



Estado da Arte da Eficiência Energética e Sustentabilidade na Indústria Brasileira

Grace Kelly Sampaio Juventino(UFRB)
gracesampaio.nubeep@gmail.com

Lucas de Souza Bacelar(UFRB)
lucasbacelar11@gmail.com

Maurício Chagas de Menezes Júnior(UFRB)
mauriciommenezes@gmail.com

Nathalia Vila Verde Santana de Souza(UFRB)
nathivverde@gmail.com

Dr^a. Cristiane Agra Pimentel(UFRB)
cristianepimentel@ufrb.edu.br

O setor industrial brasileiro é um dos maiores consumidores de recursos naturais e energéticos de alto impacto ambiental, uma vez que estes sistemas são projetados para maximizar lucros. Desta maneira no cenário global onde as mudanças climáticas colocam em destaque as discussões a nível internacional, em torno da busca por fontes de energias limpas e maior sustentabilidade dos processos produtivos, torna-se eminente a importância da inserção de soluções sustentáveis e de baixo impacto ambiental na indústria brasileira, e que por contrapartida não afetem a máxima eficiência produtiva. O presente artigo preocupa-se em evidenciar o estado da arte sobre eficiência e sustentabilidade energética na indústria brasileira, destacando o contexto atual de conhecimento sobre o cenário que abarca este tema. Como metodologia, utilizou-se um procedimento sistemático exploratório de extração de trabalhos das bases de dados Science Direct, Engineering Village, Scopus e IEEE Xplore, com análise qualitativa facilitada pelo software StArt®, utilizando as palavras-chave: energy and sustainability, Brazil e Industry. De um total de 232 artigos, 13 artigos foram aceitos e após a leitura integral dos mesmos, somente 2 artigos ou 15% dos 13 artigos destacados serão utilizados como base de estudo. A contribuição dos 2 artigos finais, foi que ambos apresentam soluções com grande potencial de aplicação nas mais diversas indústrias no território brasileiro, e ainda, observando a quantidade de artigos selecionados, há um grande potencial não explorado de estudos e desenvolvimento em eficiência energética e sustentabilidade na indústria brasileira. Esta revisão sistemática carrega indicadores que demonstram uma lacuna de publicações ou ações na indústria brasileira em projetos de eficiência energética e utilização de energias provenientes de recursos renováveis e de baixo impacto ambiental.

Palavras-chave: Energia e Sustentabilidade, Eficiência Energética, Brasil, Indústria.

1. Introdução

Nos últimos anos, as mudanças climáticas têm elevado as discussões de nível internacional entre representantes dos governos, cientistas e acadêmicos em torno da busca por novas fontes de energias limpas e também por sustentabilidade (HEIDEIER et al., 2019).

Para uma perspectiva de projeções futuras é esperado que a demanda global por energia venha a aumentar em 37% até o ano de 2040, segundo dados de 2014 da *International Energy Agency*. Em um contexto de aumento populacional e dos padrões de vida nas economias emergentes, a busca por energias alternativas, eficiência energética e sustentabilidade têm representado um papel importante no atendimento às novas demandas de energia, no entanto, ainda são maciçamente subutilizados em escala global (CASTRO-ALVAREZ et al., 2018).

Segundo o balanço energético nacional de 2016 do Ministério de Minas e Energia, realizado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE), a matriz energética mundial é fortemente baseada em combustíveis não renováveis (MME, 2020). Em contrapartida, no Brasil a matriz elétrica é de origem predominantemente renovável, com ênfase na geração hidráulica e tem sido observado um aumento da geração a partir da biomassa, energia eólica e energia fotovoltaica (FERREIRA et al., 2018). Em âmbito global, um acontecimento que impactou a busca e aplicação de energias mais limpas inseridas na matriz energética foi o Acordo de Paris, onde os países se comprometeram a reduzir as emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) até o ano de 2030. O Brasil comprometeu-se neste, a reduzir suas emissões domésticas de GEE em 37% até 2025.

Segundo a Mckinsey em “*How a post-pandemic stimulus can both create jobs and help the climate*”, outra grande motivação, frente à redução das emissões de carbono e aumento da eficiência energética, é quanto ao restabelecimento da economia pós-covid-19 (MCKINSEY, 2020). A busca por uma recuperação econômica com base no baixo carbono, deverá não apenas iniciar as reduções significativas de emissões necessárias para interromper a mudança climática, como também intensificar a criação de empregos e elevar o crescimento econômico através de medidas como a melhoria da eficiência energética industrial. No mesmo texto, ainda é relatado que através de meios como a substituição de equipamentos e a atualização das tecnologias para evitar o desperdício, criação de uma infraestrutura de captura e armazenamento de carbono em torno de grandes *clusters* industriais e aceleração do aumento da capacidade instalada para geração de energia renováveis, é possível reduzir gastos e auxiliar os empreendimentos nesse período de retomada.

Os atuais sistemas de produção industrial somam uma grande parcela do consumo mundial de recursos naturais e ainda de recursos energéticos com grande impacto ambiental, uma vez que estes sistemas são projetados para maximizar os lucros, colocando em segundo plano as preocupações ecológicas (JOACHIN et al., 2018).

Para cumprir as metas, os setores de energia elétrica têm enfrentado mudanças relevantes em todo o mundo. Assim as principais ações de mitigação para com as mudanças climáticas e impacto ambiental, envolvem o uso de fontes renováveis de energia com baixas emissões de GEE e eficiência energética atrelada (HEIDEIER et al., 2019).

A motivação do presente trabalho percorre por vários domínios. Para o setor industrial, a busca por eficiência energética motivada não apenas pela possibilidade de maximização dos lucros, como também pelo fomento da sustentabilidade e da responsabilidade social na cultura organizacional, possibilitando benefícios para toda a população. Para a engenharia de produção, uma forma de viabilizar a sustentação de melhorias contínuas do processo produtivo que visem aprovisionar e utilizar a energia elétrica através de recursos renováveis. Também contribui para o conhecimento científico, visto que, os resultados poderão servir de base na consulta para trabalhos futuros.

Diante disto, este estudo traz o estado da arte sobre eficiência e sustentabilidade energética na indústria, visando identificar o presente estado de conhecimento sobre o cenário que remete a este tema.

2. Referencial teórico

2.1 Eficiência energética e Energias renováveis

A eficiência energética pode ser descrita como o ato de fazer mais com menos energia, utilizando de maneira eficiente os recursos energéticos para realização de uma determinada atividade. Promover a eficiência energética significa compreender o consumo de energia de uma organização e aplicar os conceitos de engenharia, administração e economia com o objetivo de melhorar a gestão dos sistemas energéticos (VIANA et al., 2012).

Segundo Santana e Bajay (2016), para melhorar a eficiência energética existem três maneiras principais: o emprego de tecnologia mais eficiente; mudança de comportamento visando a máxima eficiência, e; convertendo a matriz energética para combustíveis alternativos ou rotas de produção e/ou transporte e consumo que forneçam o mesmo serviço consumindo menor

quantidade de energia.

De acordo com Lora e Andrade (2009) e ainda presente no 2º Anuário Brasileiro das Indústrias de Biomassa e Energias Renováveis de 2013, o consumo de energia tem aumentado incessantemente em todo o contexto mundial. Desta maneira, buscar soluções que aumentem a oferta de energia sem impactar o meio ambiente, é uma necessidade urgente pois essas soluções devem ser renováveis e sustentável.

No Brasil a matriz energética é composta, em sua maior parte, por 58,8% de fontes não renováveis, segundo o Balanço Energético Nacional de 2016, publicado pela Empresa de Pesquisa Energética (EPE). No entanto, existe um crescimento no interesse em fontes renováveis para diminuir as emissões de CO₂, e uma das alternativas mais promissoras é a biomassa, sendo uma importante fonte de matéria prima para diversos produtos e biocombustíveis (CALDEIRA-PIRES et al., 2013).

2.1.1 Biomassa e Biogás

É todo o resíduo de origem animal ou vegetal, que existente na natureza ou que seja gerado pelo homem e os animais, como resíduos de atividades agrícolas e industriais e resíduos urbanos que podem ser aproveitados como fonte alternativa de energia. A biomassa como fonte de energia apresenta uma vantagem competitiva em comparação com outras fontes, podendo ser processada e convertida em energia por meio de resíduos sólidos, líquidos ou gasosos, uma vez que apresenta uma interessante flexibilidade de adaptação tecnológica de acordo com a necessidade exigida (CARPENTIERI et al., 1993; MIZIARA et al., 2013).

A biomassa tem enorme potencial para aumentar a participação de energia renovável na matriz elétrica brasileira, dada a quantidade de resíduos gerados na área agrícola, industrial e setores urbanos. Neste sentido é que a gestão de resíduos e energia merece uma atenção especial em torno das novas tecnologias capazes de gerar energia por meio de resíduos sólidos, líquidos e gasosos (CHAKRABORTY et al., 2013; CHENG e HU, 2010).

A geração distribuída de energia elétrica a partir do uso da biomassa pode ajudar o Brasil tanto na preservação ambiental como contribuindo para a diversificação da matriz energética e o desenvolvimento econômico (FERREIRA et al., 2018).

Os setores com maior potencial na contribuição com o fornecimento de resíduos são as de produção de açúcar e álcool devido ao bagaço da cana, biodiesel, laticínios, mandioca, citros, cervejas, frigoríficos, celulose e papel. A digestão anaeróbica destes resíduos se apresenta como

uma opção viável para o tratamento desse conteúdo, pois além de reduzir a carga orgânica que traz grandes impactos ambientais, resulta em biogás e por vezes ainda fertilizantes (TENTSCHER, 1995).

Entre as fontes primárias para a produção de biogás estão os resíduos rurais, urbanos ou industriais. Resíduos rurais comuns são, estrume, palha, bagaço e água de lavagem, os urbanos são esgoto, lixo, varredura e poda e os resíduos industriais efluentes, sobras e produtos não validado pela qualidade (FERREIRA, et al., 2018).

A produção de energia renovável a partir do biogás é uma alternativa pela diversificação da matriz energética brasileira, que é muito dependente de usinas hidrelétricas, onde a conversão de energia do biogás em eletricidade pode ser feita de várias maneiras devido aos avanços tecnológicos atuais, destacando-se a utilização de biodigestores (SANTANA E BAJAY, 2016),

3. Metodologia

A abordagem metodológica dessa pesquisa caracteriza-se como exploratória, documental e descritiva qualitativa utilizando método sistemático; forma robusta e consistente que visa levantar o estado da arte a partir de um planejamento criterioso (MUNZLINGER, et al., 2012). As vantagens deste método são a obtenção de resultados relevantes e leitura de trabalhos com comprovado valor científico, além do resultado confiável quanto a identificação de problemas atuais não diagnosticados na área.

Em Gil (2008), é relatado a pesquisa bibliográfica como ferramenta para adquirir conhecimentos através de documentos já elaborados. Para o levantamento de informações e análise de dados realizados deste artigo, foi realizada uma revisão de literatura inicialmente aplicando uma análise qualitativa, seguida de uma análise quantitativa por meio de uma revisão sistemática. De uma maneira qualitativa, neste trabalho, foi buscado responder "Qual o estado da arte da eficiência energética e sustentabilidade na indústria brasileira?"

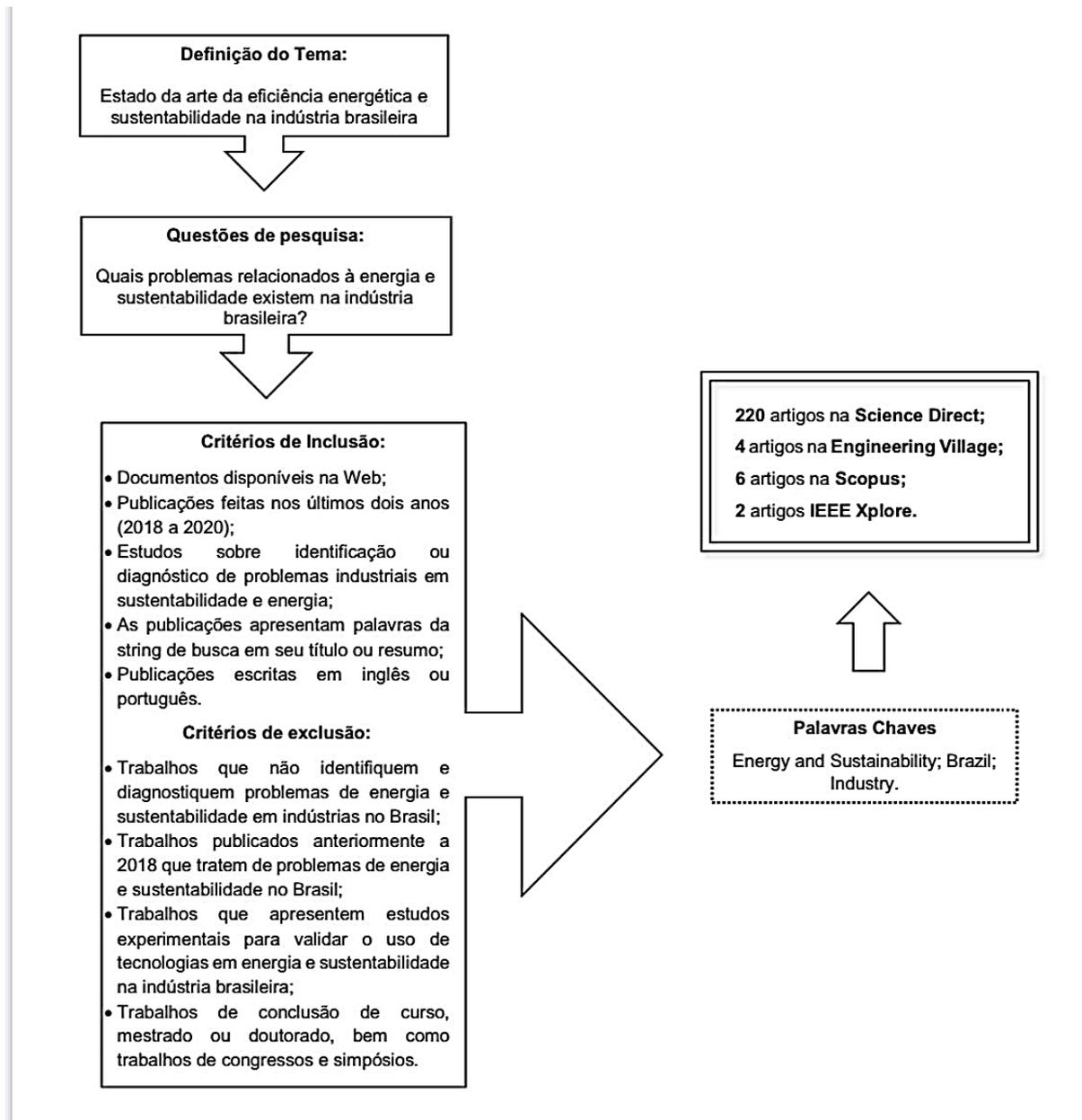
Dessa forma, foram realizados alguns passos, para que fosse possível alcançar o objetivo, sendo eles:

- Busca com palavras-chave e seleção de artigos nos periódicos definidos;
- Análise no *software* StArt®;
- Leitura do *abstract* dos artigos retornados;
- Leitura integral dos artigos restantes;

- Sugestões de aplicação de trabalhos futuros.

No fluxograma da Figura 1, pode-se visualizar como foi dado o processo de busca nas plataformas até o momento anterior a utilização do *software*.

Figura 1- Fluxograma da pesquisa até o recolhimento dos artigos nas plataformas



Fonte: Própria autoria

Como observado na Figura 1, utilizou-se um levantamento de estudos extraídos das bases de dados *Science Direct*, *Engineering Village*, *Scopus* e *IEEE Xplore* utilizando as palavras-chave

("energy and sustainability") and ("Brazil") and ("Industry"). Os termos foram utilizados em conjunto, pois o objetivo deste trabalho é obter um resultado focado na contribuição dos estudos de energia e sustentabilidade no auxílio à indústria brasileira.

Os critérios de escolha foram: trabalhos sobre implementação de estudos em energia e sustentabilidade na indústria brasileira entre os anos de 2018 e 2020. Assim sendo, foram encontrados nas bibliotecas digitais: 220 artigos na *Science Direct*, 4 artigos na *Engineering Village*, 6 artigos na *Scopus*, 2 artigos *IEEE Xplore*. Após esta seleção, todos os títulos, resumos e palavras-chave foram lidos para iniciar o processo de aceite ou rejeição dentro da plataforma StArt[®] (*State of the Art through Systematic Review*).

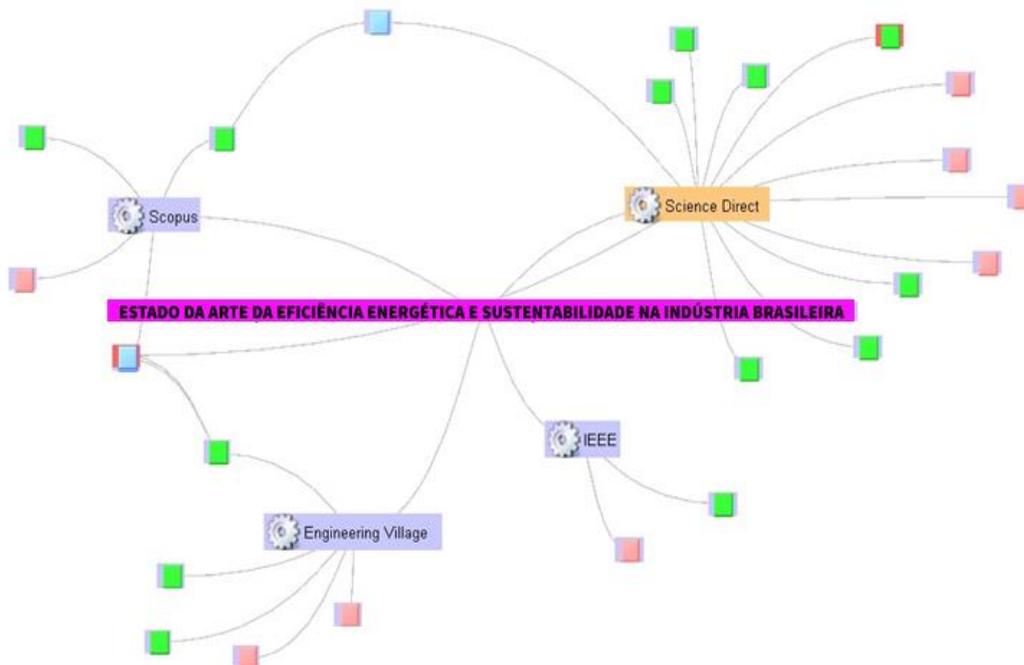
4. Resultados e discussão

Os artigos encontrados foram inseridos no *software* StArt[®] e selecionados de acordo com a recorrência de palavras-chave encontradas nos títulos, *abstract*, palavras-chave dos textos e assim, foi obtido uma classificação em relação a relevância do artigo para o tema estudado.

Aqueles que possuíam baixa relevância, foram imediatamente descartados. Nesta primeira etapa de análise, foram aceitos 23 artigos. Após isso, para melhor norteamento, foram levantados critérios de inclusão e de exclusão e realizada uma leitura do *abstract*. A partir da sensibilidade analítica do revisor em relação ao tema proposto, foram selecionados 13 artigos.

O gráfico da Figura 2 apresenta todos os artigos aceitos pelo *software* e em qual periódico ele se encontra. Também é possível observar quais artigos foram aceitos e rejeitados pelo revisor, sendo representados por um quadrado verde, aqueles que foram aceitos, quadrado vermelho, aqueles que foram rejeitados e por quadrado azul, aqueles que são duplicados.

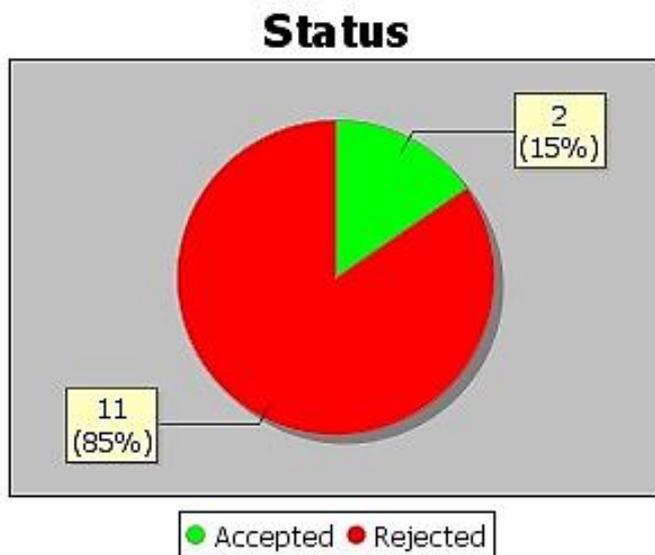
Figura 2- Gráfico dos artigos aceitos em termos do periódico utilizados



Fonte: Própria autoria

Desta maneira, os artigos restantes foram lidos integralmente para identificação do segmento de aplicação e avaliação dos dados encontrados. Por meio da leitura, somente 15% dos artigos foram considerados consistentes para o desenvolvimento do presente artigo, pois estavam diretamente relacionados a contribuição dos estudos de energia e sustentabilidade à indústria brasileira, representados na Figura 3 pela área em verde, estando, portanto, relacionado ao tema proposto.

Figura 3- Gráfico dos artigos aceitos após a leitura final



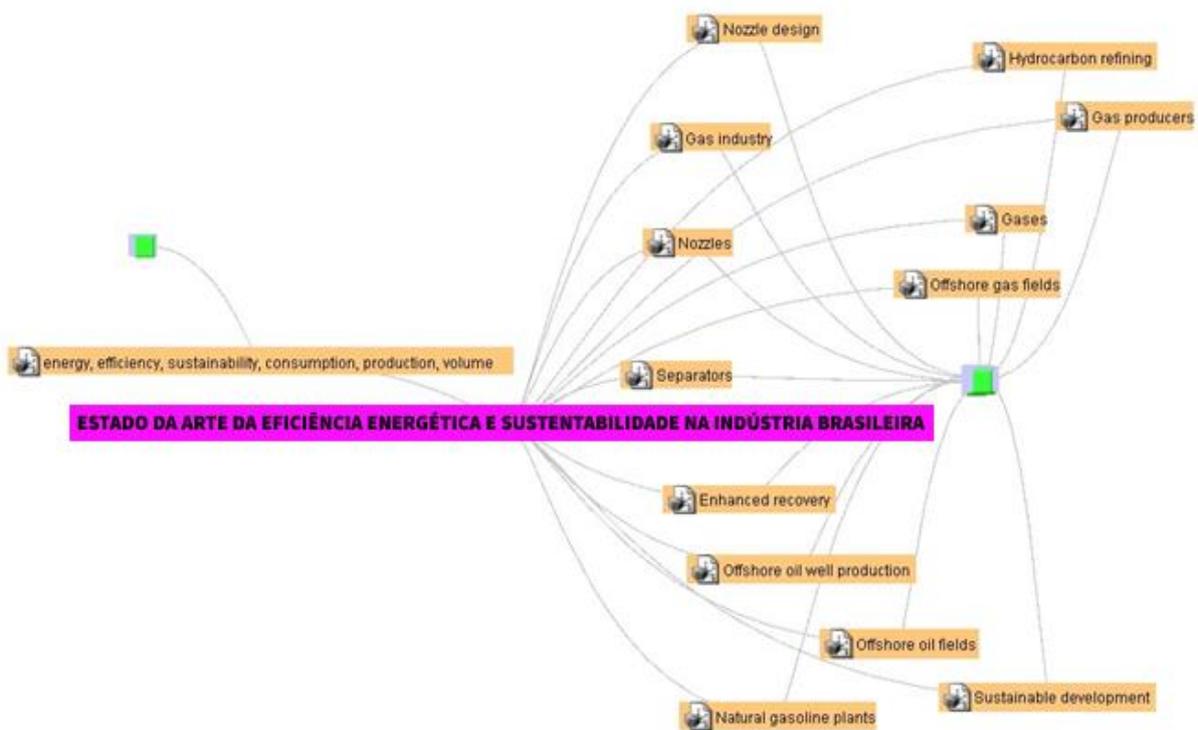
Fonte: Própria autoria

Os artigos selecionados foram “*Review of the energy potential of the residual biomass for the distributed generation in Brazil*”, e o artigo “*Energy efficiency study throughout the industrial operations of a multinational household appliances manufacturer company in Brazil*”. O primeiro traz uma revisão detalhada do potencial energético da biomassa residual para a produção de biogás e geração distribuída no Brasil e o potencial por macrorregião dos diferentes tipos de resíduos gerados na agricultura, setores florestal, pecuário, industrial e urbano. O segundo artigo trata-se de um estudo de caso dedicado a avaliar a eficácia do programa de eficiência energética em uma multinacional fabricante de eletrodomésticos com sede em duas cidades brasileiras: Curitiba - Paraná e São Carlos – São Paulo.

Atenta-se ao fato de que, em um dos casos, o artigo “*Review of the energy potential of the residual biomass for the distributed generation in Brazil*”, que trazia exemplos de aplicação no Brasil, em seu referencial teórico, porém não discorria sobre implementação na indústria brasileira em seus resultados. Mostrando, mais uma vez, que a área no Brasil tem potencial para, no futuro, possuir grande visibilidade.

Ainda relacionando os pontos analisados com a vasta possibilidade de aplicar trabalhos e estudos da área, foi realizado um levantamento visual, através do *software* StArt sobre a correlação entre os artigos aceitos. Pode-se observar a falta de conexão entre as principais palavras-chave dos artigos, mostrando que a aplicação dos estudos de energia e sustentabilidade foi feita em áreas totalmente distintas em setores industriais que não se conectam. A disparidade dificulta possíveis *benchmarkings* e futuras expansões com mesmo viés. Na Figura 4, pode ser observado as palavras-chave contidas em cada artigo e como eles se relacionam.

Figura 4 - Gráfico contendo as palavras chaves dos artigos selecionados

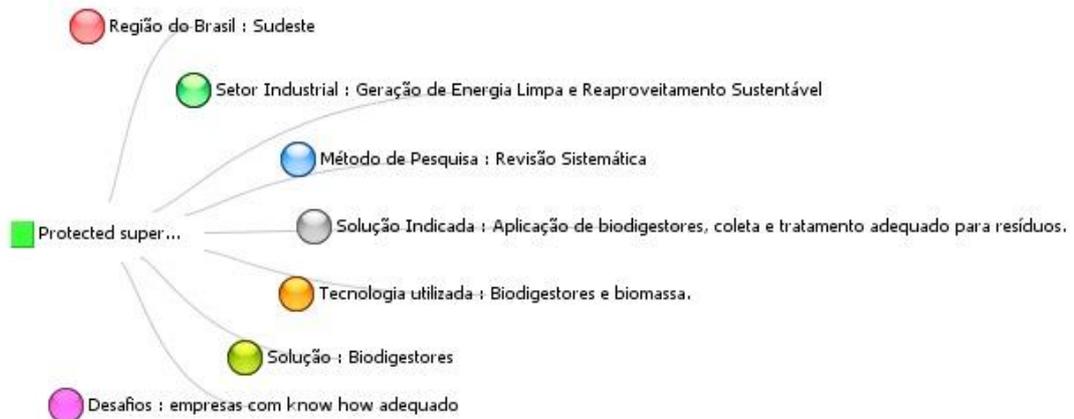


Fonte: Própria autoria

É necessário ressaltar, que na Figura 4 supracitada, o gráfico de palavras chave dos artigos é computado pelo *software* através de uma leitura geral dos títulos, resumos e palavras-chave, de forma bilateral, para identificar pontos de similaridade. Como pode-se observar, os artigos não compartilham palavras-chave similares, o que indica o distanciamento entre as áreas e estudos, no entanto, positiva, pois comprova de forma factível que a arte estudada neste trabalho pode e deve ser aplicada em qualquer área ou setor da indústria.

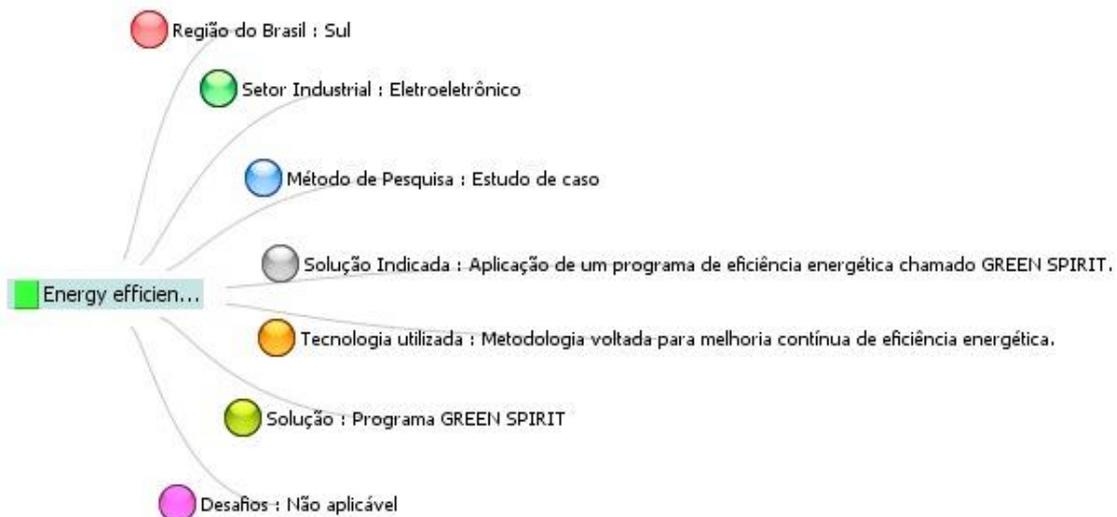
De acordo com o observado na Figura 5 e Figura 6 a seguir, percebe-se que os artigos aceitos estão nas regiões Sul e Sudeste do Brasil. Isso pode demonstrar que são universidades que já desenvolvem há mais tempo, um estudo buscando um diagnóstico de problemas relacionados à energia e sustentabilidade, mas, que ainda assim, há uma restrição a apenas resolver casos isolados, visto a falta de ligação entre os artigos.

Figura 5- Dados do artigo “*Review of the energy potential of the residual biomass for the distributed generation in Brazil*”



Fonte: Própria autoria

Figura 6- Dados do artigo “*Energy efficiency study throughout the industrial operations of a multinational household appliances manufacturer company in Brazil*”



Fonte: Própria autoria.

Ambos os artigos selecionados apresentam soluções com grande potencial de aplicação nas mais diversas indústrias no território brasileiro, no primeiro artigo a energia proveniente da biomassa pode não apenas reduzir a emissão de gases de efeito estufa, já que as indústrias são responsáveis por grande parte desta emissão, além de contribuir com o descarte adequado de resíduos das mais diversas classes provenientes seja da própria indústria ou de produtores agrícolas, rejeitos de outras indústrias ou ainda por meio de dejetos urbanos. Já o segundo artigo que aborda uma metodologia para melhoria da eficiência energética também se insere como uma ferramenta ímpar na redução dos gastos desnecessários com energia, trazendo menos impacto ambiental e aumento do poder competitivo das empresas.

Outro ponto é a quantidade de estudos relacionada a região do país; ainda que se trate de um tema em evolução no Brasil, principalmente se comparada a quantidade de estudos mundiais, demonstra uma limitação muito grande, e ainda mais intrínseca em determinadas regiões do país. Percebendo as regiões onde os estudos foram feitos, é notório a restrição às regiões sul e sudeste do país, ainda que existam boas universidades federais referências no tema em outras regiões e estados, a exemplo, em específico do Recôncavo Baiano. Sugere-se, portanto, que pesquisadores possam comparar de forma quantitativa o número de trabalhos aprovados em outros países, para que os estudiosos e projetistas possam buscar as maiores referências e *benchmarks* nestas regiões, assim como grandes oportunidades para avanços e contribuições de cunho científico.

4. Conclusão

Este trabalho fomentou a discussão acerca do estado da arte eficiência energética e sustentabilidade na indústria brasileira, focalizando em trabalhos mais recentes. Deve-se pontuar que as regiões do Brasil Norte, Nordeste e Centro-Oeste não apresentaram trabalhos publicados na área da arte estudada. Fica claro ainda que no contexto em torno das discussões feitas, existe uma extrema necessidade de aprofundamento na área de energia e sustentabilidade no tocante ao cenário industrial geral brasileiro. Isto dificulta e não contribui para o desenvolvimento industrial nestes locais do Brasil, tendo-se como necessidade a realização de estudos e implementações de projetos em energia e sustentabilidade na indústria nestes locais.

Não é claro o motivo da existência desta lacuna de aplicação de soluções limpas, sustentáveis e eficientes no território brasileiro, era esperado que para um país que possui uma matriz energética marcada pela utilização de energias renováveis e limpas, que os *clusters* industriais seguissem o mesmo caminho, mas não é o que se percebe na realidade atual do país.

O uso de método sistemático também apresentou desafios no que se refere a complexidade e disposição das informações geradas e suas formas de montagem. Os mecanismos de busca e suas configurações mostraram-se parte fundamental para aprofundar o viés da pesquisa, sendo todas as etapas deste estudo possíveis de reproduzir, neste contexto e em outros, sendo possível buscar e vivenciar novas oportunidades.

Dentre os dois artigos que foram selecionados, também fica evidente quais as duas principais abordagens que se encontram em desenvolvimento no cenário industrial brasileiro, a energia proveniente de resíduos, conhecida como biomassa e aplicação de projetos de melhoria na

eficiência energética.

Os estudos obtidos através da pesquisa são exemplos importantes, mas também, em números, comprovam o vasto campo disponível para novas aplicações, sendo esta, uma sugestão para trabalhos futuros.

Agradecimentos

Dedicamos este trabalho à nossa *advisor* Doutora Cristiane Agra Pimentel, do Industry Application Society IEEE UFRB, que não mede esforços para a orientação e ensinamentos valiosos que vem agregando a vida pessoal e carreira profissional de tantos futuros e presentes engenheiras e engenheiros.

REFERÊNCIA

2º Anuário Brasileiro das Indústrias de Biomassa e Energias Renováveis. 2013/ 2014. Disponível em:<
<http://www1.anuarioenergiasrenovaveis.com/>> Acesso em: 13/11/2020.

CALDEIRA-PIRES, Armando et al. **Sustainability of the biorefinery industry for fuel production.** *Energies*, v. 6, p. 329-350. 2013.

CARPENTIERI AE, LARSEN ED, WOODS J. **Future biomass-based electricity supply in Northeast Brazil.** *Biomass Bioenergy* 1993;4:149–73.

CASTRO-ALVAREZ, Fernando et al. **The 2018 International Efficiency Scorecard.** Washington DC: American Council for an Energy Efficient Economy; 2018.

CHAKRABORTY, M et al. **Assessment of energy generation potentials of MSW in Delhi under different technological option.** *Energy Convers Manag* 2013;75:249–255.

CHENG, Hefa; HU, Yuanan. **Review: Municipal solid waste (MSW) as a renewable source of energy: current and future practices in China.** *Bioresour Technol* 2010;101:3816–24.

Empresa de Pesquisa Energética. **2017 Statistical Yearbook of eletricity.** RJ, Rio de Janeiro: Ministério de Minas e Energia; 2017.

FERREIRA LR, et al. **Review of the energy potential of the residual biomass for the distributed generation in Brazil.** *Renew Sustain Energy Rev* 2018; 94:440–55.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 6. ed. Editora Atlas SA, 2008.

How a post-pandemic stimulus can both create jobs and help the climate. Disponível em: < <https://www.mckinsey.com/business-functions/sustainability/our-insights/how-a-post-pandemic-stimulus-can-both-create-jobs-and-help-the-climate>. > Acesso em: 26/09/2020.

International Energy Agency. (2014). **World Energy Outlook 2014.** Retrieved em **International Energy Agency** Disponível em:< <https://webstore.iea.org/world-energy-outlook-2014> > Acesso em: 13/11/2020.

ZANG, Joachim; MARTINS, Kairo; FONSECA, Warde. **Life Cycle inventory for biomethane as a diesel substitute for the Brazilian ethanol industry.** *Energy Procedia* ver 2018.

Lora ES, Andrade RV. **Biomass as energy source in Brazil.** *Renew Sustain Energy Rev* 2009;13(4):777–88.

MME. **Balanco Energético Nacional 2016.** Secretaria de Energia, Ministerio de Minas e Energia, 2016. Empresa de Pesquisa Energética. - Rio de Janeiro: EP. Disponível em:< <http://www.mme.gov.br> > Acesso em: 13/11/2020.

MIZIARA, Carlos. **Estudo Técnico e Economizo das Fontes de Biomassa para Uso em Cogeração de Energia Elétrica.** (Thesis). Universidade Federal do Triangulo Mineiro. Uberaba-MG 2013. Disponível em:< <http://bdtd.uftm.edu.br/handle/tede/68>> Acesso em: 13/11/2020.

MUNZLINGER, Elizabete; NARCIZO, Fabricio Batista; DE QUEIROZ, José Eustáquio Rangel. **Sistematização de revisões bibliográficas em pesquisas da área de IHC.** In: *IHC (Companion)*. 2012. p. 51-54.

SANTANA, Paulo; BAJAY, Sérgio. **New approaches for improvin genenergy efficiency in the Brazilian industry.** *Energy Reports* 2016.

HEIDEIER, Raphael et al. **Impacts of photovoltaic distributed generation and energy efficiency measures on the electricity market of three representative Brazilian distribution utilities.** *Energy for Sustainable Development rev* 2019.

TENTSCHER, W.A.K. **Biogas technology as a component of food processing systems.** *Food Technol* 1995:80–5.

VIANA, Augusto et al. **Eficiência Energética: Fundamentos e Aplicações**. 1st ed. SP, Campinas: Elektro; 2012.