

METODOLOGIA PARA IMPLEMENTAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE NO SETOR INDUSTRIAL

JULIANA MAFRA SALGADO ANDRADE
UNIFAL UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS

EDUARDO GOMES SALGADO

FÁBIO DE OLIVEIRA NEVES

Palavras Chave

certificações ISO, triple-bottom-line, ciclo PDCA

METODOLOGIA PARA IMPLEMENTAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE NO SETOR INDUSTRIAL

Juliana Mafra Salgado Andrade

juliana.salgado@sou.unifal-mg.edu.br

(35)98811-1356

Programa de Pós-graduação em Ciência Ambiental

Universidade Federal de Alfenas - UNIFAL

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Gomes Salgado

Coorientador: Prof. Dr. Fábio de Oliveira Neves

METODOLOGIA PARA IMPLEMENTAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE NO SETOR INDUSTRIAL

Palavras-chave: sustentabilidade; certificações ISO; *triple-bottom-line*; ciclo PDCA; pequenas e médias empresas; lógica *fuzzy*.

1. INTRODUÇÃO

A preocupação com a sustentabilidade tem sido cada vez mais frequente no meio empresarial. Isso decorre de uma crescente discussão sobre o tema no meio acadêmico, a partir das constatações acerca das mudanças ambientais, do desenvolvimento da ciência, de políticas públicas estabelecidas pelo Estado, da pressão de *stakeholders*, ou mesmo da educação ambiental que têm se estabelecido a cada ano.

A partir da importância do tema, aprofundar o debate acadêmico e levá-lo à prática organizacional torna-se imperativo, tendo em vista que as empresas, em especial as pequenas e médias, carecem de metodologias que utilizem ferramentas de gestão já consolidadas as integrem à sustentabilidade.

Como forma de contribuir com a temática da sustentabilidade organizacional, esse projeto pretende propor uma metodologia de implementação de sustentabilidade para pequenas e médias empresas, a fim de dar suporte a gestores a partir de um sistema de gestão integrado de sustentabilidade, e consequentemente colaborar para a melhoria nos resultados dos indicadores organizacionais e nacionais.

1.1 APRESENTAÇÃO

Atualmente, existe um consenso entre academia, órgãos públicos e empresariais, sobre a necessidade do desenvolvimento de políticas e práticas sustentáveis que respondam às demandas atuais de equilíbrio entre aspectos sociais, ambientais e econômicos. Esse consenso decorre da forma como o ser humano tem gerenciado o modo de produção de bens e serviços (JABBOUR; JABBOUR, 2016), priorizando os aspectos econômicos em detrimento aos demais. No entanto, problemas como os baixos rendimentos e a alta desigualdade entre os trabalhadores (IBGE, 2021) e o aumento veloz da concentração de alguns gases que compõem o efeito estufa, (IBGE, 2015), têm levado a uma profunda reflexão sobre os rumos da história da relação entre homem e o planeta.

Um momento histórico nessa reflexão foi a Comissão de Brundland, em 1987, onde foi elaborado o relatório *Our Common Future*, que apresentou importantes definições acerca do tema.

“Na sua essência, o desenvolvimento sustentável é um processo de mudança no qual a exploração dos recursos, o direcionamento dos investimentos, a orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional estão em harmonia e reforçam o atual e futuro potencial para satisfazer as aspirações e necessidades humanas”. (BRUNDLAND, 1987)

As organizações são elementos cruciais na busca pelo equilíbrio harmônico entre o meio ambiente, a economia e a sociedade. O impacto ambiental das organizações é caracterizado pelo consumo energético de materiais e recursos, sobretudo na etapa de fabricação de seus produtos, considerando seu ciclo de vida (PERALTA ÁLVAREZ; MARCOS BÁRCENA; AGUAYO GONZÁLEZ, 2017). Em relação às questões sociais, as empresas são geradoras de emprego e renda, e a qualidade de vida de uma população está diretamente ou indiretamente relacionada à do trabalho. Já sob a perspectiva econômica, as organizações têm a responsabilidade da lucratividade para sua continuidade e sobrevivência (FRANÇA JUNIOR, 2017).

Nesse cenário, a gestão voltada aos valores sustentáveis e às práticas de desenvolvimento produtivo, de competição e de tecnologias aplicadas na minimização dos impactos da ação empresarial no meio (KUZMA; DOLIVEIRA; SILVA, 2017) torna-se fundamental. Isso deve incluir ações drásticas, a fim de modificar os processos industriais atuais, o tipo e quantidade de recursos utilizados, o processo de resíduos, e o controle de emissões de poluentes (GUNASEKARAN; SPALANZANI, 2012), além do foco no trabalhador e na comunidade na qual as empresas estão inseridas.

Sob essa ótica, surge o conceito de *triple-bottom-line*, desenvolvido por Elkington em 1990 sob inspiração de Brundland (1987), no qual às organizações cabem considerar a necessidade de um harmônico equilíbrio entre as três dimensões da sustentabilidade, especificamente meio ambiente, economia e sociedade. Até meados dos anos 1990 o sucesso das empresas estava restrito à dimensão econômica, a fim de satisfazer apenas a um *stakeholder* em particular, o acionista. Esta visão não reconhece a interdependência entre as dimensões do *triple-bottom-line*, em que as economias não existem sem o meio ambiente e a sociedade (WALKER; YU; ZHANG, 2020). Com o passar dos anos, as organizações passaram a se preocupar em atender às diversas expectativas mercadológicas, fornecendo bens e serviços em concordância com os novos anseios de seus consumidores (JABBOUR; JABBOUR, 2016). As empresas têm sido pressionadas, nesse sentido, não apenas a mudar a forma como fazem negócios, mas também a monitorar e relatar mais do que apenas seu desempenho econômico (AZEVEDO; BARROS, 2017). A reputação positiva resultante da consistência geral de uma empresa a partir da adoção efetiva da estrutura do *triple-bottom-line* alavanca a competitividade geral de uma empresa no mercado (OKANGA; GROENEWALD, 2017). Como resposta, alguns esforços no estabelecimento de indicadores e medidas de sustentabilidade ao nível de negócio foram realizados (AZEVEDO; BARROS, 2017) e, desde então, a sustentabilidade passou cada vez mais a integrar os modelos de negócios das empresas de forma mais profunda.

Sem a integração das três dimensões que compõe o *triple-bottom-line* ao modelo de negócios e ao processo de gestão estratégica da organização, a adesão efetiva à sustentabilidade pode não ser facilmente mantida por todos na organização (MITCHELL; CURTIS; DAVIDSON, 2008). Ademais, o foco no lucro do acionista pode ser prejudicial principalmente ao meio ambiente e à sociedade, sendo capaz de impedir a geração de valor no longo prazo (WALKER; YU; ZHANG, 2020).

Nesse sentido, a integração do *triple-bottom-line* aos objetivos estratégicos da empresa encontra apoio nas certificações *Internacional Organization for Standardization* (ISO), um sistema de governança adotado voluntariamente pelas organizações que dá suporte às perspectivas econômica, ambiental e social por meio de padrões metodológicos de implementação e acompanhamento de processos e indicadores de resultados. A metodologia de implementação das certificações ISO vai de encontro aos principais sistemas de planejamento estratégico adotados por grande parte das empresas o que, no geral, facilita a integração entre diferentes ferramentas de gestão.

Ao mesmo tempo que a ISO se comunica com as ferramentas estratégicas e gerenciais, funcionam com independência. Castka e Balzarova (2018) descrevem que “as empresas dependem de esquemas de certificação de terceiros para fornecer um relato independente de suas práticas de qualidade, ambientais e sociais”. As certificações fornecem informações baseadas em pesquisas, servindo como modelo, evitando assim que as empresas tenham que inovar continuamente em questões que afetam a sociedade como um todo (SORREL, 2020). O objetivo das certificações é dar aos *stakeholders* a confiança de que o sistema de gestão está atendendo às demandas organizacionais e de mercado.

Dentre as atuais certificações ISOs existentes, merecem destaque a ISO 14.001 que aborda a perspectiva ambiental, a ISO 50.001 que constitui práticas para a implementação de sistemas de emissão de energia, a ISO 45.001, uma atualização da norma 18.001, que evidencia

a perspectiva de saúde e segurança do trabalhador, e a ISO 9.001 que prioriza a melhoria e padronização dos processos das empresas, elevando qualidade dos produtos e da gestão. As certificações levam a grandes contribuições para o desenvolvimento das empresas (DOS SANTOS FERREIRA et al., 2021) e seus indicadores contribuem, de forma efetiva, para a sustentabilidade organizacional, pois permitem aos gestores acompanhar o desempenho da empresa, promovendo ações corretivas de forma a alcançar os resultados esperados.

A pesquisa acadêmica em certificação, em geral, tem se apoiado em perspectivas teóricas e no uso de métodos estatísticos multivariados e em estudos de caso (CASTKA, 2018). Algumas destas pesquisas objetivam revelar efeitos de natureza linear (FISS, 2007), mas autores como Prado e Woodside (2015) questionam essa abordagem simétrica e argumentam que uma abordagem que busca desvendar a complexidade da tomada de decisão é melhor para capturar as complexidades da certificação (CASTKA, 2018). Isso porque os dados relacionados a esse tipo de análise são difusos, possuindo origens diversas, sejam elas qualitativas ou quantitativas.

Um ferramental matemático adequado para lidar com a natureza não linear, a incerteza, a imprevisibilidade e a subjetividade inerentes a alguns tipos de dados, que podem não ser abordados de maneira adequada em modelos matemáticos convencionais, mas de extrema importância na correta análise dos problemas, é a lógica *fuzzy* (GARCIA et al., 2007), que apresenta grande potencial e resultados promissores à solução de diversos problemas, como os voltados à sustentabilidade, tendo como vantagens a facilidade de projeção e compreensão dos resultados, além de serem economicamente eficientes em termos de custos e de realização (JASINEVICIUS et al., 2015).

A partir de tais constatações, não foram encontrados na literatura trabalhos que propõem um sistema integrado de suporte à implementação da sustentabilidade, o qual absorvam as incertezas e imprecisões de seus dados, como a lógica *fuzzy* e, simultaneamente, utilizem modelos de suporte à gestão já estabelecidos na literatura e na prática organizacional.

1.2 OBJETIVOS

O objetivo central deste projeto de doutorado é desenvolver uma metodologia de implementação de sustentabilidade para pequenas e médias empresas brasileiras.

Para se alcançar o objetivo definido para este projeto de doutorado, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- I. Realizar um levantamento de literatura;
- II. Identificar os indicadores econômicos, ambientais e sociais a partir das certificações ISO;
- III. Construir um banco de dados a partir dos indicadores identificados;
- IV. Construir um modelo a partir da ferramenta *fuzzy* tomando como referência o ciclo PDCA;
- V. Validar o modelo;
- VI. Analisar o modelo por meio de estudos de caso.

1.3 JUSTIFICATIVA

Há um consenso, entre os países membros das Nações Unidas, da necessidade de medidas coletivas globais em favor do desenvolvimento sustentável. Esse consenso se tornou mais evidente a partir da conferência Rio + 20, em 2012, que auxiliou na definição da agenda do desenvolvimento sustentável para as próximas décadas (FRAZÃO; VALADÃO; CALEGARIO, 2022). Nessa conferência, os então Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM), foram discutidos e ressignificados, e culminaram nos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), cuja proposta é o envolvimento global intensivo, reunindo governos, setor

privado, sociedade civil, sistema das Nações Unidas e outros atores (UN, 2022) na mesma finalidade.

Dentre os 17 grandes objetivos traçados, alguns merecem destaque para os objetivos desse projeto, sendo eles: ODS 7, sobre energia limpa e acessível; ODS 8, que enfoca o trabalho decente e o crescimento econômico; ODS 9, que dispõe sobre indústria, inovação e infraestrutura; ODS 11, que aborda o tema cidade e comunidades sustentáveis; ODS 12, que trata do consumo e produção sustentáveis; e ODS 13, que propõe ações contra a mudança global do clima.

Ainda, o relatório do *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC, 2022) apresentou conclusões sobre as mudanças climáticas que devem ser consideradas prioritárias por governos, organizações e sociedade como caminho para a manutenção do aquecimento global dentro dos limites estabelecidos pelo Acordo de Paris. O relatório propõe transformações rápidas em todos os setores para evitar impactos climáticos mais drásticos ao planeta, sendo elas: expansão do uso de energia limpa; investimentos em inovação para descarbonizar as indústrias; incentivo a construções verdes; redesenho de cidades e transição para transporte de zero e baixo carbono; conservação dos ecossistemas naturais e melhoria dos sistemas alimentares (IPCC, 2022).

Em atenção aos ODS e ao Acordo de Paris, do qual o Brasil é signatário, o Plano Nacional de Energia (PNE) brasileiro foi desenvolvido para expressar as intenções do governo de expansão do setor de energia com base nos aspectos econômico, estratégico e social. O país comprometeu-se a reduzir até 2025 suas emissões de gases do efeito estufa em até 37% (comparados aos níveis de 2005), tendo suas metas estendidas para 43% até 2030 (EPE, 2016) e por meio da lei 12.305, instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos, a qual estabeleceu orientações e instrumentos para que o setor público e privado gerencie seus resíduos com transparência e proteção ao meio ambiente.

A fim de fornecer subsídios para o acompanhamento da sustentabilidade, o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) desenvolveu indicadores do padrão do desenvolvimento brasileiro em quatro dimensões: ambiental, social, econômica e institucional (IBGE, 2015), sendo esta última relacionada às ações do poder público aos desafios da sustentabilidade. Conceitualmente, os Indicadores de Sustentabilidade do IBGE são excelentes para pensar-se a sustentabilidade, no entanto a complexidade de seus dados torna seus cálculos ainda sem resultados objetivos (CORRÊA, 2022).

Embora sejam vários os atores envolvidos nas questões da sustentabilidade, o setor industrial é fundamental nesse contexto. No Brasil, este setor representa 32,6% do consumo energético nacional, com previsão de 47% para o ano de 2026. A conservação de energia representará 5% da demanda final prevista para 2026 e 7% do consumo total de eletricidade para o ano de 2050. Até 2050, ganhos em eficiência energética podem chegar a 19% do consumo industrial (EPE, 2016).

Apesar disso, ainda está presente nas empresas um ceticismo em relação à adoção de uma abordagem sustentável, sendo apontado como um dos principais problemas o alto investimento de capital e a experiência necessária para gerenciar de forma sustentável. A realidade é que, enquanto algumas empresas são motivadas à sustentabilidade, outras terceirizam as atividades, os quais, em muitos casos, têm foco apenas econômico, com a intenção de extrair o valor máximo com implicações de custos mínimos (DARBARI et al., 2019).

De face ao exposto nos parágrafos anteriores dessa justificativa, nota-se um esforço do poder público, que além de instituir políticas públicas e controlar os resultados, demanda do setor privado a participação ativa para alcance dos objetivos da sustentabilidade. Portanto, este trabalho visa contribuir com gestores de pequenas e médias empresas, a partir de um método que responda as demandas das organizações por um sistema integrado de sustentabilidade.

2. REVISÃO TEÓRICA

Nessa seção, serão abordados os principais argumentos teóricos, proposições e hipóteses de que trata este projeto de doutorado, para melhor compreensão do problema analisado.

2.1 A SUSTENTABILIDADE NO SETOR INDUSTRIAL

A relação do homem com a natureza vem sofrendo alterações ao longo dos anos. De acordo com Oliveira (2002), num passado distante havia uma unicidade orgânica entre o homem e a natureza, em que o ritmo de trabalho e a vida social associava-se ao da natureza. No entanto, a partir do desenvolvimento do modo de produção capitalista, este vínculo foi rompido, pois a natureza, antes um meio de subsistência, passou a integrar a um conjunto dos meios de produção do qual o capital se beneficie. A partir deste momento, o homem se posiciona como um elemento preponderante à natureza. Em decorrência desta nova forma de interação, as ações antropocêntricas têm provocado alterações no biosistema, como o aquecimento global e a redução na biodiversidade, prejudicando, assim, o capital natural da Terra, com consequências preocupantes.

Intensas mudanças globais, no holoceno, estão atreladas a esse tipo de desenvolvimento econômico-social. Novos modelos tecnológicos, voltados à sustentabilidade, no entanto, estão sendo desenvolvidos como contraponto à fome, à injustiça social, ao processo acelerado de urbanização, à consequente destruição da diversidade biológica e ao uso desenfreado dos recursos naturais, tornando-se ferramentas preponderantes às antigas premissas de uso do capital natural como forma de desenvolvimento econômico e social (BAZÁN BARBA; DOS SANTOS, 2020).

Conceitos relacionados a este tema vêm sendo discutido na literatura acadêmica há décadas, sendo possível argumentar que a *“ideia de que os sistemas naturais fornecem benefícios que sustentam o bem-estar humano é tão velha como os próprios humanos”* (COSTANZA et al., 2017). O que mudou, a partir da segunda metade do século XX, foi que os impactos socioambientais começaram a ser sentidos com maior intensidade. Na década de 1980, foi fundamentada a conceitualização a respeito da “economia ecológica” e, posteriormente, ganhou reconhecimento considerável o *triple-bottom-line*, que compreende os aspectos econômico, social e ambiental no interior industrial e assumindo como componente das estratégias das empresas por meio da geração de valor (ELKINGTON, 1999).

Diante desta conjuntura, o setor industrial está mudando de uma perspectiva tradicional para uma voltada para a sustentabilidade em suas operações (AZEVEDO; BARROS, 2017), sendo a fabricação sustentável via principal de abordagem na produção (AHMAD; WONG; RAJOO, 2019). A fabricação sustentável define-se como:

“a criação de produtos manufaturados por meio de processos que minimizem os impactos ambientais negativos, conserve energia e recursos naturais, são seguros para funcionários, comunidades e consumidores e são economicamente sólidos” (VELEVA; ELLENBECKER, 2001)

Devido ao intensivo consumo de recursos, o setor industrial acarreta uma quantidade substancial de encargos e riscos relacionados ao desenvolvimento sustentável (PERALTA ÁLVAREZ; MARCOS BÁRCENA; AGUAYO GONZÁLEZ, 2017), o que reflete na necessidade de eficiência na implementação e no monitoramento de toda a operação.

No Brasil, de acordo com dados do IBGE o número de empresas chegou a 306,3 mil em 2019. As indústrias movimentaram uma receita líquida de R\$ 3,6 trilhões e pagaram um total de R\$ 313,1 bilhões em salários e outras remunerações (IBGE, 2022a).

Tomando como ponto a qualidade ambiental, o setor industrial têm como desafios consolidar uma economia de baixa emissão de carbono e de redução no volume de resíduos nas atividades industriais (MISTAGE-HENRÍQUEZ; BILOTTA, 2016). Já na dimensão social, é

desenvolver métodos com enfoque na saúde ocupacional e na prevenção de acidentes, assegurando a viabilidade econômica ao analisar a qualidade de vida dos trabalhadores, a responsabilidade social além da interação homem-máquina. (PERALTA ÁLVAREZ; MARCOS BÁRCENA; AGUAYO GONZÁLEZ, 2017).

Apesar das evidências de que medidas que melhoram o bem-estar das pessoas e minimizam os danos ao planeta tendem a aumentar a produtividade, a lucratividade e o retorno aos acionistas, é fundamental que os executivos avaliem os efeitos de alavancagem do modelo de negócios sustentáveis no desempenho efetivo de mercado de uma empresa (SUTTIPUN; STANTON, 2012).

No entanto, há dificuldades na definição e mensuração de indicadores de desempenho relacionados ao *triple-bottom-line*. Ahmad, Wong e Rajoo (2019) apontam que grande parte dos conjuntos e estruturas de indicadores disponíveis, como da *Global Reporting Initiative* (GRI, 2002, 2007, 2015), *Dow Jones Sustainability Index*, *United Nations Commission on Sustainable Development*, *International Labour Organization*, vieram de especialistas como políticos e cientistas sociais ou naturais, sendo normalmente genéricos e carecendo de utilidade para o setor industrial, consoante à aplicabilidade e mensurabilidade. A falta de índices desta natureza (AHMAD; WONG; RAJOO, 2019) desencoraja os profissionais a realizar uma avaliação de sustentabilidade de suas atividades fabris.

Esta falta de consenso justifica-se a partir da constatação de que os indicadores de sustentabilidade estão envolvidos em características que possuem incerteza e imprecisão. Além disso, às mensurações com viés puramente econômico mostram-se incapazes de absorver a complexidade e multidimensionalidade da sustentabilidade, apontando para a necessidade de novas metodologias que supram lacunas evidenciadas pela aplicação de indicadores considerados tradicionais e, também, que consigam absorver dúvidas inerentes (GARCIA et al., 2007).

Embora algumas empresas afirmem endossar a sustentabilidade do nível estratégico ao operacional (AZEVEDO; BARROS, 2017), as estruturas de apoio não conseguem equilibrar questões econômicas, ambientais e sociais. Na literatura recente sobre indicadores de sustentabilidade industrial, ainda não são abordadas, de forma igualitária, todas os três pontos de seu tripé (ambiental, econômica e social) (AHMAD; WONG; RAJOO, 2019), sendo dado mais ênfase à do meio ambiente em comparação com às outras duas dimensões (econômica e social) (DIAZ-CHAVEZ, 2014).

A abordagem por meio do conceito do *triple-bottom-line* está longe de ser um modelo de negócio predominante nas empresas. Embora haja evidências de que o valor de negócios a partir deste conceito seja substancial, tendências convencionais em que a lucratividade e o incremento do valor dos acionistas são priorizados acima dos demais valores parecem ainda um fenômeno amplamente praticado (OKANGA; GROENEWALD, 2017).

Okanga e Groenewald (2017) apresentaram conclusões a esse respeito. Os autores verificaram que algumas pequenas e médias empresas do setor de construção civil apresentaram uma abordagem positiva ao tema da sustentabilidade, mas ainda há uma preponderância aparentemente maior para buscar a lucratividade às custas das pessoas e do patrimônio natural, o que parece emergir fortemente entre a maioria das pequenas e médias empresas durante os estágios iniciais de seus ciclos de vida.

No que se refere à sustentabilidade nas pequenas e médias empresas (PMEs) sob à ótica do *triple-bottom-line*, ainda há uma grande lacuna na literatura (MUÑOZ-PASCUAL; CURADO; GALENDE, 2019), apesar do interesse no estudo da sustentabilidade dessas empresas terem crescido nos últimos anos. Os altos custos e a pressão empresarial em atender às despesas operacionais diárias causam abordagens distorcidas, e a maioria das PMEs se preocupa fortemente com a lucratividade às custas do planeta e das dimensões das pessoas (OKANGA; GROENEWALD, 2017).

O estudo de Hsu, Chang e Luo (2017) se propôs a identificar os principais fatores de desempenho para o desenvolvimento da sustentabilidade em PMEs. Os autores verificaram que alcançar a sustentabilidade pode ser mais difícil para as essas empresas, pois a escassez de recursos é uma característica presente (HSU; CHANG; LUO, 2017).

A pesquisa de Jales, Neutzling e Dias (2022) analisou as motivações e dificuldades para a adoção de práticas sustentáveis, com foco na cadeia de suprimentos de PMEs do setor de caju. As conclusões são de que há inclinação das PMEs para o desenvolvimento de práticas sustentáveis a partir da legislação ou exigência do mercado, e que as indústrias estão mais propensas a práticas sustentáveis quando estas são simples e que os principais desafios estão relacionados à falta de recursos, que repercute em poucos investimentos, mão de obra e conhecimento, que se amplia a partir da falta de incentivo do poder público no atendimento dessas lacunas (JALES; NEUTZLING; DIAS, 2022).

Isso mostra que a maioria das pequenas e médias empresas ainda não adotaram a produção sustentável (THEYEL E HOFMANN, 2015) e que as indústrias manufatureiras não conseguem medir os impactos econômicos, sociais e ambientais associados às suas atividades (PERALTA ÁLVAREZ; MARCOS BÁRCENA; AGUAYO GONZÁLEZ, 2017). Este é um desafio que as PMEs, em especial as brasileiras, terão que enfrentar.

2.2 CERTIFICAÇÕES ISO

A *Internacional Organization for Standardization* (ISO) é uma organização internacional não governamental independente que busca compartilhar conhecimento por meio de normas internacionais voluntárias relevantes para o mercado, baseadas em consensos de especialistas, ofertando soluções para desafios globais (ISO, 2022a). Em suma, as normas ISO ajudam as empresas a tornar os produtos padronizados, identificar problemas de segurança de produtos e serviços além de compartilhar boas ideias e soluções, tecnologia, *know-how* e boas práticas de gerenciamento (ISO, 2022a).

São diversos os padrões criados pela ISO, dentre eles padrões de gerenciamento de qualidade, de gestão ambiental, de gerenciamento de energia, de segurança alimentar, de segurança em tecnologia de informação e normas de saúde e segurança no trabalho (ISO, 2022a). As empresas adotam os padrões como ferramentas que sinalizam seus investimentos em melhorias em desempenho e qualidade (BLIND; MANGELSDORF; POHLISCH, 2018). Ao todo, até o momento, já foram desenvolvidos 24.475 padrões, porém deste conjunto há os mais populares, dos quais se destacam, para contribuição deste trabalho, as certificações ISO 9.001, ISO 45.001, ISO 14.001 e a ISO 50.001.

As normas que compõem a ISO 9.000 são as normas emitidas pela ISO de maior sucesso (BLIND; MANGELSDORF; POHLISCH, 2018). Existem desde 1987 e, a partir, deste período já atraíram mais de um milhão de empresas participantes, se tornando um fenômeno global (ISO, 2022a). No contexto da ISO 9.001, existem várias intervenções que as empresas podem adotar, as quais levam a um valor aprimorado de qualidade, aprendizado, economia de custos, melhorias de eficiência se comparado a grupos de controle (CASTKA, 2018). No geral, são indicados para um sistema de gestão de qualidade quando uma organização precisa demonstrar sua capacidade de fornecer produtos que atendam aos requisitos dos clientes aumentando sua satisfação (ISO, 2022b). A obtenção de uma certificação, ISO 9.001, é dispendiosa em termos de esforço financeiro e de gestão (JAVORCIK; SAWADA, 2018), mas pode ajudar as empresas a melhorarem o seu desempenho e reputação. Embora seja um padrão voluntário, as pressões externas de diferentes *stakeholders* constituem os principais impulsionadores para a adoção da certificação por empresas de países, principalmente os em desenvolvimento (BLIND; MANGELSDORF; POHLISCH, 2018).

A certificação ISO 45.001, antiga OHSAS 18.001, tem como ponto nevrálgico validar os esforços das organizações em garantir a saúde e a segurança do trabalhador, além de

identificar e mitigar riscos aos trabalhadores, de forma a melhorarem seus resultados. Os principais benefícios associados à implementação desta norma estão relacionados à abordagem sistemática para gerenciar perigos e riscos ocupacionais, o que leva às organizações a se ajustarem proativamente a estes problemas, tanto existentes quanto potenciais, tendendo a melhorar sua imagem pública e sua cultura organizacional (SORREL, 2020). Ademais, no que se refere à saúde e segurança do trabalhador, as pequenas e médias empresas atuam com ações específicas voltadas apenas ao cumprimento das Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho, sendo o conhecimento sobre a ISO 45.001 ainda incipiente (CAMPANELLI; RIBEIRO; CAMPANELLI, 2021).

Já a certificação ISO 14.001 foi introduzida no ano de 1996, sendo uma série de procedimentos que as empresas devem adotar em seus Sistemas de Gerenciamento Ambiental (SGA). De acordo com Seiffert (2010), esses procedimentos estabelecem uma base comum para uma gestão ambiental mais uniforme e eficiente em todo o mundo. Dessa forma, há mais confiança de que o processo realizado por uma empresa conduzirá a um maior cumprimento de determinada lei ambiental, como a política nacional de resíduos sólidos (Lei 12.305), bem como a conformidade a outras exigências e a níveis mais elevados de desempenho ambiental. No Brasil, uma das principais motivações para a adoção da certificação ISO 14.001 é o melhor aproveitamento de oportunidades de negócios (GAVRONSKI, 2008), além da possibilidade do marketing ambiental (NEVES; SALGADO; BEIJO, 2017).

A certificação ISO 14.001 pode ajudar as organizações a serem mais sustentáveis, a partir da redução dos impactos ambientais, por meio da diminuição do desperdício de resíduos e descarbonização, tendo em vista que, uma das maiores dificuldades das organizações é a falta de orientação técnica para a gestão ambiental em seus empreendimentos. (PHILIPPI JR; ROMÉRO; BRUNA, 2014). Jabbour e Jabbour (2016) afirmam que a verificação das práticas de gestão ambiental é um desafio e Seiffert (2010) afirma que as demandas por um processo de gestão ambiental associado a um mercado globalizado e cada vez mais competitivo têm aumentado em virtude da pressão de seus clientes. Quanto maior a conscientização ambiental da sociedade, maior a pressão sobre as organizações, às quais devem melhorar seus desempenhos ambientais.

A certificação ISO 50.001 é a normatização internacional para a práticas de gerenciamento de energia, cujo objetivo é dar suporte às organizações para que melhorem continuamente seu consumo energético por meio de um processo sistemático e organizado (FUCHS; AGHAJANZADEH; THERKELSEN, 2020). Os custos crescentes da energia, a legislação ambiental e as preocupações com a segurança energética estão levando as empresas a observarem cada vez mais para a eficiência energética (EE) industrial (GARCÍA-LEÓN; FLÓREZ-SOLANO; RODRÍGUEZ-CASTILLA, 2019). Como consequência, empresas estão cada vez mais dispostas a adotar a certificação ISO 50.001, a fim de identificar as técnicas mais rentáveis para diminuir o consumo de energia industrial, de forma a galgarem melhor eficiência energética. Cabe destacar que a melhoria da EE através da implementação de sistemas de gestão de energia conduzirá sempre a uma redução das emissões de gases com efeito de estufa, o que aponta para um impacto positivo na sustentabilidade (GONÇALVES; DOS SANTOS, 2019). O padrão ISO 50.001, relativamente novo em comparação com os padrões ISO 9.001 e ISO 14.001, possui poucas evidências de propostas de valores bem definidas para sua adoção, pela escassez de trabalhos acadêmicos, principalmente fora do eixo das escolas europeias (FUCHS; AGHAJANZADEH; THERKELSEN, 2020).

A Pesquisa de Certificações realizada pela ISO no ano de 2020 apontou para um aumento significativo no número de certificados válidos, em especial as certificações ISO 45.001, ISO 9.001 e ISO 14.001. Os resultados da pesquisa mostraram que as certificações ISO cresceram 18% no mundo todo, em relação a 2019. A ISO 9.001 teve, no mundo, um aumento de 4% e o Brasil, apesar de uma redução de 2,5%, está entre os dez países que mais possuem

certificação ISO 9.001. A adoção da certificação ISO 14.001 aumentou em 12% em relação a 2019, e o Brasil passou da 17ª para a 15ª posição, comparado a 2019. E na ISO 45.001, houve aumento de 393% no número de certificações em relação ao ano de 2019, resultado inflado pela migração do certificado OHSAS 18.001. O Brasil passou de 38ª posição para a 28ª no *ranking* mundial (ISO, 2022b).

Pesquisadores que analisam os principais pontos de adoção da ISO apontam para motivações internas e externas. As internas se relacionam à melhoria organizacional e as externas à promoção e marketing (BLIND; MANGELSDORF; POHLISCH, 2018). As empresas estão cada vez mais atentas a essa tendência e buscam as normas para certificar seus processos e melhorar sua gestão. Como suporte, ferramentas têm sido desenvolvidas para a implementação da sustentabilidade, não existindo um único método robusto, mas várias técnicas que foram contextualmente adaptadas pelas organizações para incorporar diferentes aspectos isolados da sustentabilidade (NAWAZ; KOÇ, 2018), tendo por base um sistema integrado de gestão.

2.3 SUSTENTABILIDADE E SISTEMAS DE GESTÃO

Apesar de ferramentas de sustentabilidade estarem disponíveis aos gestores, a adoção de forma isolada prejudica a sua eficiência (GIANNI; GOTZAMANI, 2015). Por isso, sistemas integrados de sustentabilidade nos processos de negócios têm sido indicados como forma de levar a maior flexibilidade na abordagem dos problemas relacionados à gestão, medição e avaliação da sustentabilidade corporativa (SILVA et al., 2020). Um sistema integrado aumenta a padronização dos processos, melhora a comunicação interna e externa, aumenta a qualidade da tomada de decisão e atende as demandas dos diferentes *stakeholders* com mais confiabilidade e clareza (NAWAZ; KOÇ, 2018).

Uma ferramenta que dá suporte à gestão integrada é o ciclo PDCA (*plan-do-check-act*), criado por Deming em 1951, o qual serve para manter os padrões estabelecido pela empresa, para melhorar os processos e para acompanhar cada etapa de implementação de uma nova metodologia (PRASHAR, 2017). A primeira etapa do ciclo (*plan*), envolve o preparo e a definição de estratégias; a segunda (*do*), refere-se à implementação e operacionalização; a terceira etapa (*check*) trata do monitoramento e avaliação; e a quarta etapa, (*act*) é a de garantir a melhoria contínua dos processos e da gestão como um todo (MOEN; NORMAN, 2009).

As indústrias, para a implementação das diferentes normas descritas no item 2.2 desse projeto, adotam o ciclo PDCA como ferramenta de gestão. A abordagem do PDCA é empregada, no geral, pela versatilidade comprovada na condução de mudanças para melhoria contínua dos sistemas, processos e atividades operacionais de uma empresa (NGUYEN et al., 2020).

Analisando a literatura, o trabalho de Rajić et al (2020) apresentou uma metodologia baseada no modelo PDCA, integrado à norma ISO 50.001, em empresas de produção e serviços da indústria de madeira na Sérvia. Reconhecendo a importância da gestão para o sucesso da sustentabilidade, o estudo de Agostinho et al (2019) também optou pelo uso do ciclo *plan-do-check-act* de Deming como sustentação para apoiar o modelo que possui a finalidade de avaliar a sustentabilidade em operações e processos de produção. O estudo de Prashar (2017) desenvolveu um sistema de gestão de energia para pequenas e médias empresas, integrando atividades técnicas e gerenciais de economia de energia. Adotando uma abordagem do processo PDCA para eficiência energética consistente, para além da produção mais limpa. O estudo apresentou, como resultado, redução de 35% no consumo de energia do sistema analisado, ocasionando uma economia anual de 0,3 GJ/t (PRASHAR, 2017).

Ao estudar a gestão do ciclo de vida de estruturas de concreto baseado em indicadores de sustentabilidade, Yokota e Hashimoto (2010), determinaram indicadores de sustentabilidade que devem ser revistos e atualizados com base no ciclo PDCA (YOKOTA; HASHIMOTO,

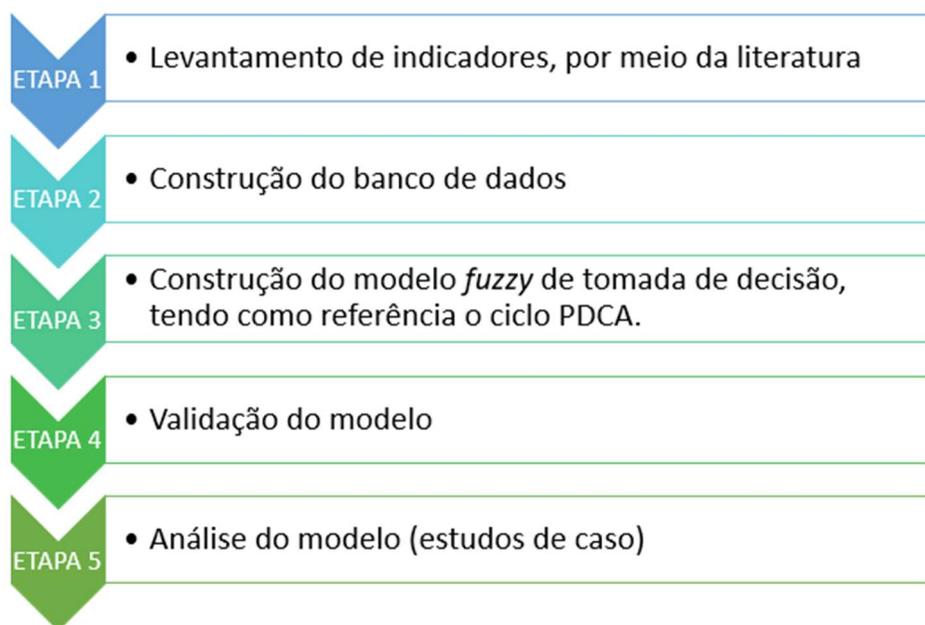
2010), considerado pontos chave para a realização de uma gestão de ciclo de vida de excelência Silva, Medeiros e Vieira (2017) implementaram um sistema de produção mais limpa baseado no ciclo PDCA em uma empresa de bebidas, tendo como resultados melhorias na qualidade, produtividade e redução significativa no desperdício na produção de latas de bebidas da organização em estudo (SILVA; MEDEIROS; VIEIRA, 2017). O ciclo PDCA também foi utilizado como ferramenta para uma abordagem de produção mais limpa em empresas de serviços, combinando os princípios de gestão da qualidade aplicados em processos e integrados à metodologia PDCA em conjunto com as ferramentas de produção mais limpa (DE OLIVEIRA SANTOS et al., 2020).

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este estudo pretende desenvolver uma metodologia de implantação de sustentabilidade, baseada no *triple-bottom-line*, tendo como referência as certificações ISO 9.001, ISO 45.001, ISO 14.001 e ISO 50.001. Para tanto, a pesquisa terá embasamento metodológico advindo de dados que absorvam a incerteza e imprecisão.

A estrutura da pesquisa está apresentada na **Figura 1** abaixo.

Figura 1: Etapas de desenvolvimento de metodologia de implantação de sustentabilidade.



Fonte: Elaboração própria.

3.1 LEVANTAMENTO DE INDICADORES, POR MEIO DA LITERATURA

Como forma de obter com precisão os principais indicadores que envolvem as certificações estudadas e atender ao primeiro objetivo específico, será utilizado o método da análise documental. Assim, será realizada uma revisão, sistemática, da literatura para aprofundamento do tema e suporte para posterior análise dos dados. A análise documental propicia na contribuição da resolução dos problemas propostos pelo pesquisador (GIL, 2019). A multiplicidade de fontes de evidência, tais como livros, artigos acadêmicos e teses são cruciais para a confiabilidade e interpretação dos dados coletados, pois melhoram a validação da pesquisa (MARTINS, 2010).

3.2 CONSTRUÇÃO DO BANCO DE DADOS

Será construído um banco de dados com os indicadores extraídos na etapa anterior. Esses indicadores serão organizados nas diferentes etapas do ciclo PDCA. Dessa forma, a classificação dos indicadores ocorrerá de acordo com a característica de cada certificação, para cada etapa do ciclo de vida.

3.3 CONSTRUÇÃO DO MODELO FUZZY PARA A TOMADA DE DECISÃO

Após a coleta dos dados, descrita no tópico 3.2, será construída a modelagem matemática fuzzy, proposta como ferramenta central do objetivo proposto. A lógica *fuzzy* tem sido utilizada de forma crescente na modelagem de problemas sociais devido a suas características peculiares, tais como: permitir a inclusão de incertezas não estocásticas no modelo, facilitar o diálogo entre os especialistas do problema a ser tratado e o profissional pesquisador, considerar de modo eficiente o conhecimento desses especialistas e modelar problemas complexos e não-lineares de modo simples (GARCIA et al., 2007). Para atender ao ponto central deste trabalho, a lógica *fuzzy* do tipo Mamdani foi escolhida como forma de absorver as incertezas inerentes ao modelo.

Uma relação fuzzy, Mamdani, é qualquer subconjunto do plano cartesiano $U_1 \times U_2$ definido pela função de pertinência $\varphi R(x,y): U_1 \times U_2 \rightarrow [0,1]$, que indica o grau em que os indicadores estão relacionados (BARROS; BASSANEZI, 2006). Isto é, se quaisquer $x \in X$ e $y \in Y$ estão relacionados, $R(x,y) = 1$; caso contrário, $R(x,y) = 0$. A função característica está apresentada abaixo:

$$fR(x, y) = \begin{cases} 1 & \text{se e somente se } (x, y) \in R \\ 0 & \text{em caso contrário} \end{cases}$$

As relações são expressas de forma analítica ou tabular, amplamente utilizada no caso de universos finitos. A interseção de relações *fuzzy* é definida de forma semelhante às mesmas operações com conjuntos *fuzzy*. Considerando duas relações *fuzzy* R e S no mesmo espaço $X \times Y$, as funções de pertinência são:

$$\mu_{R \cap S}(x, y) = \mu_R(x, y) * \mu_S(x, y)$$

$$\mu_{R \cup S}(x, y) = \mu_R(x, y) * \mu_S(x, y)$$

Existem vários tipos de operadores para composição entre relacionamentos fuzzy que serão estudados para atingir o propósito de desenvolver uma metodologia de sustentabilidade, como os chamados [max-min] e [max-produto]

- Máximo-mínimo

$$fR(x, z) = fP * Q(x, z) = \{(x, z), \max_y [\min (fP(x, y), fQ(y, z))]\}$$

- Máximo-produto

$$fR(x, z) = fP * Q(x, z) = \{(x, z), \max_y [fP(x, y) * fQ(y, z)]\}$$

Para o desenvolvimento da metodologia, em princípio, serão utilizados especialistas, para modelar as regras, através da relação max-mínimo ou max-produto, seguindo o procedimento:

- (1) Em cada regra, R_j a condição “se x é A_j então u é B_j ” é modelada pela aplicação \wedge (mínimo)
- (2) A norma t é adotada \wedge (mínimo) para conectivo lógico “e” t -conorma \vee (máximo) para ou.

Formalmente, a relação *fuzzy* R é o subconjunto do produto cartesiano das variáveis $V_1 \times V_2$, cuja função de pertinência é dada por:

$$fR(x, z) = \max(fP * Q(x, z)) = \{(x, z), \max [\min (fP (x, y), fQ (y, z))]\}$$

E dentre os modelos de defuzzificação a serem testados, para este projeto, estão os seguintes defuzzificadores: Centro de Gravidade (G(B)); Centro de Máximos (C(B)) e Média dos Máximos (M(B)). Dessa forma, o valor gerado corresponderá ao índice de prioridade (BARROS; BASSANEZI, 2006).

Dentre os trabalhos encontrados na literatura que abordem as relações *fuzzy* em conjunto com a sustentabilidade industrial, destaca-se Muñoz-Pascual, Curado e Galende (2019) que utilizou a lógica *fuzzy* como modelo matemático para verificar as relações e os caminhos que levam ao desempenho sustentável da inovação de produtos considerando todos os três pilares da abordagem *triple-bottom-line*. O estudo utilizou uma abordagem de métodos mistos para identificar os antecedentes do desempenho da inovação de produtos sustentáveis, e aplicou a modelagem de equações estruturais e análise comparativa qualitativa de conjunto *fuzzy* (MUÑOZ-PASCUAL; CURADO; GALENDE, 2019). Os resultados do estudo mostram que os desenvolvimentos sociais e ambientais são dois importantes antecedentes para o desempenho da inovação de produtos e contribuem para diferentes caminhos que levam ao desempenho da inovação.

Castka (2018) testou empiricamente uma teoria de natureza assimétrica a partir do exame de configurações causais de condições antecedentes (tamanho da empresa, ano de certificação, pressão institucional, pressão do conselho, motivação e complexidade das operações da empresa), que resultaram em empresas que buscam intervenções menos complexas, com menor intensidade de intervenções. Usando uma análise comparativa, por meio de dados qualitativos *fuzzy* através do aprofundamento de 15 casos, o estudo revelou um forte apoio à assimetria causal, complexidade e equifinalidade, fornecendo nove modelos para explicar a complexidade e intensidade das intervenções das empresas.

3.4 VALIDAÇÃO DO MODELO

Para validação do modelo, será utilizado o banco de dados construído por meio de questionários que serão enviados às pequenas e médias empresas, ou por dados hipotéticos.

3.5 ANÁLISE DO MODELO

A partir deste ponto, a qualidade do modelo será aferida por meio de análise de estudos de caso de pequenas e médias empresas, que possuam ao menos uma dentre as quatro certificações que seguiram como orientação da metodologia proposta neste doutoramento. Desta forma, este projeto possui como centralidade o desenvolvimento de uma metodologia que possa atingir os objetivos propostos e aceitar a hipótese proposta nesta tese. A contribuição central desta pesquisa é ajudar as pequenas e médias empresas a implementarem a sustentabilidade de acordo com as perspectivas do *triple-bottom-line*, aumentando o entendimento dos gestores industriais sobre a importância da sustentabilidade e, conseqüentemente, a eficiência brasileira no uso das certificações e nos indicadores econômicos, ambientais e sociais. Pretende-se, ainda, avançar no conhecimento acadêmico para a temática das certificações ISO e sua adoção no contexto do *triple-bottom-line*, além das

ferramentas oriundas lógica fuzzy. Ao fim do doutorado, avançar na disseminação científica e tecnológica, por meio de trabalhos a serem publicados em revistas e congressos especializados no tema e na praticabilidade de orientar as empresas parceiras do doutoramento sobre o melhor caminho para a implementação da sustentabilidade. Ainda, a contribuição, também, se estenderá a gerar um código por meio da linguagem *R* que será disponibilizado à academia e posteriores aperfeiçoamentos por meio de diferentes linguagens.

REFERÊNCIAS

- AGOSTINHO, F. et al. Sustainability assessment procedure for operations and production processes (SUAPRO). **Science of the Total Environment**, v. 685, p. 1006–1018, 2019.
- AHMAD, S.; WONG, K. Y.; RAJOO, S. Sustainability indicators for manufacturing sectors: A literature survey and maturity analysis from the triple-bottom line perspective. **Journal of Manufacturing Technology Management**, v. 30, n. 2, p. 312–334, 2019.
- AZEVEDO, S.; BARROS, M. The application of the triple bottom line approach to sustainability assessment: The case study of the UK automotive supply chain. **Journal of Industrial Engineering and Management**, v. 10, n. 2Special Issue, p. 286–322, 2017.
- BARROS, L.C; BASSANEZI, R.C. **Tópicos de Lógica Fuzzy e Biomatemática**. 5. ed. Campinas: UNICAMP/IMECC, 2006.
- BAZÁN BARBA, R. Y.; DOS SANTOS, N. A bioeconomia no século XXI: reflexões sobre biotecnologia e sustentabilidade no Brasil. **Revista de Direito e Sustentabilidade**, v. 6, n. 2, p. 26, 2020.
- BLIND, K.; MANGELSDORF, A.; POHLISCH, J. The effects of cooperation in accreditation on international trade: Empirical evidence on ISO 9000 certifications. **International Journal of Production Economics**, v. 198, n. June 2016, p. 50–59, 2018.
- BRUNDTLAND, GH **Relatório da Comissão Mundial sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento: Nosso Futuro Comum Rumo ao Desenvolvimento Sustentável 2. Parte II. Desafios Comuns População e Recursos Humanos 4**. Oslo: 1987.
- CAMPANELLI, L. C.; RIBEIRO, L. D.; CAMPANELLI, L. C. Involvement of Brazilian companies with occupational health and safety aspects and the new ISO 45001:2018. **Production**, v. 31, n. March, p. 1–13, 2021.
- CASTKA, P. Modelling firms' interventions in ISO 9001 certification: A configurational approach. **International Journal of Production Economics**, v. 201, n. May, p. 163–172, 2018.
- CASTKA, P.; BALZAROVA, M. A. An exploration of interventions in ISO 9001 and ISO 14001 certification context – A multiple case study approach. **Journal of Cleaner Production**, v. 174, p. 1642–1652, 2018.
- CORRÊA, C. Involution of the local sustainability index in cities from Pernambuco - Brazil. **Research Society and Development**. v. 11, p. 1-8, 2022.
- COSTANZA, R. et al. Twenty years of ecosystem services: How far have we come and how far do we still need to go? **Ecosystem Services**, v. 28, n. September, p. 1–16, 2017.
- DARBARI, J. D. et al. Fuzzy criteria programming approach for optimising the TBL performance of closed loop supply chain network design problem. **Annals of Operations Research**, v. 273, n. 1–2, p. 693–738, 2019.
- DE OLIVEIRA SANTOS, H. et al. An approach to implement cleaner production in services: Integrating quality management process. **Journal of Cleaner Production**, v. 246, 2020.
- DIAZ-CHAVEZ, R. Indicators for socio-economic sustainability assessment, in Dominik, R. and Rainer, J. (Eds), **Socio-Economic Impacts of Bioenergy Production**, Springer, Dordrecht, pp. 17-37, 2014.
- DOS SANTOS FERREIRA, C. et al. **Roadmap for operational sustainability: an**

approach based on Integrated Management Systems and Business Process Management. v. 16, 2021.

ELKINGTON, J. **Cannibals with Forks: the TBL of the 21st Century Business.** 1. ed. [s.l.] 978-1-841-12084-3, 1999. v. 1

EPE. **Nota Técnica DEA 13/15 Demanda de Energia 2050.** Brasília: DF, 2016. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-227/topico-458/DEA%2013-15%20Demanda%20de%20Energia%202050.pdf>

FISS, P.C. **A set-theoretic approach to organization configurations.** Acad. Manag. Rev. 32 (4), 1180–1198, 2007.

FRANÇA JUNIOR, I.B. **A responsabilidade social e econômica da sociedade empresária na perspectiva da justiça tributiva de John Rawls.** Orientador: Jussara Maria Moreno Jacintho. 2017. 130p. Dissertação (Mestrado) - Pós-graduação em Direito, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2017. Disponível em: <http://ri.ufs.br/jspui/handle/riufs/6966>. Acesso em: 10 set. 2022.

FRAZÃO, L.; VALADÃO, J. A. D.; CALEGARIO, C. L. L. Os objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS) da ONU em estudos da área de gestão: uma revisão das abordagens teóricas utilizadas. In: ANAIS DO CONGRESSO DE ADMINISTRAÇÃO, SOCIEDADE E INOVAÇÃO - CASI (Evento On-line). **Anais eletrônicos** [...] Volta Redonda: Universidade Federal Fluminense, 2022. Disponível em: [https://www.even3.com.br/anais/14casi/462681-OS-OBJETIVOS-DE-DESENVOLVIMENTO-SUSTENTAVEL-\(ODS\)-DA-ONU-EM-ESTUDOS-DA-AREA-DE-GESTAO--UMA-REVISAO-DAS-ABORDAGENS](https://www.even3.com.br/anais/14casi/462681-OS-OBJETIVOS-DE-DESENVOLVIMENTO-SUSTENTAVEL-(ODS)-DA-ONU-EM-ESTUDOS-DA-AREA-DE-GESTAO--UMA-REVISAO-DAS-ABORDAGENS). Acesso em: 19 set. 2022.

FUCHS, H.; AGHAJANZADEH, A.; THERKELSEN, P. Identification of drivers, benefits, and challenges of ISO 50001 through case study content analysis. **Energy Policy**, v. 142, p. 111443, 2020.

GARCÍA-LEÓN, R. A.; FLÓREZ-SOLANO, E.; RODRÍGUEZ-CASTILLA, M. Application of the procedure of the iso 50001:2011 standard for energy planning in a company ceramic sector. **DYNA (Colombia)**, v. 86, n. 209, p. 113–119, 2019.

GARCIA, K. C. et al. Concepção de um modelo matemático de avaliação de projetos de responsabilidade social empresarial (RSE). **Gestão & Produção**, v. 14, n. 3, p. 535–544, 2007.

GAVRONSKI, I.; FERRER, G.; PAIVA, E. L. ISO 14001 certification in Brazil: motivations and benefits. In: **Journal of Cleaner Production**. v.16, n.1, p. 87-94, jan. 2008. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S095965260600415X?via%3Dihub> Acesso em: 14 jan. 2020.

GIANNI, M.; GOTZAMANI, K. Management systems integration: Lessons from an abandonment case. **Journal of Cleaner Production**, v. 86, p. 265–276, 2015.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas em pesquisa social.** 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

GONÇALVES, V.; DOS SANTOS, F. J. Energy management system ISO 50001:2011 and energy management for sustainable development. **Energy Policy**, v. 133, n. June, p. 110868, 2019.

GUNASEKARAN, A., SPALANZANI, A., 2012. Sustainability of manufacturing and services: investigations for research and applications. **Int. J. Prod. Econ.** 140, 35-47.

HSU, C. H.; CHANG, A. Y.; LUO, W. Identifying key performance factors for sustainability development of SMEs – integrating QFD and fuzzy MADM methods. **Journal of Cleaner Production**, v. 161, p. 629–645, 2017.

IBGE. **Indicadores de Desenvolvimento Sustentável.** Rio de Janeiro: IBGE, 2015.

Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=294254> Acesso em: 10 set. 2022.

IBGE. **Síntese de indicadores sociais: uma análise das condições de vida da população brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 2021. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101892.pdf>. Acesso em: 10 set. 2022.

IBGE. **Pesquisa Industrial Anual – Empresa**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/industria/9042-pesquisa-industrial-anual.html?=&t=destaques>. Acesso em: 10 set. 2022a

IPCC, THE INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **IPCC Sixth Assessment Report**. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/> Acesso em 13 set. 2022.

ISO, International Organization for Standardization. **About Us**. Disponível em: <https://www.iso.org/about-us.html>. Acesso em: 23 set. 2022a.

ISO, International Organization for Standardization. **The ISO Survey**. Disponível em: <https://www.iso.org/the-iso-survey.html>. Acesso em: 12 set. 2022b.

JABBOUR, A. B. L. S.; JABBOUR, C. J. C. **Gestão ambiental nas organizações: fundamentos e tendências**. São Paulo: Atlas, 2016.

JALES, F. DA S.; NEUTZLING, D. M.; DIAS, G. P. Motivações e dificuldades para adoção de práticas sustentáveis nas cadeias de suprimentos do caju : um estudo de multicasos no cenário das pequenas e médias empresas. **Sustainability in Debate**, p. 81–95, 2022.

JASINEVICIUS, R. et al. Functional organization of an artificially intellectualized home environment based on mandami and takagi-sugeno procedures. **Journal of Intelligent and Fuzzy Systems**, v. 29, n. 5, p. 1769–1778, 2015.

JAVORCIK, B.; SAWADA, N. The ISO 9000 certification: Little pain, big gain? **European Economic Review**, v. 105, p. 103–114, 2018.

KUZMA, E. L.; DOLIVEIRA, S. L. D.; SILVA, A. Q. Competências para a sustentabilidade organizacional: uma revisão sistemática. **Cadernos EBAP.BR**, v. 15, n. spe, p. 428–444, 2017.

MARTINS, R. A. **Princípios da pesquisa científica**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

MISTAGE-HENRÍQUEZ, O.; BILOTTA, P. Panorama da contabilização de emissões de gases de efeito estufa do setor industrial brasileiro. **Sustentabilidade em Debate**, v. 7, n. 1, p. 74–88, 2016.

MITCHELL, M.; CURTIS, A.; DAVIDSON, P. Evaluating the process of triple bottom line reporting: increasing the potential for change. **Local Environment** v. 13, n. 2, p. 67–80, 2008.

MOEN, R.; NORMAN, C. Evolution of the PDCA Cycle. **Society**, p. 1–11, 2009.

MUÑOZ-PASCUAL, L.; CURADO, C.; GALENDE, J. The triple bottom line on sustainable product innovation performance in SMEs: A mixed methods approach. **Sustainability (Switzerland)**, v. 11, n. 6, 2019.

NAWAZ, W.; KOÇ, M. Development of a systematic framework for sustainability management of organizations. **Journal of Cleaner Production**, v. 171, p. 1255–1274, 2018.

NEVES, F. DE O.; SALGADO, E. G.; BEIJO, L. A. Analysis of the Environmental Management System based on ISO 14001 on the American continent. **Journal of Environmental Management**, v. 199, n. 2, p. 251–262, 2017.

NGUYEN, V. et al. applied sciences Practical Application of Plan – Do – Check – Act Cycle for Quality Improvement of Sustainable Packaging : **Appl. Sci.**, v. 10, n. 6332, p. 1–15, 2020.

OKANGA, B.; GROENEWALD, D. Leveraging effects of triple bottom lines business model on the building and construction small and medium-sized enterprises’ market performance. **Acta Commercii**, v. 17, n. 1, p. 1–14, 2017.

OLIVEIRA, A.M.S. Relação Homem/Natureza no Modo de Produção Capitalista. **Rev. Pegada**, v.3, 2002.

PERALTA ÁLVAREZ, M. E.; MARCOS BÁRCENA, M.; AGUAYO GONZÁLEZ, F. On the sustainability of machining processes. Proposal for a unified framework through the triple

bottom-line from an understanding review. **Journal of Cleaner Production**, v. 142, p. 3890–3904, 2017.

PHILIPPI JR, A.; ROMÉRO, M. A.; BRUNA, G. C. **Curso de gestão ambiental**. 2. ed. atual. e ampl. Barueri, SP: Manole, 2014.

PRADO, A.M., WOODSIDE, A.G. **Deepening understanding of certification adoption and non-adoption of international-supplier ethical standards**. *J. Bus. Ethics* 132 (1), 105–125, 2015.

PRASHAR, A. Adopting PDCA (Plan-Do-Check-Act) cycle for energy optimization in energy-intensive SMEs. **Journal of Cleaner Production**, v. 145, p. 277–293, 2017.

RAJIĆ, M. N. et al. Energy management system application for sustainable development in wood industry enterprises. **Sustainability (Switzerland)**, v. 12, n. 1, p. 1–16, 2020.

SEIFFERT, M. E. B. **Gestão ambiental: instrumentos, esferas de ação e educação ambiental**. São Paulo: Atlas, 2010.

SILVA, A. S.; MEDEIROS, C. F.; VIEIRA, R. K. Cleaner Production and PDCA cycle: Practical application for reducing the Cans Loss Index in a beverage company. **Journal of Cleaner Production**, v. 150, p. 324–338, 2017.

SILVA, C. et al. Sustainable management systems standards (SMSS): Structures, roles, and practices in corporate sustainability. **Sustainability (Switzerland)**, v. 12, n. 15, p. 1–24, 2020.

SORREL, ISO 45001 safety management systems. **Psj Professional Safety**, november, p. 14–16, 2020.

SUTTIPUN, M.; STANTON, P. A study of Environmental Disclosures by Thai listed Companies on Websites. **Procedia Economics and Finance**, v. 2, n. Af, p. 9–15, 2012.

THEYEL, G.; HOFMANN, K. Environmental practices and innovation performance of US small and medium-sized manufacturers. **Journal of Manufacturing Technology Management**. 26. 333-348, 2015.

UN, United Nations. **Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development**. Disponível em: <https://sdgs.un.org/2030agenda> Acesso em: 10 set. 2022.

VELEVA, V.; ELLENBECKER, M. **Indicators of sustainable production: Framework and methodology**. [s.l: s.n.]. v. 9

WALKER, K.; YU, X.; ZHANG, Z. All for one or all for three: Empirical evidence of paradox theory in the triple-bottom-line. **Journal of Cleaner Production**, v. 275, p. 122881, 2020.

YOKOTA, H.; HASHIMOTO, K. Life cycle management of concrete structures. **Advances in Concrete Structural Durability - Proceedings of the 2nd International Conference on Durability of Concrete Structures, ICDCS 2010**, p. 567–573, 2010.