CENTRO DE ENSINO SUPERIOR DE GUANAMBI – CESG

CENTRO UNIVERSITÁRIO UNIFG

ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

DANIELA DE ALMEIDA SANTOS

JANIELA DIAS DE LIMA

PERSPECTIVAS DE SUSTENTABILIDADE DOS SISTEMAS INDUSTRIAIS NA REGIÃO NORDESTE

Guanambi-BA

2022

DANIELA DE ALMEIDA SANTOS

JANIELA DIAS DE LIMA

PERSPECTIVAS DE SUSTENTABILIDADE DOS SISTEMAS INDUSTRIAIS NA REGIÃO NORDESTE

Projeto de Pesquisa apresentado ao curso de Bacharel em Engenharia de Produção do Centro Universitário FG - UNIFG, como requisito de avaliação da disciplina de Trabalho de conclusão de Curso II.
Orientador: Prof. Thomas Leonardo Marques de Castro Leal.

Guanambi-BA

2022

PERSPECTIVAS DE SUSTENTABILIDADE DOS SISTEMAS INDUSTRIAIS NA REGIÃO NORDESTE

Daniela de Almeida Santos[1], Janiela Dias de Lima[1], Thomas Leonardo Marques de Castro Leal[2]

[1]Graduandos do curso de Engenharia de Produção - Centro Universitário FG – UniFG
[2]Docente do curso de Engenharia de Produção do Centro Universitário FG – UniFG

RESUMO: As questões socioambientais modificaram a forma como a sociedade consome e utilizar os recursos naturais, dentro desse contexto, o consumo de produtos e a formas de produção dos mesmos, abre uma série de discussões de como atender uma demanda cada vez maior e mais acelerada sem comprometer o futuro sustentável do planeta. Neste sentido, um dos grandes desafios para a maioria das empresas atuantes no nordeste brasileiro é relacionar a visão estratégica de crescimento de mercado com as necessidades socioambientais da demanda consumidora. Dessa forma, o presente trabalho, objetivou a análise dos relatórios de sustentabilidade anuais de três empresas atuantes na região do nordeste: AMBEV, Votorantim Cimentos e Braskem, que operam nos ramos de fabricação de: bebidas, materiais de construção e produtos petroquímicos, respectivamente. Construindo também uma abordagem sistemática sobre o tema proposto no setor industrial dos índices de eficiência energética e aplicação de tecnologias verdes no chão de fabricação das organizações.

Palavras chave: Sustentabilidade, produção mais limpa, tecnologias verdes , eficiência energética, inovação.

ABSTRACT: Socio-environmental issues have changed the way society consumes and uses natural resources; within this context, the consumption of products and the ways in which they are produced open up a series of discussions on how to meet an ever increasing and accelerated demand without compromising the planet's sustainable future. In this sense, one of the great challenges for most companies operating in northeastern Brazil is to relate the strategic vision of market growth with the social and environmental needs of consumer demand. Thus, this work aimed to analyze the annual sustainability reports of three companies operating in the northeastern region: AMBEV, Votorantim Cimentos and Braskem, which operate in the fields of beverage, construction materials and petrochemical products, respectively. Also building a systematic approach on the proposed theme in the industrial sector of the indexes of energy efficiency and application of green technologies on the manufacturing floor of the organizations.

Keywords: Sustainability, cleaner production, green technologies, energy efficiency, innovation.

INTRODUÇÃO

As inovações são, sobretudo, os determinantes últimos das flutuações cíclicas da economia, ou, em outras palavras, da alternância entre períodos de prosperidade e de recessão (NEUBERGER, 2019). Neste sentido, as indústrias brasileiras têm implementado ferramentas e sistemas operacionais ligados a uma gestão mais sustentável e inovadora como oportunidade de crescimento futuro do setor industrial atrelando as capacidades naturais brasileiras com a aplicação de tecnologias verdes.

As organizações empresariais objetivam a eficiência de seus processos produtivos, agregando assim mais valor aos seus produtos e serviços em prol de uma produção mais sustentável (CEZARINO et al., 2020). Esse fator econômico e o aumento da conscientização ambiental por parte da população, faz com que as organizações tenham pretensões de usar práticas de produção sustentável no seu ambiente operacional, o que incentiva o desenvolvimento dessa prática (LUO et al., 2017).

Diante disso, a pandemia do covid-19 atingiu o cenário da inovação em um momento que acontecia transformações digitais e tecnológicas. Por conseguinte, a pandemia impulsiona mudanças e torna a inovação um fator indispensável para conseguir superar os efeitos da crise para as empresas (QUINZANI, 2021). Dessa forma, os processos indústrias atuais buscam incluir uma abordagem inovadora que relacione tecnologia e sustentabilidade, a exemplo dos sistemas de produção mais limpa com a redução de carbono para o recebimento de créditos, incentivos fiscais e promoção do selo de ecoeficiência.

Analisando por esse prisma, as mudanças trazidas com a quarta revolução poderão afetar diversos níveis do processo de produção como, por exemplo, o projeto, a manufatura, as operações, os produtos e aos sistemas ligados a produção (FIRJAN, 2016). As estruturas estabelecidas na cadeia industrial passam por uma modificação nos panoramas tecnológicos e socias que modernizaram seus sistemas com o intuito de transmite uma maior segurança e cuidado com o desenvolvimento sustentável do planeta. Tendo em vista essa concepção, o setor industrial do nordeste brasileiro é caracterizado pela modernização das atividades comerciais e reengenharia dos processos produtivos que visam uma adaptação contínua com os conceitos propostos pelo sistema internacional das indústrias.

Para Rosa et. al (2020) a tendência globalizada dos meios produtivos atuais é insustentável, uma vez que o uso de energia e materiais, o efeito estufa, emissões de gases e o esgotamento de recursos naturais ameaçam a vida essencial das gerações. Nota-se que as soluções para os problemas ambientais e sociais, fornecem produtos ambiental e socialmente

superiores e suas inovações influenciam o mercado de massa e a sociedade de forma substancial (SCHALTEGGER; WAGNER, 2011).

Dentro desse contexto, o presente trabalho apresenta uma análise dos relatórios técnicos de sustentabilidade e inovação das principais empresas atuantes na região nordeste, juntamente com uma revisão sistemática de artigos e trabalhos acadêmicos sobre os novos panoramas da produção sustentável e seu impacto financeiro e social na realidade brasileira pós pandemia.

MATERIAIS E MÉTODOS

A realização deste trabalho teve como intuito analisar as estratégias de produção sustentável das indústrias situadas na região nordeste do Brasil. Para tal, foram utilizados dados secundários, os quais foram coletados através de uma revisão sistemática, identificando informações e observações do clico organizacional, aplicado à finalidade do projeto.

Foram utilizados relatórios de sustentabilidade e inovação publicados anualmente nas plataformas digitais das empresas, comparando-se com os resultados da revisão sistemática, traçando um paralelo entre as principais estratégias em ambos os casos.

O estudo exploratório apresentado baseia-se na análise dos conhecimentos dispostos acerca de sustentabilidade e industrialização em grandes corporações da região nordeste, dessa forma, o início da pesquisa buscou interligada os conceitos e desenvolvimentos presentes discussões dos principais autores do tema com a aplicação descritas dos relatórios empresariais do ano de 2021 disponíveis nas mídias digitais, mostrando os pontos de convergência e divergência da funcionalidade de campo do sistema de produção mais limpa.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Eficiência energética e sustentabilidade nas indústrias da região Nordeste

De acordo com Nascimento (2021) a eficiência energética refere-se à otimização dos recursos naturais na geração de energia, no qual, o principal objetivo dessa aplicação é obter um melhor desempenho na produção industrial realizando os mesmos serviços com menos gastos. Portanto, a promoção da eficiência energética abrange a otimização das transformações, do transporte e do uso dos recursos energéticos, desde suas fontes primárias até seu aproveitamento (MELONI, 2020).

Conforme a International Energy Agency (IEA, 2021) o consumo de energia industrial aumentará até 2030 cerca de 8%. Nessa perceptiva, Souza (2018) salienta que o consumo de energia nas indústrias brasileiras ser pode definido pelo: uso de motores elétricos, eletrotermia,

produção de calor, eletrólise e iluminação, sendo que os motores elétricos lideram o consumo de eletricidade no setor industrial, podendo representar até 68% da energia consumida nas indústrias.

Segundo Nunes (2017, p. 42) o consumo de energia nos motores indústrias similaridade dos componentes dos mesmos e o tempo de uso:

> Estima-se que, no Brasil, cerca de 10% dos motores industriais do país tenham mais de 40 anos de uso o que acarreta em um consumo massivo de recursos desperdiçados, portanto, o conhecimento do seu próprio consumo de eletricidade é primordial para que uma empresa implemente ações de eficiência energética. com ajuda da tecnologia, já é possível acompanhar o uso de eletricidade em cada equipamento em tempo real, 24h por dia. Com isso, é possível determinarem quais circunstâncias acontecem os picos de consumo e quais os equipamentos responsáveis. A modernização dos equipamentos é outro fator essencial para um consumo eficiente.

Para Firjan (2017), a competitividade das indústrias brasileiras no mercado, são representados pela relação custo e recursos, que introduzem a utilização insumos e matéria prima utilizados no processo dentre os fatores primordiais para a fabricação, ainda segundo o Firjan (2017) os custos relacionados ao consumo de energia representam mais de 40% dos gastos de produção, devido às variações na geração de energia como a do uso das bandeiras tarifárias adotadas pelas concessionárias brasileiras.

No Brasil, conforme Silva (2021), a ecoeficiência se consolidou como o principal dilema enfrentados pelas organizações em seus processos produtivos operacionais que colabora para estudos avançados de áreas como bioeconomia e a produção mais limpa. Ferreira (2015) acredita que a bioeconomia integrada à produção mais limpa promove uma reengenharia baseada no uso eficiente dos recursos produtivos para minimização dos impactos ambientais, considerando as estratégias ambientais alinhadas aos objetivos de gestão organizacional e socioambiental.

Diante disso, Sola e Mota (2019) apresenta que as pesquisas feitas no setor de gestão energética nas indústrias, teve diferentes percepções envolvendo fatores: econômicos, contingenciais, tecnológicos, operacionais e comportamentais, no qual, programas de planejamento energéticos aliados com a gestão estratégica das empresas buscam soluções ecoeficientes que sejam funcionais, inovadoras e ágeis.

A análise exploratória dos setores eficientes energéticos qualifica a definição de pesquisa em gestão, conhecimento e aplicação da área qualitativa que auxilia também a definir a intensidade e a amplitude da gestão de riscos efetivamente requerida pelo projeto, com a

compreensão dos conceitos ecoeficientes, o estudo dos relatórios empresariais das empresas atuantes na região nordeste se iniciou como apresenta o quadro 1.

Quadro 1 - Questionário dos relatórios empresariais anuais

	Ambev	Votorantim Cimentos	Braskem
Indicadores dos níveis de eficiência energética	X	X	X
O consumo total de energia da organização			
Informações sobre os programas de ecoeficiência	X	X	X
Informações sobre as pretensões na gestão recursos energéticos	X	X	X

Fonte: autoria própria (2022).

AmBev (2021) apresenta o sistema de planejamento energético como principal contribuidor na busca por uma maior eficiência energética da empresa, os índices informados instituem o crescente paradigma nos motores industriais e na otimização do consumo da matriz elétrica brasileira.

As informações descritas anualmente nos relatórios de sustentabilidade da Ambev, exemplificam que a padronização dos processos gerenciais é voltada para as políticas ecoeficientes. Desse modo, as aplicações de energias visam reduzir o consumo, com menos emissões e resíduos em todas as operações no Brasil da organização.

Ainda segundo a corporação 84,4% da energia utilizada no processo produtivo da empresa vem do uso de matrizes de fontes renováveis. Sendo assim, a empresa desenvolve projetos de implementação de matrizes energéticas com parceiros estratégicos que são usados na produção das fábricas e centros de distribuição da empresa pelo Brasil, com foco na utilização da matriz energética solar e eólica na região nordeste que possui uma maior concentração dessas matrizes.

De acordo com a Ambev (2021) pode-se destacar dois programas chaves implantados pela indústria na gestão de energia são eles: o SAVEe (Sistema de Autoavaliação de Eficiência Elétrica) que é uma plataforma com dados e informações sobre gestão energética com foco em auxiliar as empresas a reduzirem o seu consumo de energia. Essa plataforma foi criada pela Ambev juntamente com a Schneider Electric e a Rede Brasil do Pacto Global da ONU, a plataforma é gratuita para todas as empresas brasileiras e tem como objetivo aumentar a

eficiência energética no país, reduzir custos operacionais industriais e promover a descarbonização.

Outro programa relevante descrito na busca pelo aumento dos índices é o sistema de refrigeradores acoplados. Conforme Ambev (2021) esse sistema otimiza o tempo de vida útil dos equipamentos, maximizando os recursos e evitando falhas de manutenção, no qual, esses equipamentos têm em sua composição matérias-primas como: cobre, alumínio e ferro. Dessa forma, os recursos naturais utilizados para a fabricação desses equipamentos são reutilizados e por consequência, não são mais descartados no meio ambiente, colaborando para o processo de descarbonização.

Votorantim cimentos (2021) constata uma crescente utilização de matrizes energéticas renováveis em escala, dessa forma os relatórios de sustentabilidade anuais evidencia que a companhia tem buscado intensificar o coprocessamento dos resíduos indústrias e substituir o uso de combustíveis fósseis. A organização tem como principais objetivos para a gestão de energia até o ano de 2030: ter 53% da matriz energética térmica, modernizar seus equipamentos com sensores de eficiência energética e eliminar as emissões de energia indireta por meio de fontes renováveis de eletricidade, para tal, está sendo empregado o uso de tecnologias limpas que minimizam os impactos ambientais ocasionados pelas ações ocupacionais.

Segundo a Votorantim cimentos (2021) os programas de eficiência energética da empresa possuem uma parceria com a Votorantim Energia, onde, a aplicação de complexos eólicos adicionará uma capacidade energética a organização e aumentará cerca de 49% a participação de energia renováveis que contribuirá para o setor ambiental e econômico da empresa. Pode-se ressaltar também as diversas parceiras e acordos que a Votorantim cimentos possuem com universidades e empresas de pesquisa para as operações de inovações e gestão de energia com o foco principal na manutenção da norma ISO 50001 de energia para o compromisso de eficiência energética industrial.

Braskem (2021) identifica estratégias como: a implementação de acordos para a compra de energia limpa, como ferramenta para redução das emissões de carbono industrial produzido pela empresa. Um dos principais objetivos relatados no plano de ação para a gestão de energética da corporação é atingir à neutralidade de carbono até 2050. Diante disso, foram criados programas de eficiência com indicadores que podem ser acompanhados pelos colaboradores, os indicadores desenvolvidos na organização retratam a eficiência energética dos componentes e equipamentos considerando a razão entre a energia consumida por cada unidade durante o processo produtivo e o total de produtos fabricados no processo, estes

indicadores também realizam o monitoramento da intensidade gasta de energia auxiliando o controle e planejamento dos níveis de eficiência energética.

Braskem (2021) evidência o *multivariate process analysis* (ProMV*)*, como um sistema desenvolvimento de apoio com centro digital da Braskem que funciona a partir da aplicação de modelos matemáticos simuladores em tempo real do consumo de energia dos fornos de pirólise e de equipamentos essenciais, nas operações petroquímicas projetando a demanda energética atuante e desperdiçada no clico operacional.

Para os motores industriais da companhia o estudo corporativo da Braskem (2021) apresenta a eletrificação dos equipamentos como solução para o equilíbrio da matriz energética na organização, sendo assim, visando aumentar a competitividade e sustentabilidade os componentes turbinados por bombas e compressores foram substituídos por motores elétricos, por conseguinte a análise do relatório empresarial exemplifica a modernização tecnológica como pilar para o planejamento e gestão dos recursos energéticos.

Conforme, as observações nos estudos dos relatórios empresariais de três empresas atuantes na região nordeste, as demandas no setor de energia vêm desencadeando pesquisas e sistemas nas indústrias no território Nacional. Nascimento (2021) afirma que o cenário local para eficiência energética tem promovido ações e planos de gestão do consumo de energia para colaborar nos níveis de economia energética no País e incentiva a sustentabilidade no consumo dos recursos naturais, beneficiando a sociedade atual e futura.

Tecnologias verdes como estratégia de produção mais limpa nas indústrias

A busca por novos produtos e serviços cresce a cada momento, fazendo com que as organizações intensifiquem as ações em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) para atender tais demandas que surgem em velocidades jamais vistas (ZHANG; RONG; JI, 2019). Perante a essa tendência, Leitão (2015) descreve que os sistemas modernos produtivos são baseados em inovações de produtos, processos e modelos ligando a competividade ao modelo de negócio sustentáveis, nesta perspectiva, surge a Economia Circular (EC) que é caracterizada pela otimização de recursos e recuperação de resíduos que seriam descartados no sistema convencional, reutilizando-os para a produção de novos bens de consumo.

Diante disso, para Silva (2021) investir em inovação tecnológica é o meio mais prático de reduzir as proporções de resíduos dispostos no meio ambiente pelo mercado consumidor desenfreado. De modo que a evolução tecnológica, pode proporciona a utilização de recursos artificiais que substituem recursos naturais, reduzindo por consequência as emissões de poluentes na atmosfera.

Pinsky et.al (2019) exemplifica que as inovações tecnológicas devem ser aplicadas não apenas como como uma solução para a parte legislativa da organização, mas também como oportunidade de aumenta a competitividade da empresa e se adequar ao desenvolvimento sustentável requerido pela demanda. Neste sentido, a Agenda 21 definiu que as tecnologias ambientalmente saudáveis preservam o meio ambiente, são menos poluentes, utilizam os recursos de maneira mais sustentável, reciclam em maior quantidade seus resíduos e produtos e destinam os dejetos residuais de uma maneira mais aceitável que as tecnologias que vieram permutar (ESTEVES, 2018).

Barbosa (2018 p. 7) acredita que:

> A tomada de consciência ambiental da sociedade desde a primeira metade do século XX tem sido elevada globalmente. É nesse conjunto de esforços que se encontram a necessidade das tecnologias ambientais. Se antes a lógica era avançar tecnologicamente para produzir mais, vender mais e lucrar mais, sem qualquer consideração pelos danos causados ao ambiente, agora os apelos são para a criação, a inovação tecnológica, as tecnologias ambientais voltadas para a produção com sustentabilidade. Inclusive, o desenvolvimento econômico buscado pelo capitalismo, tendo o Produto Interno Bruto (PIB) como Indicador Macroeconômico da sua mensuração, criticado durante mais de um século, começa a dar lugar ao desenvolvimento sustentável, que se pauta na realização de práticas sociais e econômicas de modo a não causar danos ao ambiente, porque assim as gerações atuais mantêm qualidade de vida, sem criar dificuldades para que as gerações futuras também possam construir qualidade vida sem ambiente degradado.

De forma análoga , Esteves (2018, p. 31) descreve algumas barreiras relacionadas a implementação de tecnologias verdes em pequenas e médias corporações:

> Os custos da tecnologia podem mudar a tempo, influenciando a decisão de adotar ou não adotar. Após a inovação as melhorias e / ou as reduções no custo da nova tecnologia podem ocorrer como resultado da escala ou dos efeitos de aprendizagem (aprendendo fazendo, aprendendo usando e aprendendo interagindo). Esses efeitos podem retardar a inserção de tecnologias limpas (geralmente envolvem custos mais elevados) e não conseguiram difundi-la amplamente e, portanto, eles não conseguiram aproveitar os benefícios da difusão. As tecnologias verdes se beneficiaram de uma difusão generalizada, enquanto muitas tecnologias limpas não parecem atraentes devido a tais falta de difusão (um verdadeiro ciclo vicioso).

Neste cenário, Silva et. al (2018) destaca que apenas 20% das empresas pequenas e médias brasileiras possuem uma gestão corporativa de importância para a adoção de tecnologias limpas, já em médias e grandes empresas esse número sobe para 60%. Sendo assim, pode-se elencar que os fatores econômicos é um dos aspectos a ser compreendidos na adoção dos sistemas de produção mais limpa, uma vez que, o custo dessas tecnologias dificulta a inserção desses equipamentos em empresas com menores recursos financeiros disponíveis.

Bortolo (2018) apresenta que eficiência operacional pode ser aplicada para a obtenção de melhorias no espaço ocupacional, com projeto que pode otimizar ganhos de até 10% em

eficiência produtiva, 7% em redução de desperdícios e 22% na eliminação de resíduos, criando um ambiente mais seguro, eficiente e maximizado.

Perante essas informações, as técnicas de produção mais limpas possuem diferentes aplicações e métodos que se distinguem nos mais variados ramos de mercado industriais. Portanto, as organizações locais e regionais evidenciam diferentes tecnologias e equipamentos no setor produtivo, dessa forma, a análise exploratória abordada nesse capítulo, localiza através do quadro 2 os principais pontos de discussões no âmbito das tecnologias verdes.

Quadro 2: Questionário de análise dos relatórios

	Ambev	Votorantim Cimentos	Braskem
Informações sobre o processo produtivo da empresa		X	
Informações sobre as práticas da gestão ambiental	X	X	X
Informações sobre os indicadores dos equipamentos do layout industrial	X	X	X
Informações sobre as pretensões no futuro das tecnologias inovadoras sustentáveis	X	X	X

Fonte: autoria própria (2022).

Ambev (2021) acredita que o processo de redução de impactos ambientais, de técnicas do tipo fim de tubo, é de fundamental importância para a execução de estratégias como: gestão hídrica, economia circular e ecossistema de empreendedores, no qual, os principais temas se relacionam com as metas de sustentabilidade e com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), como: água, embalagem circular, agricultura sustentável, mudança climática, empreendedorismo e consumo responsável.

O *Voyager Plant Optimization* (VPO) segundo a Ambev (2021) é um sistema digital utilizado para conduzir os índices de eficiência nas fábricas de todo o País da organização e auxiliar na efetivação do cumprimento de redução dos danos ecológicos gerados pela empresa, garantindo a qualidade e a segurança no ambiente ocupacional. Outras inovações ecoeficientes limpas apresentadas pela empresa é a modernização dos controles de processos na produção que possibilitam uma visualização amplificada dos desperdícios e gastos do ciclo produtivo.

Ambev (2021) caracteriza a evolução contínua do seu ciclo produtivo como foco para obtenção de resultados sustentáveis na distribuição dos seus produtos, complementando a gestão das fábricas da corporação espalhadas por todo País. Vale ressaltar, o Apoio e parecerias

e com o impulsionamento do empreendedorismo verdes, destacando-se: Green Mining um projeto, desenvolvido por corporativas parceiras da Ambev, com ênfase na facilitação das práticas de reciclagem de subsistência, possibilitando a compra direta, sem intermediários. Diante disso, ainda de acordo Ambev (2021) o futuro das práticas sustentáveis da organização visa o desenvolvimento humano, ambiental e social, por isso, 13 dos 17 ODSs estão incorporados direta ou indiretamente na estratégia de negócios e na atuação da Ambev.

Conforme a Votorantim Cimentos (2021), as tecnologias de fim de tubo permitem uma otimização dos recursos no canteiro de obras, com aplicações de economia circular: Verdera, Cimentícios e Viter Eficiência energética. As ferramentas de controle de consumo de matérias-primas visam reduzir a pegada ambiental do concreto e sua produção e avaliar os dados quantitativos e qualitativos da matriz swot do desempenho ambiental dos processos operacionais e de desempenho do Cimento de Calcário Portland (PLC).

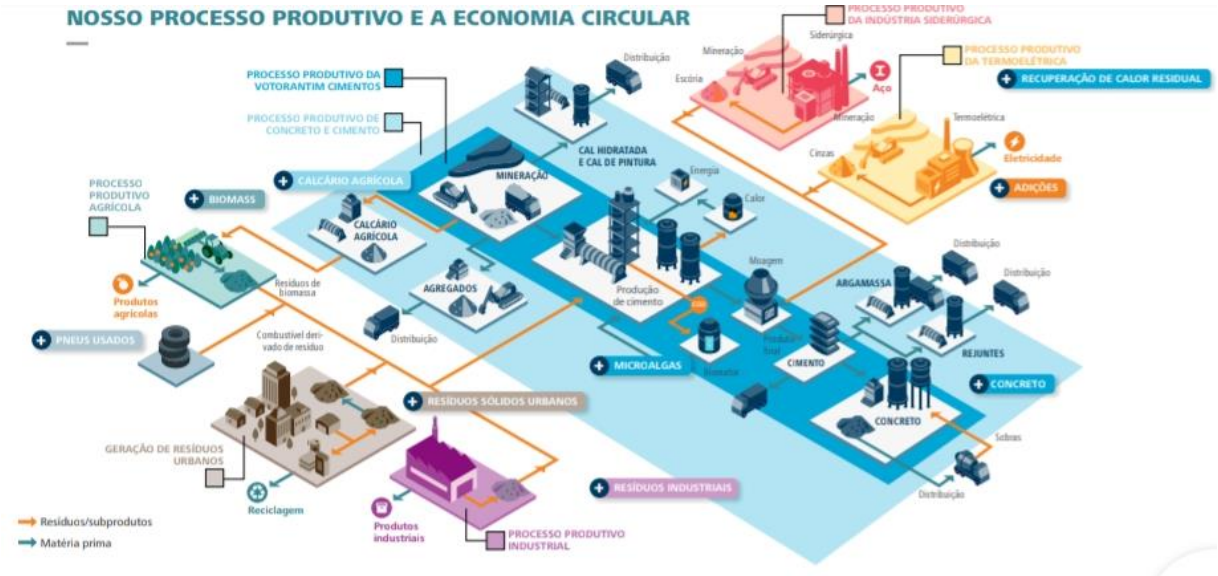
A Votorantim Cimentos (2021), destaca o Engemix uma tecnologia para obtenção de dados preditivos da qualidade dos equipamentos industriais que avalia o potencial de redução de desvios-padrão (em custos e pegada de carbono), esses dados são obtidos através da porcentagem dos volumes de cimentos produzidos durante o tempo de ciclo determinado pela empresa para o produto. Esse sistema, é baseado em inteligência artificial (IA), que utiliza modelos matemáticos e estatísticos para calcular resultados futuros.

Para Votorantim Cimentos (2021), a Tecnologia de *Bypass* envolve a inovação tecnológica sustentável crucial para os processos de layout industrial necessários de monitoramento dos dispositivos verdes, o acoplamento desse equipamento tem como o intuito a diminuição dos resíduos e o maior aproveitamento de energias alternativas no coprocessamento. Dentro desse contexto, o relatório empresarial da Votorantim Cimentos apresenta o atual ciclo produtivo da organização, que pode ser observado na figura 1, com uma aplicação mista das categorias de produção mais limpa e tecnologia limpa, antes, durante e após, o processo de fabricação dos produtos.

O sistema de desenvolvimento sustentável da Votorantim Cimentos (2021), tem como planejamento estratégico a preparação para parceiras de pequenos e médios fornecedores de serviços essenciais às operações, a fim de promover o empreendedorismo local que possuem emprego de ferramentas socioambientais. Baseando-se no sistema de Gestão Ambiental proposto pela norma ISO 14001. Os resultados de desempenho ambiental de cada de unidades são reunidos no Indicador de Desempenho Ambiental Operacional (IDAO), que é acompanhado mensalmente pelas lideranças e equipes (VOTORANTIM CIMENTOS, 2021).

Braskem (2021), propõem que o sistema de gestão de ambiental esteja interligado com a gestão estratégica corporativa para o aumento da competitividade, contemplando o processo da matéria-prima dos produtos à base de polímeros que proporciona ao meio ambiente uma considerável redução nos danos ambientais. Como intuito de criar formas de produzir embalagens mais sustentáveis e circulares, *design for environment* é um processo utilizado na Braskem que avalia os formatos e produtos criados pelas equipes de criação e identifica hotspots ambientais em todo o ciclo de vida das peças fabricadas.

Figura 1: Ciclo do processo produtivo da Votorantim cimentos



Fonte: Votorantim Cimentos (2021).

Braskem (2021, p. 61) acredita que a evolução do processo de produção mais limpa, passa por adotar tecnologias verdes, criando programas como:

> Atualmente, a Braskem conta com um portfólio de 120 projetos de inovação com um valor presente líquido (VPL) de aproximadamente R$ 8 bilhões, relacionados aos temas: • Reciclagem: projetos tanto de reciclagem mecânica quanto química. Objetivo: acelerar o movimento em direção a soluções de economia circular, fortalecendo nossa reputação como líder em sustentabilidade. • Lighweight: busca soluções com menor peso no produto final para a indústria de embalagem e o setor automotivo. Objetivo: contribuir para um mundo mais sustentável, com a redução de geração de resíduos e de emissão de gases. • New design copolymers: produção de uma nova família de copolímeros com propriedades customizadas. Objetivo: visa o crescimento do negócio em mercados de maior valor agregado. • Cleaner Polyolefins: plataforma que aumenta a competitividade do portfólio de poliolefinas. Objetivo: antecipar tendências regulatórias e de segurança química. • Activation and prepolymerization: projetos de melhoria de processos. Objetivo: aumento de produtividade ou redução de custo.

Braskem Labs, um programa de aceleração de startups em diferentes estágios de maturidade, que por meio de soluções que utilizam a química e/ou o plástico buscam a

transformação para um mundo mais sustentável (BRASKEM, 2021). Nesta perspectiva, segundo a Braskem diversas parceiras foram desenvolvidas para a gestão tecnológica inovadora da organização em apoio com empresas como: Ambev, BRF, AkzoNobel e Grupo Boticário, realizando mentorias com as startups e construindo oportunidades de negócio ecoeficientes.

Para as paridades futuras a Braskem (2021) identifica uma linha de compromissos de médio e longo prazo em busca de uma maior eficiência dos seus equipamentos, produtos e cadeia logística organizacional.

Benefícios e limitações das técnicas de produção mais limpas nas indústrias

Oliveira e Durães (2021) analisa que um dos principais benefícios na aplicação dos sistemas industriais de produção mais limpa são os ganhos de eficiência energética no setor industrial, no qual, os programas criados no Brasil, são reconhecidos mundialmente. Ainda segundo o autor, conforme os resultados apresentados pelo Procel no ano de 2020 houve uma economia de 22,02 bilhões de kwh, equivalente a R $4,128 bilhões, representando 4,64% do consumo total da energia elétrica através da utilização de energia.

Freitas (2016) acredita que entre os principais benefícios desse tipo de implementação nos sistemas industriais para o aumento dos índices de sustentabilidade está relacionado a: otimização dos recursos físicos, financeiros e humanos, aumento da competitividade no âmbito inovador, diminuição das reduções dos poluentes e diminuição da geração de resíduos. Contudo, as limitações das tecnologias verdes podem ser definidas em: dificuldades na obtenção dos equipamentos, elevado preço das matérias-primas e do maquinário industrial e a necessidade de uma reestruturação da cultura organizacional.

Dessa forma, os três relatórios empresariais estudados no trabalho, apontam a neutralidade de carbono como meta para longo prazo das organizações, para realização de tal meta, ambos relatórios constatam que os desafios na gestão energética e na produção em massa serão repensados em curto prazo, afim de que os objetivos principais que demorarão mais tempo para serem concluídos sejam efetuados de forma eficiente e eficaz, seguindo os métodos de produção mais limpa apresentados na norma ISO 14.001.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após as análises e estudos, nota-se uma crescente preocupação com as perspectivas sustentáveis dentro das organizações, no qual, as indústrias buscam se adequarem as normas ambientais para otimizarem os recursos disponíveis e reduzir custos operacionais e de matéria-

prima. Também foi evidenciado uma necessidade vidente de englobar o marketing verde com foco no aumento de competividade no mercado, atrelando o desenvolvimento socioeconômico com as estratégias do ciclo de planejamento do produto, incluindo, o bom funcionamento dos equipamentos no chão de fábrica, a diminuição de resíduos e a otimização como parte do valor agregado ao produto final.

Os relatórios de sustentabilidade anuais das empresas discutidos na pesquisa, colaborou para qualificar como as técnicas de tecnologias limpas são aplicadas, no dia a dia das corporações. Portanto, os processos descritos na pesquisa destacam a inovação tecnológica como principal fator para a criação de tecnologias verdes no ambiente ocupacional, sem uma base de pesquisa integradoras com o layout industrial e com as necessidades ambientais do sistema local, qualquer aplicação inovadora é suscetível e a falhas e erros.

Vale ressaltar que apesar dos diferentes campos de atuação das empresas estudadas no trabalho, todas as tecnologias para a produção mais limpa necessitam da colaboração efetiva de todos os componentes da empresa, desde do setor de produção ao distribuidor final, para o bom funcionamento dessas aplicações. Em um comparativo final, o futuro sustentável de crescimento e preservação passa necessariamente por compreender a melhor forma de produzir e otimizar os recursos disponíveis e limitados do planeta, garantindo uma visão futurística de inovação e responsabilidade socioambiental.

REFERÊNCIAS

AMBEV. **Relatório Anual e ESG Ambev**. Brasil, 2021. Disponível em:<https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://www.ambev.com.br/conteudo/uploads/2021/05/Relato-Anual-e-ESG-Ambev-2021.pdf&ved=2ahUKEwifmcuo8Yr4AhXTu5UCHVUxAcgQFnoECBAQAQ&usg=AOvVaw05dwmFBNwrtoFr7bEsr4cy>. Acesso em: 31 mar. 202

BARBOSA, E. B. A engenharia ambiental e suas tecnologias no bojo do capitalismo**. Revista: OIDLES Observatorio Iberoamericano del Desarrollo Local y la Economía Social,** n. 24 jun. 2018. Disponível em: https://www.eumed.net/rev/oidles/24/engenharia-ambiental.html http://hdl.handle.net/20.500.11763/oidles24engenharia-ambiental

BORTOLO, L. C. de. **A busca pela eficiência energética na indústria**. Trabalho de Conclusão de Curso, Centro Universitário Unifacvest, Lages 2018.

BRASKEM. **Relatório Anual de Sustentabilidade Braskem**. Brasil, 2021 .Disponível em:<https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://www.braskem.com.br/relatorioanual&ved=2ahUKEwiWxKSM94r4AhXznpUCHbOZAAEQFnoECBwQAQ&usg=AOvVaw0F5rnF5dAS4IHQUilvrNYy>. Acesso em: 11 mar. 2022.

CEZARINO, L. O.; MURAD, Q. M.; REZENDE, P. V.; FALCO SALES, W. Being green makes me greener? An evaluation of sustainability rebound effects. **Journal of Cleaner Production**, 121436,2020.

ESTEVES, M. S. R**. Barreiras à adoção de tecnologias limpas por pequenas empresas: uma survey em empresas participantes do peiex na região centro oeste do Estado de São Paulo.** Trabalho De conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia de Produção) - Universidade Estadual Paulista "Julio De Mesquita Filho", Bauru – SP, 2018. p. 93.

FERREIRA, M. V. G. D. Q. Implementação da política nacional de resíduos sólidos da Bahia: algumas considerações sobre seus desafios. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais** (GESTA), v. 3, n. 1, p. 61-75, 2015.

FIRJAN. **Indústria 4.0: Panorama da Inovação**. Cadernos Senai de Inovação. 2016. Disponível em:https://www.firjan.com.br/publicacoes/publicacoes-de-inovacao/industria-4-0-1.htm. Acesso em: 19 abr. 2022.

FREITAS, T. G. **The industrialization challenges of the LAC region in achieving the Sustainable.** Development Goal 9 and an Inclusive and Sustainable Industrial Development (ISID). João Pessoa: UNIDO, 2016. Disponível em: https://www.unido.org/fileadmin/user_media_upgrade/Worldwide/Offices/LATIN_AMERICA_and_the_CARIBBEAN/Essay_Telma_de_Freitas.pdf. Acesso em: 22 de mar. 2022.

INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. IEA. **Energy Technology Perspectives**. 2021.

LEITÃO, A. Economia circular: uma nova filosofia de gestão para o século XXI. Portuguese **Journal of Finance, Management and Accounting**, v.1, n.2, p.149-171, 2015.

LUO, Z.; DUBEY, R.; GUNASEKARAN, A.; CHILDE, S.J.; PAPADOPOULOS, T.; HAZEN, B.; ROUBAUD, D. Sustainable production framework for cement manufacturing firms: A behavioural perspective. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v.78, p. 495-502, 2017.

MELONI, P. S. R. **Proposta para melhoria da eficiência energética em uma indústria metalúrgica**. 2020. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/handle/11449/192028

NASCIMENTO, Luan Silva do. **Eficiência energética aplicada em indústrias: um estudo de caso.** 2021. 55f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização)- Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2021.

NEUBERGER, Daniele. **Capacitações tecnológicas e mudanças institucionais na indústria farmoquímica brasileira**. 2019. 337f. Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Sócio-Econômico, Programa de Pós-Graduação em Economia, Florianópolis, 2019.

NUNES, M. R. **Global Reporting Initiative para elaboração do Relatório de Sustentabilidade das Empresas de Energia Elétrica no Brasil**. Dissertação (Mestrado em

Planejamento de Sistemas Energéticos), Pós-graduação em Engenharia Mecânica, Departamento de Energia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, Brasil. 2017.

PINSKY, V. C.; et.al. **Metas brasileiras no Acordo de paris: reflexões sobre o papel das universidades**. Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade, v.8, n. 2, p. 335–362, 2019.

OLIVEIRA, Sandro Ferreira de; DURÃES, Eslimara Rocha de Carvalho. **Eficiência energética no setor industrial**. 2021. 34f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização)-Faculdade Anhanguera, Osasco, 2021.

QUINZANI, M. A. D. Perspectivas de uma nova agenda de política industrial: Os desafios da indústria brasileira no pós-pandemia da covid-19. **Sapienza: International journal of interdisciplinary studies**, [s. l], p. 1-9, out., 2021. https://doi.org/10.34140/bjbv2n3-078

ROSA, G.M.; et al. **Aspectos relativos às tecnologias empregadas na geração de energias limpas**. Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental, v. 9, n. 3, pág. 127, 2020.

SCHALTEGGER, S; WAGNER, M. Sustainable Entrepreneurship and Sustainability Innovation: Categories and Interactions. **Business Strategy and the Environment**, v. 20, n. 4, p. 222–237, 2011.

SHUJAHAT, M. et al. Strategic management model with lens of knowledge management and competitive intelligence: A review approach. **VINE Journal of Information and Knowledge Management Systems**, v. 47, n. 1, p. 55-93, 2017.

SILVA, F. C.; et. al. **Panoramas do Setor Industrial Para Tecnologias Verdes: um estudo de caso**. Revista de administração e inovação. v. 10, 2018. http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.04.017.

SILVA, J. P. **Gerenciamento de Resíduos Industriais e Ecoeficiência com uma aplicação para estratégias de Produção Mais Limpa**. 170f. Dissertação (Mestrado em Hidráulica e Saneamento). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2021.

SOLA, A. V. H.; MOTA, C. M. DE M. Melhoria da eficiência energética em sistemas motrizes industriais. **Production**, v. 25, n. 3, p. 498–509, 2015.

SOUZA, D. F. de. **Uma avaliação do desempenho de motores elétricos de indução trifásicos comercializados no Brasil entre 1945-2016 e o impacto da legislação brasileira**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2018.

VOTORANTIM CIMENTOS. **Relatório integrado anual Votorantim Cimentos**. Brasil, 2021 Disponível em: https://www.google.com/url?sa=t&source=web&rct=j&url=https://www.votorantimcimentos.com.br/download/br/relatorio-integrado-2021.pdf&ved=2ahUKEwidtY-F9Yr4AhUOqZUCHSsjAAoQFnoECBsQAQ&usg=AOvVaw28F4nd5_qy5oGSc8BTDdHq. Acesso em: 01 mai. 2022b

ZHANG, D.; RONG, Z.; JI, Q. Green innovation and firm performance: Evidence from listed companies in China. **Resources, Conservation and Recycling,** v. 144, p. 48–55, 201.