ANAIS

RESPONSABILIDADE SOCIAL EMPRESARIAL: UM ESTUDO DAS RELAÇÕES DE TRABALHO NO DESENVOLVIMENTO DO CAPITAL HUMANO EM ORGANIZAÇÕES SUCROENERGÉTICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO POR MEIO DA LÓGICA FUZZY

TEUCLE MANNARELLI FILHO
teucle@terra.com.br
UNESP JABOTICABAL

LUÍS ROBERTO ALMEIDA FILHO
gabriel.filho@unesp.br
UNESP - FACULDADE DE CIÊNCIAS E ENGENHARIA - CAMPUS EXPERIMENTAL DE TUPÃ

RENATO DIAS BAPTISTA
rdbapt@gmail.com
UNESP - TUPÃ

RESUMO: O setor sucroenergético é uma importante cadeia produtiva agroindustrial no Brasil, focada na produção de açúcar, álcool e energia, e tem grande relevância econômica. No entanto, também apresenta impactos negativos, como questões ambientais, relações de trabalho e dependência econômica excessiva nos municípios onde está presente. O sistema produtivo brasileiro está integrado em um contexto global, caracterizado por mudanças legislativas que promovem a Responsabilidade Social Empresarial (RSE). Esta pesquisa teve como objetivo mensurar a RSE nas relações de trabalho das empresas do setor sucroenergético em São Paulo. Foi realizada uma revisão bibliográfica com um mapeamento das empresas, permitindo uma melhor compreensão da situação atual da RSE e a identificação dos principais indicadores utilizados no desenvolvimento do capital humano. Utilizou-se um modelo matemático fuzzy, com um painel de especialistas, aplicando um questionário de 15 questões fechadas utilizando a escala Likert de 1 a 5 sobre o desenvolvimento do capital humano relevantes para a RSE. Os dados coletados foram analisados com o software Matlab®, permitindo mensurar a RSE no desenvolvimento do capital humano. Os resultados mostraram que o aumento da RSE está associado à combinação de variáveis como a Existência de Espaço para Descanso e Lazer (EDL) com Treinamento e Desenvolvimento de Pessoal (TDP) e Existência de Área Estruturada nas Relações de Trabalho (ART). Constatou-se que existem restrições culturais e sociais à implementação da RSE, além da falta de ações afirmativas. A percepção da importância da RSE destaca o desenvolvimento regional, a empregabilidade e a inclusão social dos colaboradores.

PALAVRAS CHAVE: Lógica Fuzzy, Responsabilidade Social Empresarial, Relações no Trabalho, Desenvolvimento do Capital Humano, Setor Sucroenergético

ABSTRACT: The sugarcane and energy sector is an important agro-industrial production chain in Brazil, focused on producing sugar, alcohol, and energy, and it has great economic relevance. However, it also presents negative impacts, such as environmental issues, labor relations, and excessive economic dependence in the municipalities where it is present. The Brazilian production system is integrated globally, characterized by legislative changes promoting Corporate Social Responsibility (CSR). This research aimed to measure CSR in the labor relations of companies in the sugarcane and energy sector in São Paulo. A literature review was conducted with a mapping of the companies, allowing for a better understanding of the current situation of CSR and the identification of the main indicators used in the development of human capital. A fuzzy mathematical model with a panel of experts was employed, applying a questionnaire of 15 closed questions using the Likert scale from 1 to 5 on the development of human capital relevant to CSR. The collected data were analyzed using Matlab® software, allowing for the measurement of CSR in human capital development. The results showed that the increase in CSR is associated with the combination of variables such as the Existence of Space for Rest and Leisure (EDL) with Training and Personnel Development (TDP) and the Existence of a Structured Area in Labor Relations (ART). It was found that there are cultural and social restrictions to the implementation of CSR, in addition to the lack of affirmative actions.

KEY WORDS: Fuzzy Logic, Corporate Social Responsibility, Labor Relations, Human Capital Development, Sugarcane Sector

1. INTRODUÇÃO

A temática da Responsabilidade Social é cada vez mais relevante nas empresas contemporâneas, tanto pelos impactos socioambientais quanto pelas exigências das partes interessadas. O conceito de ESG (Ambiental, Social e Governança) e, de maneira complementar, a Responsabilidade Social Empresarial (RSE) surgem em um contexto de significativas transformações tecnológicas e inovações, representando um desafio crucial para a competitividade e o aprimoramento estratégico das organizações. Nesse cenário, três temas se destacam: o uso de tecnologias digitais, incluindo a inteligência artificial; o alinhamento estratégico dos objetivos empresariais com os critérios ESG; e os impactos das mudanças tecnológicas nas atividades das empresas, especialmente no que diz respeito ao seu desempenho ESG (TRUANT, BORLATTO, *et al.*, 2023; AUDRETSCH, BELITSKI, *et al.*, 2023).

A cadeia produtiva do setor sucroenergético é extensa e apresenta uma série de complexidades, que vão desde a agricultura na produção da cana até os aspectos logísticos e a indústria, responsável pela obtenção dos principais produtos: etanol, açúcar e energia elétrica. No Brasil, esse setor tem mais de 400 anos de história, que se entrelaça com a formação econômica do país. Ao longo do tempo, ele tem sido frequentemente associado a impactos ambientais negativos e a questões relacionadas ao trabalho. Atualmente, esses desafios representam um obstáculo significativo para o setor em um cenário global que demanda a incorporação dos conceitos de Responsabilidade Social Empresarial e ESG (MACIEL, FONSECA, *et al.*, 2011; CERDAS VEGA, 2023).

O sistema produtivo brasileiro integra um subsistema global e tem passado por uma evolução significativa em nível local, impulsionada por mudanças na legislação. As dinâmicas políticas locais e as pressões globais têm promovido transformações importantes nas relações de trabalho, ressaltando a relevância da Responsabilidade Social Empresarial (RSE) nesse contexto. Além disso, as interações das organizações com seus stakeholders, trabalhadores, governos e sociedade; têm ganhado destaque nas últimas décadas (CRISÓSTOMO, FREIRE e PARENTE, 2014; LEDUCHOWICZ, DOMENECH, *et al.*, 2024).

A RSE e os aspectos conceituais do ESG estão se consolidando como uma tendência cada vez mais importante e uma demanda crescente na economia global, com impactos que vão além das fronteiras do Brasil. Os diferentes grupos que integram o ambiente empresarial exercem um papel fundamental ao moldar valores e influenciar as práticas das organizações, evidenciando a crescente relevância da RSE em um contexto global (WELZEL, LUNA, *et al.*, 2017; MOHY-UD-DIN, 2023).

Uma das maiores dificuldades em evidenciar a relevância da Responsabilidade Social Empresarial (RSE) para as organizações é a mensuração quantitativa de seu efeito no desempenho financeiro e econômico. Há uma percepção errônea de que a RSE representa apenas uma despesa, levando à crença de que sua adoção pode prejudicar a competitividade em relação aos concorrentes, especialmente em função da comparação dos preços dos produtos e serviços disponibilizados pelas empresas.

A crença errônea de que a RSE se resume a um custo e que sua adoção pode levar a uma diminuição da competitividade em relação aos concorrentes, está ligada à comparação dos preços dos produtos e serviços das empresas. Além disso, um dos grandes desafios para evidenciar a relevância da RSE nas organizações é a dificuldade em mensurar quantitativamente seu impacto no desempenho financeiro e econômico (LÓPEZ, GARCIA e RODRIGUES, 2007; GROENING e PELOZA, 2023).

Compreender a RSE no contexto do setor sucroenergético e, adicionalmente, mensurá-la por meio de indicadores é fundamental para a construção e implementação desse conceito. Essa análise deve considerar tanto os aspectos macro (países, estados, regiões e municípios) quanto os aspectos micro das unidades produtivas. Modelos matemáticos *fuzzy* têm sido cada

vez mais utilizados para desenvolver políticas sustentáveis e alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), alinhando-se à missão da RSE (OLIVEIRA, PASQUALETTO, *et al.*, 2023; DINÇER, YÜKSEL, *et al.*, 2023.

A utilização da lógica fuzzy como ferramenta analítica para avaliar a RSE nas relações de trabalho neste estudo fundamenta-se na revisão bibliográfica realizada. Nos últimos anos, essa abordagem tem se mostrado eficaz na resolução de problemas complexos, similares ao foco deste estudo. As relações de trabalho são, por natureza, complexas e envolvem uma variedade de fatores que podem ser difíceis de medir e quantificar (HUANG *et al*., 2020).

O objetivo geral da pesquisa foi desenvolver um modelo matemático de inferência *fuzzy* para analisar as relações de trabalho nas empresas do setor sucroenergético do estado de São Paulo, o maior produtor de cana-de-açúcar do Brasil; com foco específico em suas ações de Desenvolvimento do Capital Humano (DCH). Os objetivos secundários, incluem mapear e realizar análises comparativas entre as empresas do setor sucroenergético paulista.

2.REFERÊNCIAL TEÓRICO

A agroindústria canavieira foi um dos principais pilares da economia colonial brasileira, destacando-se pela produção de açúcar, que assegurou o abastecimento do mercado interno e se tornou a principal commodity nas exportações do Brasil ao longo de séculos. Esse setor impulsionou o desenvolvimento de diversas regiões, especialmente nas áreas costeiras, onde as condições climáticas eram ideais para o cultivo da cana-de-açúcar. A crescente demanda por açúcar levou à expansão das plantações e à adoção de técnicas de produção mais sofisticadas, moldando a estrutura econômica e social da época (SZMERECSÁNYI, 1979).

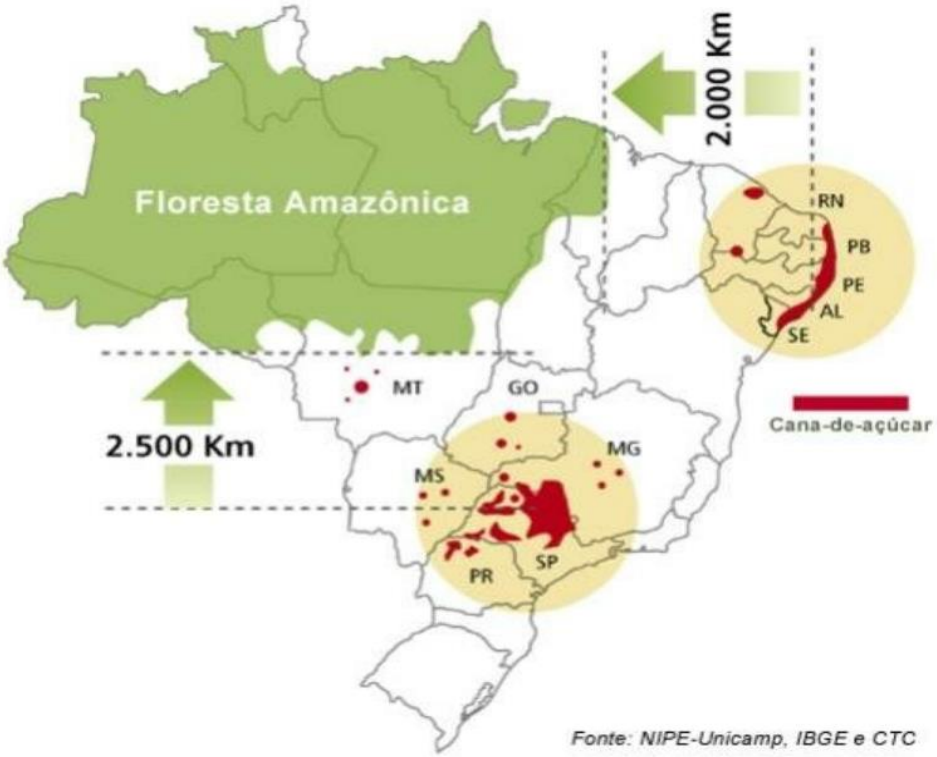
Na década de 1960, o Brasil enfrentou um excesso de investimento industrial na indústria açucareira, que não encontrou demanda suficiente no mercado interno ou externo, resultando em uma superprodução de açúcar. Isso levou a uma queda nos preços no mercado mundial, culminando em uma grave crise no setor entre 1973 e 1974. A situação foi agravada pela crise mundial do petróleo, quando os preços do barril subiram de 3 para 18 dólares em poucos dias. Em resposta, o governo e o setor agroindustrial canavieiro lançaram, em 1974, o ambicioso Programa Nacional do Álcool (PROÁLCOOL). O objetivo deste programa era coordenar ações governamentais para estimular a demanda por etanol como combustível, visando resolver a crise dos preços do petróleo e utilizar a capacidade ociosa da indústria canavieira, destinando parte da produção de cana-de-açúcar para a produção de etanol. (GUEDES, VIAN, *et al.*, 2013; CERDAS VEGA, 2023).

Os investimentos subsidiados levaram à criação e consolidação de uma indústria açucareira, especialmente no interior do estado de São Paulo. Embora vários autores tenham levantado preocupações sobre os impactos ambientais e sociais da rápida expansão, uma nova fronteira agroindustrial da cana-de-açúcar foi estabelecida, superando até mesmo a tradicional região nordeste do Brasil como principal produtora. Segundo dados da União da Agroindústria Canavieira (UNICA), na safra 2022/23, o estado de São Paulo produziu 314.508.678 toneladas de cana moída, representando 51,78% da produção nacional de 607.413.483 toneladas (UNICA, 2023)

Além de gerar riqueza para os proprietários, a agroindústria canavieira influenciou as relações sociais, estando intimamente ligada ao sistema de plantation que utilizava mão de obra escrava. Com o tempo, o setor evoluiu, adaptando-se às novas demandas do mercado e diversificando sua produção, incluindo a fabricação de etanol. Hoje, a agroindústria canavieira continua a ser uma parte crucial da economia brasileira, refletindo sua relevância histórica e seu papel na sustentabilidade econômica e ambiental do país (EPIFÂNIO, 2023)

A Figura 1 destaca as duas principais regiões produtoras de cana-de-açúcar no Brasil, com ênfase no Centro-Sul como a principal área produtora.

FIGURA 1: Mapa da produção de cana-de-açúcar no Brasil



Fonte: Nipe-Unicamp et al., (2017)

A Figura 1 acima mostra claramente a distribuição geográfica da cana-de-açúcar no Brasil. Na região Nordeste, o cultivo está concentrado no litoral, abrangendo os estados de Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Paraíba e Rio Grande do Norte. Já na região Sudeste, o estado de São Paulo se destaca como o principal produtor de cana-de-açúcar.

O setor sucroenergético no Brasil é fundamental para a economia nacional, e a responsabilidade social empresarial (RSE) tem se tornado cada vez mais relevante nesse cenário. A produção de açúcar, etanol e energia a partir da cana-de-açúcar não apenas impulsiona o crescimento econômico, mas também oferece oportunidades para promover a RSE. Por meio de práticas sustentáveis, investimentos em comunidades locais, programas de educação e saúde, e a adoção de padrões éticos de trabalho, as empresas do setor sucroenergético brasileiro podem contribuir de maneira significativa para o bem-estar social e ambiental, demonstrando um compromisso verdadeiro com a responsabilidade social (MANNARELLI FILHO, 2023).

A inclusão dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Agenda 2030 da ONU é um diferencial estratégico significativo para as empresas que estão comprometidas com ações responsáveis. Integrar esses objetivos nas estratégias e operações, por meio da adoção contínua de boas práticas e inovações sustentáveis, é fundamental para esse engajamento (LORETO, AZEVEDO e MARIANO, 2018).

Entre as 17 Metas de Desenvolvimento Sustentável definidas pela ONU, a ODS 8 se destaca por fomentar o crescimento econômico sustentável e inclusivo, além de promover o trabalho decente para todos. O emprego é reconhecido como essencial para atingir tanto objetivos pessoais quanto coletivos, sendo fundamental na redução da pobreza e da desigualdade social; sendo a criação de empregos de qualidade é um aspecto crucial nesse contexto, especial ente no que diz respeito ao desenvolvimento do capital humano nas organizações (SZCZEPANIK, STEFANI e BERNARDIM, 2022).

A importância da RSE deve ser vista como um fenômeno humanista que se integra ao ambiente corporativo, e não como uma atividade isolada. Trata-se de uma nova forma de gestão baseada no compromisso com a sociedade. Essa abordagem exige que todas as empresas gerem algum impacto nas três dimensões da RSE: social, ambiental e econômica. No caso das agroindústrias do setor sucroenergético, classificadas como "indústrias de transformação", o impacto nessas três dimensões é considerável (LUPPI, 2007; NEVES e DE BENEDICTO, 2022).

Promover um ambiente de trabalho saudável requer políticas que valorizem o bem-estar, incentivem a diversidade e promovam o desenvolvimento de habilidades. Investir no capital humano melhora a satisfação e a retenção dos funcionários, além de aumentar a competitividade e sustentabilidade das empresas. Gerenciar esses fatores de forma eficaz é crucial para o sucesso organizacional em um cenário em constante mudança.

3. METODOLOGIA

A pesquisa qualitativa abrange uma variedade significativa de métodos e estilos de análise, levando em conta os diversos aspectos dos participantes. Essa abordagem não se fundamenta em hipóteses previamente definidas, mas concentra-se nos dados e nas evidências, que podem tanto validar quanto refutar as suposições iniciais (GODOY, 1995).

A análise de conteúdo pode ser entendida de diversas maneiras, dependendo da abordagem teórica e da intenção do pesquisador que a realiza. Isso pode incluir a utilização de conceitos relacionados à semântica estatística do discurso ou a busca por inferências através da identificação objetiva de características das mensagens. A aplicação rigorosa da análise de conteúdo é fundamental para superar incertezas e responder às questões propostas (BARDIN, 2011).

Esta pesquisa utilizou uma abordagem de análise de conteúdo, empregando um modelo matemático da lógica *fuzzy*. Essa metodologia permite uma interpretação mais flexível e abrangente dos dados, uma vez que a lógica *fuzzy* lida com a incerteza e a imprecisão, características comuns em contextos de pesquisa social. Ao integrar essa abordagem, é possível captar nuances que poderiam ser perdidas em análises mais tradicionais, oferecendo uma compreensão mais rica e detalhada do fenômeno estudado.

Além disso, a adoção de uma perspectiva qualiquantitativa possibilita a combinação de dados qualitativos e quantitativos, enriquecendo a análise e permitindo uma triangulação mais robusta das informações. Essa integração é especialmente valiosa em pesquisas que buscam explorar a complexidade dos comportamentos e opiniões humanas, possibilitando uma visão mais holística do objeto de estudo.

O estudo abrangeu empresas do setor sucroenergético no estado de São Paulo, que possuem moagem de cana-de-açúcar superior a 500 mil toneladas por safra. A opção por essa abordagem é respaldada pelo entendimento no setor de que as empresas com moagem inferior a esse volume possuem pouca relevância e são quase inexistentes no estado.

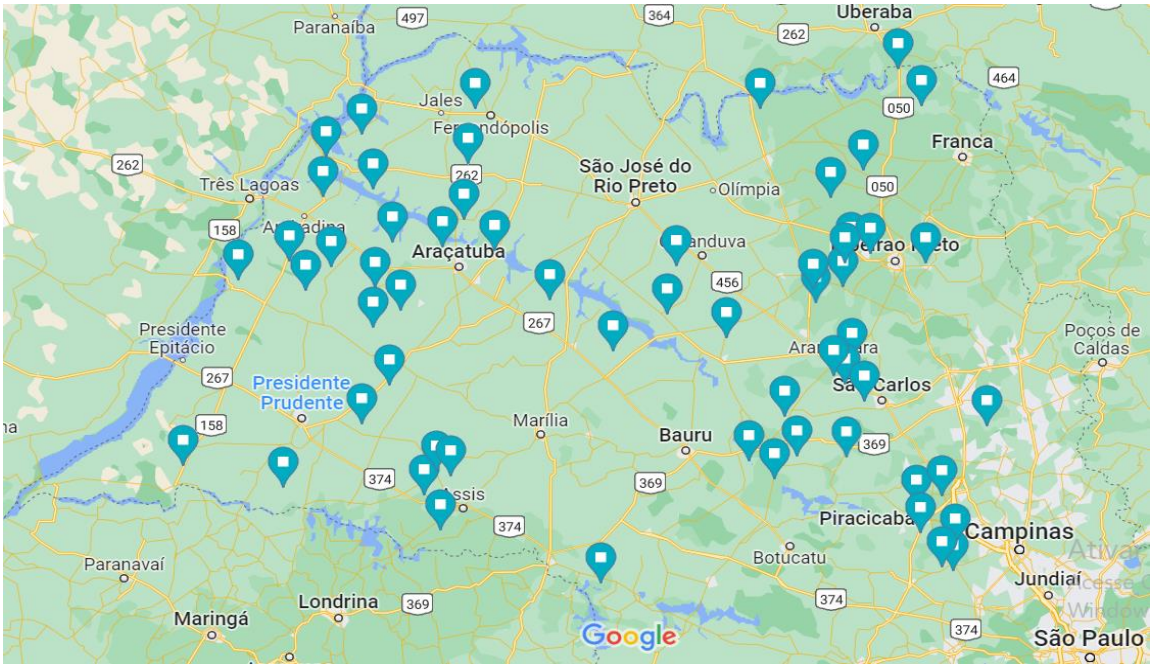
Os dados foram obtidos com um questionário, aplicado tanto de forma presencial quanto por meio eletrônicos, utilizando o *google Forms*®, e que o questionário foi composto por 15 perguntas, organizadas em 4 categorias relacionadas ao tema da pesquisa, com respostas fechadas em uma escala Likert de 1 a 5. Antes da aplicação do questionário, foi formado um painel com a participação de 3 profissionais diretamente ligados ao setor sucroenergético, com o objetivo de estabelecer os parâmetros *fuzzy* a serem utilizados na mensuração das relações de trabalho no desenvolvimento do capital humano nas empresas.

Os dados foram coletados em empresas selecionadas com base em conveniência e facilidade de acesso, garantindo a representatividade da amostra em São Paulo. Os questionários, compostos por 15 perguntas, foram aplicados presencialmente ou remotamente.

Embora algumas empresas não tenham autorizado o uso de seus nomes na pesquisa, a identidade delas permanece preservada, permitindo apenas a utilização dos dados coletados.

A Figura 2 apresenta o mapa de localização das empresas pesquisadas amostras na pesquisa.

FIGURA 2: Mapa das usinas pesquisadas no estado de São Paulo, amostra questionário *fuzzy*.



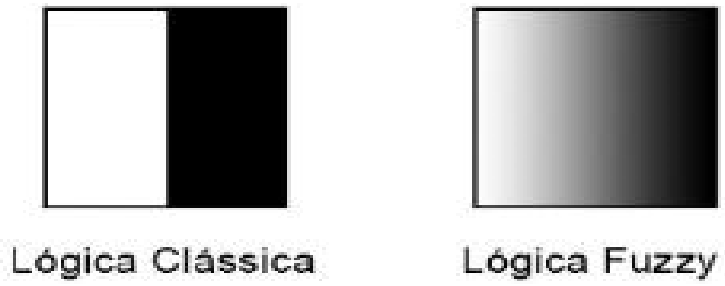
Fonte: elaborado pelos autores, a partir da imagem do *Google Maps*, 25/05/23.

A amostra por conveniência selecionada para esta pesquisa inclui 63 empresas, o que equivale a 36,63% do total de 172 empresas no estado de São Paulo. Durante a safra 2021/22, essas 63 empresas processaram 164.023.937 toneladas de cana-de-açúcar, representando 55,03% do total de moagem no estado. Essa amostra possui uma representatividade estatística relevante, uma vez que abrange empresas que respondem por mais de 50% da moagem total no estado.

Os modelos *fuzzy* oferecem uma ferramenta valiosa que facilita a tomada de decisões ao integrar dados qualitativos e quantitativos. Isso representa uma inovação na classificação de diversas variáveis utilizadas pelas empresas. Essa ferramenta ajuda para se conseguir consensos, especialmente em situações em que os interesses são conflitantes, e na alocação de recursos em ações de RSE (POPLAWSKA, LABIB, *et al.*, 2015).

De acordo com Boente e Doria (2013), a lógica clássica de Aristóteles é bivalente, e aceita apenas duas possibilidades: verdadeiro ou falso. Por outro lado, a lógica fuzzy é multivalorada, permitindo a existência de diversos níveis entre esses dois extremos. Essa característica de gradação pode ser ilustrada de forma mais clara na Figura 3.

FIGURA 3: Comparação entre lógica clássica e lógica *fuzzy*.



Fonte: Boente e Doria (2013).

Shaw e Simões, (1999) sustentam que a participação de um especialista humano, que foi entrevistado anteriormente, é fundamental para a criação do conjunto de regras fuzzy. Esse especialista é responsável por definir as relações entre as entradas e saídas linguísticas. Dessa forma, o sistema fuzzy consegue gerar estimativas não lineares sem a necessidade de modelos matemáticos, funcionando como um método autônomo para a avaliação de entradas e saídas.

Segundo Santos, (2008) e Martínez, Cremasco, *et al.*, (2020), a lógica fuzzy opera com conjuntos fuzzy, que apresentam diferentes graus de pertinência, em contraste com os conjuntos clássicos, que são binários. Esse processo inclui a fuzzificação (transformação de valores exatos em valores fuzzy), a base de regras (que conecta entradas e saídas), o módulo de inferência (que combina regras e valores de entrada) e a defuzzificação (que transforma valores fuzzy em valores exatos). Esses componentes possibilitam uma

4.RESULTADOS E DISCUSSÃO

O questionário que compreende as 15 perguntas, estão agrupados em quatro eixos, que podem ser visualizados no Quadro 1 abaixo.

QUADRO 1: *Eixos e Abreviaturas utilizados para Práticas trabalhistas.*

EIXOS DESENVOLVIMENTO CAPITAL HUMANO	ABREVEATURA
Treinamento e desenvolvimento de pessoal	TDP
Gestão, ética e participação	CGPP
Existência área estruturada nas relações do trabalho	ART
Existência espaço interno ou externo para descanso e ou lazer	EDL

Fonte: elaborado pelos autores.

O painel de especialistas para as 81 regras fuzzy foi desenvolvido com a classificação das respostas em alta, média ou baixa, utilizando um controlador do tipo Mandani no software Matlab®. Esse processo gerou gráficos tridimensionais e mapas de contorno das variáveis de saída. Esses gráficos e mapas oferecem informações sobre o impacto das entradas nos resultados do sistema, demonstrando como diferentes valores de entrada podem produzir resultados variados.

Os gráficos tridimensionais, por outro lado, evidenciam a relação entre três variáveis fuzzy, possibilitando a visualização da superfície fuzzy em diferentes tonalidades ou cores, que indicam os diversos graus de pertinência dos valores das variáveis em um espaço tridimensional. Esses gráficos são essenciais para a compreensão das variáveis fuzzy complexas dentro de um sistema (KLIR e YUAN, 1995; LAUREANO, COELHO, *et al.*, 2018.

A escala de cores padrão do Matlab® cobre uma ampla gama de tonalidades, desde as mais claras até as mais escuras. As cores mais claras representam valores de pertinência mais baixos, enquanto as cores mais escuras indicam valores de pertinência mais altos. Essa diferenciação de cores facilita a identificação da intensidade de pertinência em diferentes áreas dos conjuntos difusos. Neste estudo, as cores padrão foram utilizadas sem alterações, sendo:

Vermelho: Conjuntos *fuzzy* de alta pertinência ou níveis elevados de atividade.
Verde: Conjuntos *fuzzy* com pertinência moderada e níveis intermediários na atividade.
Azul: Conjuntos *fuzzy* de baixa pertinência ou níveis de atividade mais baixo.
Rosa ou roxo: Apresentam uma indefinição nos conjuntos *fuzzy*, geralmente usados nos conjuntos sem pertinência clara ou indefinida.
Cinza: Indicação de zonas de transição ou mistura nos conjuntos *fuzzy*.
Branco: Representam valores nulos ou vazios, onde não existe pertinência.

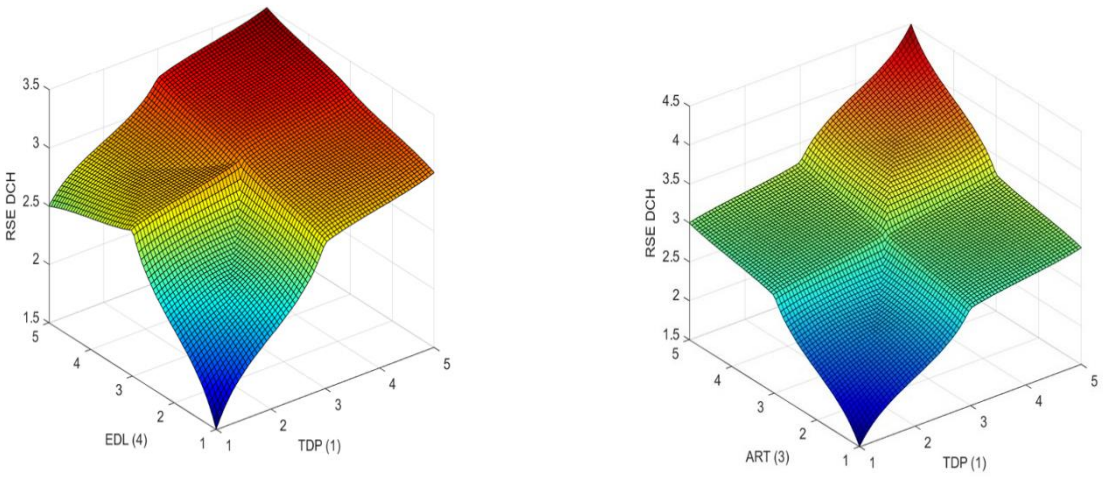
4.1 Gráficos Tridimensionais

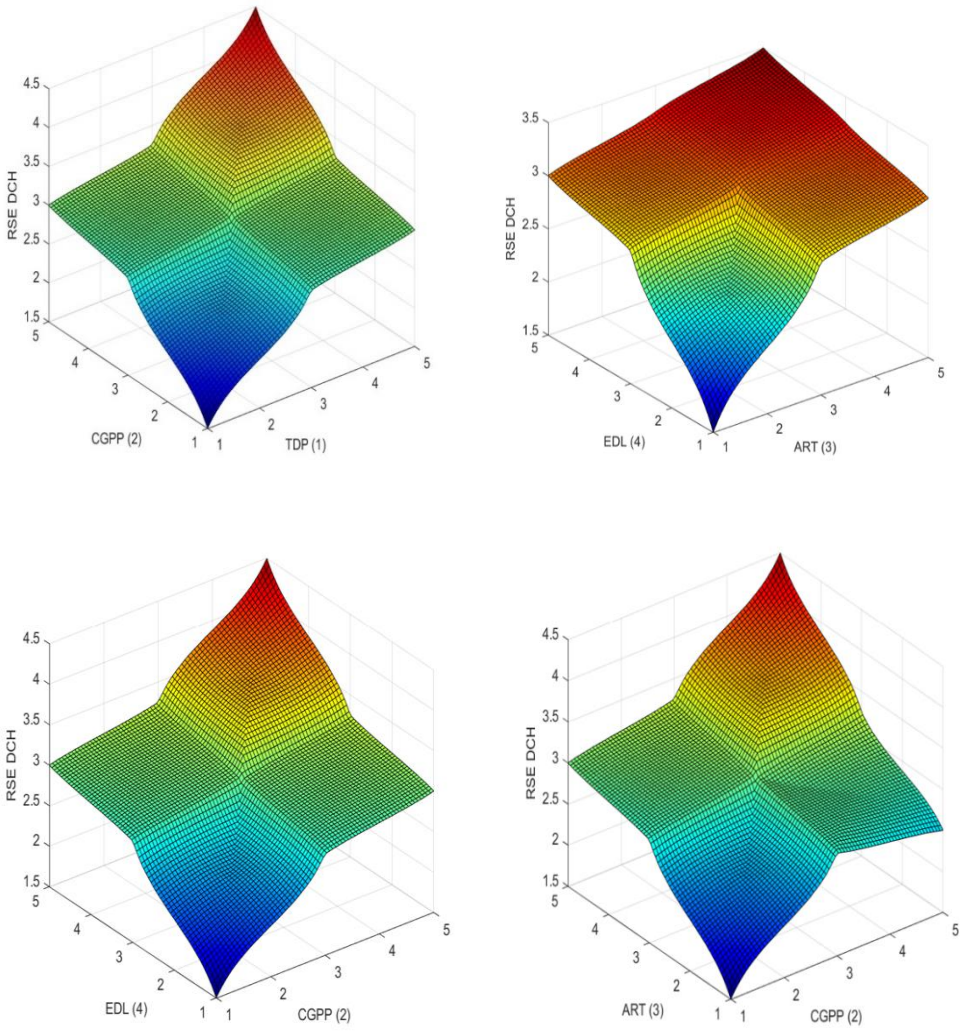
Os gráficos tridimensionais e os mapas de contorno gerados pelo software correlacionam sempre duas das variáveis de entrada: Treinamento e desenvolvimento de pessoal –TDP, Gestão, ética e participação – CGPP, Existência área estruturada nas relações do trabalho – ART, Existência espaço interno ou externo para descanso e ou lazer – EDL, no eixo X; enquanto a variável de saída RSE é posicionada no eixo Y. É importante notar que as outras duas variáveis de entrada relacionadas ao Desenvolvimento do Capital Humano, que não são correlacionadas, permanecem constantes, e o software Matlab® considera um valor médio de 2,5 para essas constantes.

Além disso, o software irá gerar, para cada um dos pares de variáveis correlacionadas, tanto um gráfico tridimensional quanto um mapa de contorno. Esses gráficos permitem que os usuários visualizem a relação entre as variáveis de entrada e saída, possibilitando decisões informadas sobre como ajustar o sistema para atingir os resultados desejados.

A seguir, são apresentados os gráficos tridimensionais gerados, que mostram as correlações possíveis entre as quatro variáveis, com um total de seis gráficos na Figura 4.

FIGURA 4: Gráficos tridimensionais agrupados de DCH.





Fonte: elaborada pelos autores.

Com esse formato de apresentação conjunta, é possível visualizar as diferentes combinações das variáveis analisadas, proporcionando uma compreensão mais aprofundada do eixo de Desenvolvimento do Capital Humano (DCH).

O gráfico tridimensional das variáveis EDL e TDP apresenta uma intensidade de cor vermelha, indicando uma maior RSE quando ambas as variáveis são analisadas em conjunto. Para valores acima de 3 em ambas as variáveis, já se observa uma alta RSE. Os valores associados a uma baixa RSE estão restritos a números abaixo de 2. Isso indica que as variáveis EDL e TDP são importantes para a mensuração *fuzzy* da RSE, como pode ser observado principalmente no gráfico de contorno, onde a cor vermelha predomina.

No gráfico correlacionando as variáveis TDP e ART, observa-se que quando uma das duas está em um nível mais baixo, a RSE diminui. Demonstra que a RSE requer um nível adequado de TDP e ART para alcançar um bom desempenho. A cor vermelha, que representa uma maior RSE, só é obtida para valores da escala Likert acima de 3,5 para TDP e ART simultaneamente. Para valores abaixo de 3, verifica-se uma RSE muito baixa, indicada pela cor azul.

Os três gráficos seguintes, que correlacionam as variáveis: CGPP e TDP, ART e CGPP, EDL e CGPP; apresentam uma superfície, indicando que uma maior RSE é visualizada pela cor vermelha, que ocorre apenas quando as duas variáveis correlacionadas estão altas, com valores

acima de 4 na escala Likert. Ainda existe uma transição para valores entre 3 e 4; no entanto, para valores inferiores a 3, a cor azul indica uma baixa RSE.

O gráfico que correlaciona EDL e ART, exibe uma intensidade de cor vermelha, que representa uma maior RSE, quando as duas variáveis de entrada EDL e ART são analisadas em conjunto. Valores acima de 3 em ambas as variáveis, observa-se uma alta RSE. Os valores associados a uma baixa RSE estão limitados a números abaixo de 2. Isso indica que as variáveis EDL e ART são importantes para a mensuração *fuzzy* da RSE.

Ao observar-se os seis gráficos em conjunto, nota-se que, em duas combinações específicas onde a variável do subeixo Existência de Espaço Interno ou Externo para Descanso e Lazer (EDL) está presente, juntamente com as variáveis Treinamento e Desenvolvimento de Pessoal (TDP) e Existência de Área Estruturada nas Relações de Trabalho (ART), a cor vermelha (que representa uma maior RSE) se destaca como um fator significativo para o aumento da RSE.

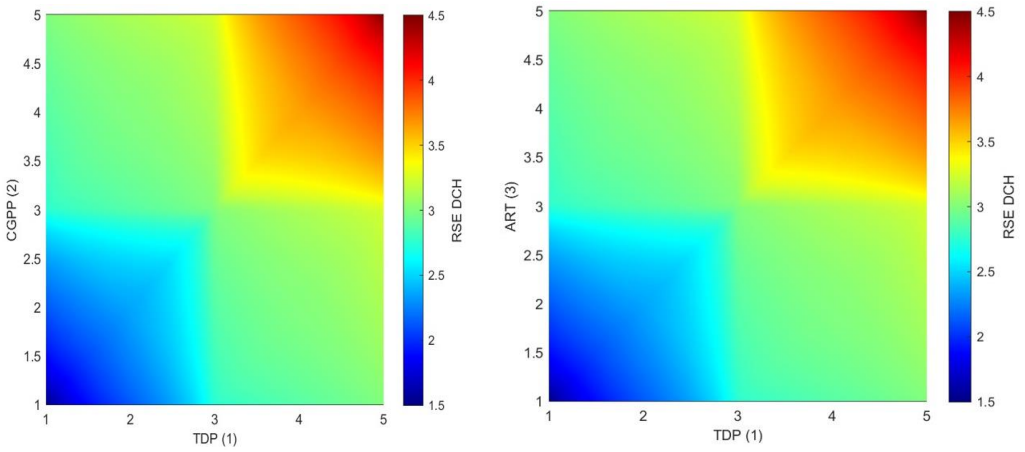
Finalmente esta análise conjunta dos gráficos tridimensionais, permite concluir que em duas combinações específicas onde a variável do subeixo Existência de Espaço Interno ou Externo para Descanso e Lazer (EDL) está presente, juntamente com as variáveis Treinamento e Desenvolvimento de Pessoal (TDP) e Existência de Área Estruturada nas Relações de Trabalho (ART), a cor vermelha (que representa uma maior RSE) se destaca como um fator significativo para o aumento da RSE.

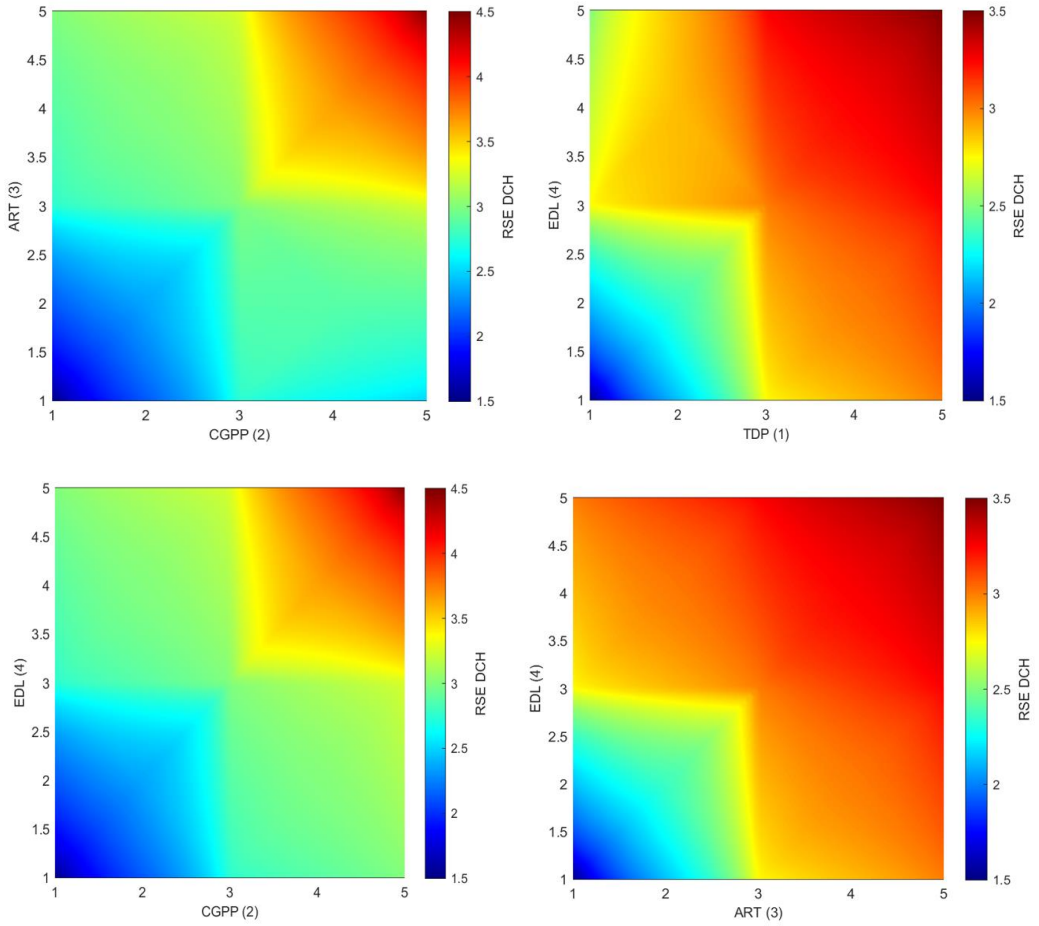
Nos outros gráficos tridimensionais, onde a variável EDL não está presente, observa-se que uma RSE maior só é percebida quando ambas as variáveis indicativas têm valores superiores a 4, predominando uma baixa RSE, indicada pela cor azul. Nessas combinações, uma baixa RSE é a característica predominante.

4.2 Mapas De Contorno

A representação gráfica bidimensional agrupada dos seis gráficos das combinações *fuzzy* na Figura 5, complementam a visualização gráfica anteriormente apresentada, para o eixo de Desenvolvimento do Capital Humano (DCH).

FIGURA 5: Mapas de contorno agrupados de DCH.





Fonte: elaborada pelos autores.

Os gráficos de contorno bidimensionais apresentados na Figura 5, são elaborados a partir dos mesmos dados dos gráficos tridimensionais, porém com uma alteração na forma de apresentação. Essa mudança possibilita uma visualização distinta dos resultados em um plano, oferecendo uma nova perspectiva.

Onde a variável Existência de espaço interno ou externo para descanso e lazer (EDL) está presente, juntamente com as variáveis de Treinamento e Desenvolvimento de Pessoal (TDP) e Existência de Área Estruturada nas Relações do Trabalho (ART), a cor vermelha (maior RSE) se destaca como um fator significativo. Nessas combinações com EDL, observa-se uma predominância de maior RSE, evidenciada pela cor vermelha.

Nos quatro gráficos de contorno bidimensionais em que a variável EDL está ausente, observa-se uma semelhança significativa, com um padrão simétrico de transição de cores. Essa transição ocorre gradualmente da cor azul (baixa RSE) para a cor vermelha (maior RSE). Contudo, é importante destacar que tanto a alta quanto a baixa RSE estão limitadas a uma área muito pequena, localizadas nos extremos dos gráficos. Isso sugere que as variáveis exercem um impacto reduzido na RSE.

Os resultados apresentados pelos gráficos bidimensionais, confirmam os obtidos pelos gráficos tridimensionais, uma vez que ambos utilizam os mesmos dados primários, mas apresentam diferentes formas de exibir os mesmos resultados. A utilização de ambas as abordagens é essencial para uma interpretação mais completa e eficaz dos dados, pois cada tipo de gráfico pode destacar aspectos distintos dos dados, permitindo uma análise mais rica e abrangente.

5. CONCLUSÕES

O principal objetivo deste estudo foi avaliar a Responsabilidade Social Empresarial (RSE), medir e comparar as empresas do setor sucroenergético do estado de São Paulo em relação ao Desenvolvimento do Capital Humano, considerando suas principais vertentes: Treinamento e Desenvolvimento de Pessoal; Gestão Ética e Participação; a existência de uma área estruturada nas relações de trabalho; e a disponibilidade de espaços internos ou externos para descanso e lazer. O estudo mantém seu foco em mapear e realizar análises comparativas entre as empresas do setor sucroenergético paulista, além de desenvolver um modelo matemático de inferência *fuzzy* para analisar as relações de trabalho nessas organizações.

Apesar de ter sido utilizada uma amostra por conveniência, ela se revela bastante robusta do ponto de vista estatístico, abrangendo 36,63% das empresas do setor sucroenergético paulista, o que equivale a 63 usinas. Essa representatividade é significativa, pois essas usinas correspondem a 55,03% da cana-de-açúcar moída no estado durante a safra 2021/22, refletindo uma parcela considerável da produção sucroalcooleira paulista e brasileira. A escolha dessa amostra, embora não aleatória, permite uma análise consistente e abrangente do setor, possibilitando a identificação de tendências e padrões que podem ser extrapolados para o contexto mais amplo da indústria.

Este estudo apresenta uma análise das variáveis que influenciam o Desenvolvimento do Capital Humano (DCH) por meio de gráficos tridimensionais gerados no software Matlab®. A visualização conjunta das variáveis permite uma compreensão aprofundada da Responsabilidade Social Empresarial (RSE). Os gráficos revelam que, ao analisar as variáveis Existência de Espaço Interno ou Externo para Descanso e Lazer (EDL) e Treinamento e Desenvolvimento de Pessoal (TDP), a intensidade de cor vermelha indica uma alta RSE, especialmente quando ambas as variáveis superam o valor de 3 na escala Likert.

A correlação entre TDP e Existência de Área Estruturada nas Relações de Trabalho (ART) mostra que níveis baixos em uma dessas variáveis resultam em diminuição da RSE, sendo necessário que ambas estejam acima de 3,5 para uma boa performance. Gráficos adicionais associando CGPP com TDP, ART e EDL também confirmam que a combinação de variáveis elevadas é crucial para a obtenção de alta RSE.

A análise conjunta sugere que a presença da variável EDL, em combinação com TDP e ART, é um fator significativo para o aumento da RSE. Em contrapartida, nos gráficos onde EDL não está presente, a RSE elevada é observada apenas quando ambas as variáveis estão acima de 4, predominando uma baixa RSE em outros casos. Essa pesquisa destaca a importância das interações entre variáveis na mensuração da RSE, contribuindo para um entendimento mais robusto do DCH.

Os resultados dos gráficos bidimensionais confirmam as descobertas dos gráficos tridimensionais, ressaltando a importância da diversidade na apresentação dos dados. Essa variação permite uma análise mais rica, facilitando a identificação de padrões e tendências que poderiam ser menos evidentes em tabelas numéricas. Assim, a utilização conjunta de ambas as abordagens é fundamental para uma interpretação mais completa e eficaz dos dados.

A RSE é um tema de grande importância nos dias de hoje, e a implementação de práticas socialmente responsáveis pelas empresas é crucial para a construção de uma sociedade mais justa e sustentável. Nesse cenário, a lógica *fuzzy*, ao incorporar o conhecimento de especialistas através da criação de uma base de regras, permitiu a automação do processo e aumentou a precisão na análise dos dados coletados.

Identificou-se, quais são as variáveis com maior potencial para aumentar a RSE nas empresas, assim como as combinações que podem potencializar esse aumento. Esses incrementos são essenciais para fomentar a RSE e estabelecer uma cultura corporativa positiva; e nesse contexto, a aplicação da lógica fuzzy constitui um marco teórico importante para a

mensuração da RSE nas relações de trabalho. Com essa técnica, foi possível avaliar de forma mais precisa e abrangente as práticas adotadas pelas empresas, atingindo plenamente os objetivos propostos pelo estudo.

A revisão da literatura realizada aponta, que as empresas que investem em ações efetivas para o desenvolvimento de seus funcionários tendem a obter melhores resultados financeiros e a construir uma imagem mais positiva na sociedade, além de promover a retenção de colaboradores e reduzir a rotatividade. Os resultados da pesquisa corroboram as conclusões encontradas na literatura e discutidas no referencial teórico, destacando-se como um fator relevante para a RSE.

Durante a pesquisa, foram observadas algumas limitações.; sendo as empresas selecionadas por conveniência, e os entrevistados apresentaram diferentes níveis hierárquicos e de escolaridade, resultando em percepções variadas. O questionário não identificou fatores que influenciaram a adoção da RSE, nem a existência de métricas internas de avaliação. Além disso, não foram abordados aspectos sobre a geração de valor econômico pela RSE ou os impactos na estrutura de capital das empresas, especialmente entre capital nacional e internacional.

Este estudo abre novas frentes de investigação para identificar os fatores que influenciam a adoção da RSE pelas empresas, bem como as métricas internas de avaliação. Pesquisas futuras podem examinar o nível de satisfação dos funcionários, stakeholders e consumidores em relação às práticas de RSE implementadas. Além disso, é crucial investigar questões relacionadas à divulgação de informações internas e externas sobre a responsabilidade social empresarial e os aspectos ligados à imagem corporativa.

REFERÊNCIAS

AUDRETSCH, D. B. et al. Collaboration strategies and SME innovation performance. **Journal of Business Research**, 2023. 164.

BARBOZA, S. F. et al. Relações de trabalho: reflexões conceituais e proposta de agenda a partir da produção científica brasileira (2005-2017). **Revista ADM. MADE**, Rio de Janeiro, v. 23, p. 20-41, 2020.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Educações, 2011.

BOENTE, A.; DORIA, F. A. A. M. **Avaliação da satisfação dos usuários internos de um AVA-Ambiente Virtural de Apredizagem na FAETERJ RIO: Teoria dos Conjuntos Fuzzy**. CASI ANAIS. Penedo. 2013.

CAMARGO, B. V.; JUSTO, A. M. IRAMUTEQ: Um software gratuito para análise de dados textuais. **Temas em Psicologia**, 2013. 513-518.

CARMO, H.; FERREIRA, M. **Metodologia da Investigação–Guia para Autoaprendizagem**. 2. ed. Lisboa: Universidade Aberta, 2008.

CATTANI, A. D.; HOLZMANN, L. **Dicionário de Trabalho e Tecnologia**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2006.

CERDAS VEGA, G. E. Mudanças e reconfigurações da Agroindústria Sucroenergética Brasileira a partir da década de 1990: uma retrospectiva. **Estudos Sociedade e Agricultura**, Brasília, v. 31, n. 1, 2023.

CRISÓSTOMO, V. L.; FREIRE, F. D.; PARENTE, P. H. An analysis of corporate social responsibility in Brazil: growth, firm size, sector and internal stakeholders involved in policy definition. **Pensamiento y Gestión**, v. 37, p. 125-149, 2014.

DA CUNHA, A. M.; SHIKIDA, P. F. A.; LAGES, A. M. G. Evolução da agroindústria canavieira no Brasil: da colônia a 2022. **Revista Economia Política do Desenvolvimento**, Alagoas, v. 14, n. 32, p. 19-46, 2023.

DINÇER, H. et al. Development of a sustainable corporate social responsibility index for performance evaluation of the energy industry: A hybrid decision-making methodology. **Resources Policy**, v. 85, p. 103940, 2023.

EPIFÂNIO, H. R. **A importância da produção de açúcar no Brasil: revisão sobre os aspectos sócio-econômicos-ambientais do processo produtivo do açúcar no Brasil**. Universidade Federal de São Carlos - Departamento de Engenharia Química - Trabalho de Conclusão de Curso de Quimica. São Carlos, p. 61. 2023.

FLEURY, M. T. L.; FISCHER, R. M. **Processos e relações de trabalho no Brasil**. São Paulo: Atlas, 1992.

GODOY, A. S. Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **Revista de Administração de Empresas**, p. 57-63, 1995.

GROENING, C.; PELOZA, J. Are we paying attention to the right metric? The impact on firm value of consumers' perceptions versus actual corporate social responsibility actions. **Journal of Cleaner Production**, v. 417, p. 137981, 2023.

GUEDES, S. R. N. et al. Uma caracterização das transformações econômicas e sociais na agroindústria canavieira da Argentina, Brasil e México. **História Unisinos**, Porto Alegre, v. 17, n. 3, p. 280-292, Setembro/Dezembro 2013. ISSN https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/111567/WOS000331933600009.pdf?sequence=1.

HUANG, G. et al. Extending social responsibility to small and medium-sized suppliers in supply chains: A fuzzy-set qualitative comparative analysis. **Applied Soft Computing**, v. 88, p. 105899, 2020.

KLIR, G.; YUAN, B. **Fuzzy Sets and Fuzzy Logic - Theory and Application**. [S.l.]: Prentice Hall, 1995.

LAUREANO, E. E. et al. **Recentes Avanços em Sistemas Fuzzy**. Sociedade Brasileira de Matem´atica Aplicada e Computacional. Fortaleza: [s.n.]. 2018. p. 691.

LEDUCHOWICZ, M. . A. et al. What are the key strategies for a successful and fair energy transition for all? Multi-criteria assessment of isolated case studies in São Paulo. **Inovação Ambiental e Transições Sociais**, n. 50, 2024.

LÓPEZ, M. V.; GARCIA, A.; RODRIGUES, L. Sustainable Development and Corporate Perfomance: A Study Based on the Dow Jones Sustainability Index. **Journal of Business Ethics**, v. 75, n. 3, p. 285-300, 2007.

LORETO, B. G. S.; AZEVEDO, T. C.; MARIANO, T. L. A. B. **Responsabilidade Social Corporativa à Luz da Agenda 2030:** experiência na Gestão de uma Empresa Contábil Baiana. 2018. XX ENGEMA - Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente da FEA/USP. São Paulo: [s.n.]. 2018.

LUPPI, L. Responsabilidade Social x Motivação. Responsabilidade Social. **resposabilidadesocial.com**, 2007. Disponivel em: <http://www.responsabilidadesocial.com/artigo/responsabilidade-social-x-motivacao/>. Acesso em: 29 maio 2024.

MACIEL, M. R. A. et al. Caracterização sócio-econômica do trabalhador temporário da indústria canavieira em Lagoa da Prata, Minas Gerais, Brasil. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, v. 23, n. 2, p. 335-343, maio/junho 2011.

MANNARELLI FILHO, T. **A RESPONSABILIDADE SOCIAL EMPRESARIAL EM ORGANIZAÇÕES SUCROENERGÉTICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO: UM ESTUDO DAS VARIÁVEIS DE RELAÇÕES DE TRABALHO, POR MEIO DA LÓGICA FUZZY**. Tese Doutorado em Agronegócio e Desenvolvimento - Universidade Estadual Paulista - UNESP - Faculdade de Ciências e Engenharia. Tupã, p. 226. 2023.

MARTÍNEZ, M. P. et al. Sistema de inferência fuzzy para estudar o comportamento do consumidor verde frente à percepção do greenwashing. **Journal of Cleaner Production**, v. 242, p. 116064, 2020.

MOHY-UD-DIN, K. Board diversity and corporate social responsibility versus sustainability development: Evidence from US and Australia. **Journal of Cleaner Production**, n. 417, 2023.

NEVES, L. F.; DE BENEDICTO, S. C. **Responsabilidade Social Corporativa:** histórico, definições e aplicação de diagnóstico. São Paulo: Editora Dialética, 2022.

NIPE-UNICAMP; IBGE; CTC. NIPE - O Núcleo Interdisciplinar de Planejamento Energético. **NIPE.UNICAMP**, 2017. Disponivel em: <https://www.nipe.unicamp.br/>. Acesso em: 25 dez. 2023.

OLIVEIRA, M. R. et al. OS IMPACTOS AMBIENTAIS DO SETOR SUCROENERGÉTICO E O USO DE INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE. **RDE-Revista de Desenvolvimento Econômico**, v. 2, n. 52, 2023.

POPLAWSKA, J. et al. Stakeholder profile definition and salience measurement with fuzzy logic and visual analytics applied to corporate social responsibility case study. **Journal of Cleaner Production**, v. 105, p. 103-115, 2015.

RAMOS, P. **Agroindústria canavieira e propriedade fundiária no Brasi**. São Paulo: Hucitec, 1999.

SANTOS, L. R. **Estratégias para Controle de Pragas Sistemas P-fuzzy com Controle Híbrido.** Dissertação de Mestrado – Universidade de Campinas, Instituto de matemática, Estatística e Computação Científica. Campinas, p. 130 p. 2008.

SHAW, I. S.; SIMÕES, M. G. **Controle e Modelagem Fuzzy**. São Paulo: Edgard Blucher, 1999.

SILVA, C. R.; GOBBI, B. C.; SIMAO, A. A. O uso da análise de conteúdo como uma ferramenta para a pesquisa qualitativa: Descrição e aplicação do método. **Organizações Rurais Agroindustriais**, v. 7, n. 1, p. 70-81, 2005.

SZCZEPANIK, D. M. G.; STEFANI, S. R.; BERNARDIM, M. L. **Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 8: Trabalho Decente e Pleno Emprego**. XLVI Encontro da ANPAD - EnANPAD 2022. São Paulo. 2022.

SZMERECSÁNYI, T. **O planejamento da agroindústria canavieira do Brasil (1930-1975)**. São Paulo: Hucitec/Unicamp, 1979.

TRUANT, E. et al. ESG performance and technological change: Current state-of-the-art, development and future directions. **Journal of Cleaner Production**, v. 429, p. 139493, 2023.

UNICA. Observatorio da cana. **Unica - União da Indústria de Cana-de-Açúcar e Bioenergia**, 2023. Disponivel em: <https://observatoriodacana.com.br/listagem.php?idMn=148>. Acesso em: 12/09/2022 setembro 2022.

WELZEL, E. et al. Modelo da Dinâmica Interdisciplinar de Responsabilidade Social Corporativa: Contribuições Conceituais e Delimitação Teórica. **Revista de Administração da Universidade Federal de Santa Maria**, Santa Maria, v. 10, n. 4, p. 705-724, out./dez. 2017.

WIABILIZA. Consultoria Wiabiliza. **wiabiliza.com.br**, 2020. Disponivel em: <https://wiabiliza.com.br/quantas-pessoas-sao-necessarias-para-moer-um-milhao-de-toneladas-de-cana/>. Acesso em: 12/09/2022 setembro 2022.