de emissões de gases de efeito estufa (GEE)	C16	Saúde e segurança ocupacional
C2	Mapeamento dos efeitos das mudanças climáticas	C17	Qualidade de vida no trabalho
C3	Gestão energética	C18	Liberdade sindical
C4	Gestão do uso da água	C19	Política de remuneração e benefícios
C5	Gestão de efluentes	C20	Responsabilidade com consumidores e clientes
C6	Gestão da biodiversidade	C21	Gestão de fornecedores e devida diligência
C7	Gestão de resíduos	C22	Governança sobre o tema sustentabilidade
C8	Promoção da economia circular	C23	Gestão do tema anticorrupção, adequação a LGPD e programa de compliance
C9	Gestão do Impacto do uso do solo	C24	Mapeamento e gestão dos <i>stakeholders</i>
C10	Avaliação ambiental de fornecedores	C25	Gestão da materialidade da organização
C11	Diálogo com a comunidade	C26	Auditorias e controles internos
C12	Relações de trabalho	C27	Participação em organizações setoriais
C13	Combate ao trabalho escravo/análogo a escravidão e trabalho infantil	C28	Relatórios financeiros e prestação de contas as partes interessadas
C14	Promoção da diversidade, equidade e inclusão	C29	Relatórios de ESG ou sustentabilidade
C15	Desenvolvimento profissional de empregados		

Fonte: Autoria própria (2025).

Tabela 2 - Resultado dos cálculos dos pesos dos critérios (HFL-QFD)

Identificação	Distância da SIP	Distância da SIN	Peso do critério	Peso normalizado	Classificação
C1	0,091	0,218	0,705	0,040	8
C2	0,130	0,166	0,561	0,032	17
C3	0,177	0,134	0,431	0,024	25
C4	0,199	0,127	0,389	0,022	27
C5	0,183	0,112	0,379	0,022	28
C6	0,122	0,141	0,536	0,030	19
C7	0,115	0,163	0,587	0,033	15
C8	0,134	0,152	0,532	0,030	20
C9	0,134	0,152	0,532	0,030	21
C10	0,148	0,118	0,443	0,025	24
C11	0,148	0,130	0,467	0,027	23
C12	0,104	0,175	0,628	0,036	13
C13	0,060	0,278	0,821	0,047	4
C14	0,111	0,205	0,649	0,037	11
C15	0,196	0,094	0,323	0,018	29
C16	0,090	0,208	0,699	0,040	10
C17	0,125	0,172	0,580	0,033	16
C18	0,081	0,275	0,771	0,044	5
C19	0,091	0,254	0,737	0,042	7
C20	0,081	0,275	0,771	0,044	6
C21	0,122	0,128	0,512	0,029	22
C22	0,030	0,284	0,904	0,051	1
C23	0,130	0,202	0,609	0,035	14
C24	0,083	0,196	0,701	0,040	9
C25	0,054	0,254	0,824	0,047	3
C26	0,115	0,205	0,642	0,036	12
C27	0,156	0,107	0,407	0,023	26
C28	0,157	0,199	0,559	0,032	18
C29	0,036	0,296	0,891	0,051	2

Fonte: Autoria própria (2025).

Com base nos cálculos realizados, verifica-se que os critérios mais relevantes para a avaliação dos aspectos ESG são, respectivamente, o critério 22, seguido do critério 29, na sequência o critério 25, e por fim, o critério 13 conforme descrito no Quadro 1. Tais resultados evidenciam a centralidade do eixo de governança na gestão dos aspectos ESG.

Após a aplicação do HFL-QFD, foi aplicada o HFL-TOPSIS. Mantiveram-se as três cooperativas participantes da etapa anterior, com a inclusão de dois novos decisores por cooperativa. Esses foram responsáveis por avaliar sua respectiva organização em relação a cada um dos critérios estabelecidos. Por meio da aplicação do HFL-TOPSIS, foram gerados os valores das distâncias das soluções ideais para cada alternativa, assim como os coeficientes de proximidade $RC(A_i)$, conforme a Tabela 3. Os níveis possíveis de classificação foram definidos conforme o Quadro 3. Dessa forma, foi possível identificar as cooperativas que tiveram o melhor desempenho no processo de avaliação da maturidade em ESG. Assim, as cooperativas A1 e A2 foram classificadas no nível de maturidade “Desenvolvendo ESG” e a cooperativa A3 no nível de maturidade “Conformidade em ESG”.

Tabela 3 - Resultados da avaliação e classificação das cooperativas (HFL-TOPSIS)

Cooperativas	Distância da SIP	Distância da SIN	$RC(A_i)$	Classificação	Nível de Maturidade
A1	1,28	1,59	0,553	2º	Desenvolvendo ESG
A2	0,85	1,87	0,687	1º	Desenvolvendo ESG
A3	1,78	1,01	0,363	3º	Conformidade em ESG

Fonte: Autoria própria (2025).

Quadro 3 - Limiares para a classificação dos estágios de maturidade conforme IWA 48:2024

Nível de Maturidade	Índice	Definição
Padrões Mínimos ESG	$RC(A_i) \leq 0,25$	A organização está iniciando sua jornada sobre o tema ESG
Conformidade em ESG	$0,25 < RC(A_i) \leq 0,5$	Já desenvolve alguns temas e está em processo de integração dos aspectos ESG
Desenvolvendo ESG	$0,5 < RC(A_i) \leq 0,75$	Já tem os temas desenvolvidos e integrados no nível gerencial.
ESG Orientado por Valores	$RC(A_i) > 0,75$	Promove e desenvolve o tema de forma estratégica

Fonte: Autoria própria (2025).

5 CONCLUSÃO

Esse trabalho apresentou uma aplicação integrada dos métodos multicritério HFL-QFD e HFL-TOPSIS para avaliação da maturidade em ESG. A aplicação foi estruturada com base em critérios estabelecidos pelas diretrizes da GRI e aplicado em três cooperativas agroindustriais do Paraná. A abordagem utilizada serve como ferramenta metodológica capaz de transformar julgamentos linguísticos subjetivos em métricas quantificáveis e comparáveis. Também é adequada para apoiar processos de decisão em grupo.

A experiência prática revelou que, mesmo diante da complexidade e heterogeneidade das práticas ESG, é possível alcançar diagnósticos consistentes e sensíveis às especificidades de cada organização. Os resultados evidenciaram variações nos níveis de maturidade, apontando temas prioritários para melhoria e reforçando a utilidade do modelo como instrumento de apoio à gestão estratégica da sustentabilidade.

REFERÊNCIAS

- BEG, I.; RASHID, T. TOPSIS for hesitant fuzzy linguistic term sets. *International Journal of Intelligent Systems*, v. 28, n. 12, p. 1162–1171, 2013.
- BOFINGER, Y.; HEYDEN, K. J.; ROCK, B. Corporate social responsibility and market efficiency: Evidence from ESG and misvaluation measures. *Journal of Banking & Finance*, v. 134, artigo 106322, 2022.
- FATEMI, A.; GLAUM, M.; KAISER, S. ESG performance and firm value: the moderating role of disclosure. *Global Finance Journal*, v. 38, p. 45–64, 2018.
- FINGER, G.; LIMA, F.R. A hesitant fuzzy linguistic QFD approach for formulating sustainable supplier development programs. *International Journal of Production Economics*, v. 247, 2022.
- GLOBAL REPORTING INITIATIVE (GRI). *GRI 2016: Sustainable Development Goals and the Future of Sustainability Reporting*. Amsterdã: Global Reporting Initiative, 2016.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION (ISO). *IWA 48:2024 – Guidelines for ESG Criteria*. Genebra: ISO, 2024.
- LEE, S.; YEON, J.; SONG, H. J. Current status and future perspective of the link of corporate social responsibility–corporate financial performance in the tourism and hospitality industry. *Tourism Economics*, v. 29, n. 7, p. 1703–1735, 2023.
- OSIRO, L.; LIMA JUNIOR, F. R.; CARPINETTI, L. C. R. A group decision model based on quality function deployment and hesitant fuzzy for selecting supply chain sustainability metrics. *Journal of Cleaner Production*, v. 183, p. 964–978, 2018.
- REDECKER, A. C.; TRINDADE, L. de M. Práticas de ESG em sociedades anônimas de capital aberto: um diálogo entre a função social instituída pela Lei 6.404/1976 e a geração de valor. *Revista Jurídica Luso-Brasileira*, Ano 7, n. 2, p. 50–125, 2021.
- YAZO-CABUYA, E.; IBEAS, A.; HERRERA-CUARTAS, J. Integration of Sustainability in Risk Management and Operational Excellence through the VIKOR Method Considering Comparisons between Multi-Criteria Decision-Making Methods. *Sustainability*, v. 16, 2024.
- ZHOU, G.; LIU, L.; LUO, S. Sustainable development, ESG performance and company market value: Mediating effect of financial performance. *Business Strategy and the Environment*, v. 31, n. 7, p. 3371–3387, 2022.