HIDROGÊNIO VERDE FOTOSSINTÉTICO, AVANÇOS E DESAFIOS: UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA AVANÇADA.

Pedro Tavares Borges[1]
Misael Bessa Sales[2]
Claudia Elisa César Guimarães [3]
Batista Dala Catumba[4]
José Cleiton Sousa Dos Santos[5]

RESUMO

Dado as constantes mudanças climáticas advindas de processos poluentes de produção de alimentos, água e outros utensílios, há cada vez mais uma necessidade de optarmos por fontes menos poluentes de produção energética, para que possamos evitar o aumento do efeito de estufa e frear o aumento da temperatura do globo, sendo assim, o presente trabalho visa fazer um levantamento bibliométrico das técnicas, perspectivas e incubadoras de uma forma alternativa de energia, sendo ele o combustível gás hidrogénio produzido de forma sustentável ou hidrogênio verde como é comumente chamado, com ênfase na produção de hidrogénio verde fotossintético. Através da análise bibliométrica avançada, foram obtidas as principais correlações entre os países que mais publicaram trabalhos sobre o tema, as organizações que representam a maior parte das publicações e a relação entre as mesmas bem como a relação de coautoria dos trabalhos publicados. Para a análise propostas foram utilizados softwares de organização de dados científicos, como é o caso do vos viewer que organiza os dados através de imagens que possuem linhas de correlação entre tópicos como coautoria e cocitações, mas também em clusters/nódulos que representam uma dada classe base. Os dados foram obtidos através da lista de bases do capes periódicos da Web off Science, em que se obteve um total de 1063 arquivos sendo eles artigos, artigos de revisão e capítulos de livros que foram redigidos na língua inglesa, entre os anos de 2010 a 2022.

Palavras-chave: analise bibliométrica; Hidrogênio verde; produção fotossintética; sustentável.

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Unidade acadêmica das Auroras, Instituto de engenharias e desenvolvimento sustentável., Discente, pupsborges12@gmail.com[1]
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Unidade acadêmica das Auroras, Instituto de engenharias e desenvolvimento sustentável., Discente, misaelbessa@aluno.unilab.edu.br[2]
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Unidade acadêmica das Auroras, Instituto de engenharias e desenvolvimento sustentável., Discente, batistacatumba1999@hotmail.com[3]
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Unidade acadêmica das Auroras, Instituto de engenharias e desenvolvimento sustentável., Discente, claudiaelisacg16@gmail.com[4]
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Unidade acadêmica das Auroras, Instituto de engenharias e desenvolvimento sustentável., Docente, jcs@unilab.edu.br[5]

ISSN: 2447-6161

INTRODUÇÃO

Espera-se que em 2050 haja um aumento na ordem dos cinquenta porcentos na demanda de energia, água e alimentos. O nosso planeta vem dado sinais claros do desgaste proveniente da utilização de fontes energéticas não renováveis que agridem o meio ambiente diminuindo sua vida útil bem como dificultando a sobrevivência dos seres vivos em nosso planeta, na medida em que os países vêm tentando suprir essas demandas. Dito isto muitas organizações e países de propriedade intelectual e monetárias estabeleceram metas de substituir fontes poluentes de produção de energias por fontes renováveis e menos poluentes, a exemplo das que fizeram parte da COP 25 (Conferencia das nações Unidas sobre as mudanças climáticas) realizada em Paris, e que visa estabelecer alternativas sustentáveis para a frenagem dos efeitos da poluição do nosso ambiente, portanto uma das metas propostas é de que até 2050 possamos alcançar a neutralidade de carbono, ou seja, um estado em que as emissões liquidas de dióxido de carbono seja nula, adicionando mecanismos de remoção do mesmo no ambiente, como por exemplo combater a deflorestação, incentivar a reflorestação e introduzindo fontes sustentáveis de produção de energia. (Renewable Energy Agency, 2015)

De entre as mais variadas formas de produção de energia sustentável temos a produção do Hidrogênio Verde, ou seja, o gás combustível hidrogénio produzido de forma sustentável. O hidrogênio verde já possui registros de sua produção em meados do Século XVIII. No entanto com os avanços tecnológicos atuais é que se vem desenvolvendo e concretizando a ideia de que o gás hidrogênio proveniente de fontes sustentáveis, deve ser visto como uma fonte alternativa. O hidrogênio como vector energético é muito difundido, no entanto, na sua forma de produção através da reforma a vapor do metano ou gaseificação esses processos acarretam muita poluição visto que é liberado uma grande quantidade de dióxido de carbono na atmosfera. Ao longo desse artigo será tratado com maior atenção a produção sustentável do mesmo como é o caso da produção de hidrogênio via biomassa e produção de hidrogênio via eletrolise. (Paiva, 2022)

No entanto ainda possuímos limitações na questão da eficiência da produção do combustível sustentável, ou seja, em relação à energia necessária a produção versos a energia armazenada no combustível, um aspecto muito limitador para o hidrogênio proveniente da hidrolise da água que exige uma certa quantidade de energia para sua produção, porém, temos o hidrogênio verde proveniente de meios fotossintéticos envolvendo biomassas, em que o presente artigo visa fazer uma análise bibliométrica avançada da produção de hidrogênio verde fotossintético. Aspetos como tecnologias desenvolvidas para sua produção, avanços futuros, a relação de pesquisas que estão sendo desenvolvidas e os principais incentivadores da produção de Hidrogénio Verde fotossintético. Através de uma análise na Base de dados obtidas da Web off Science de 1269 documentos, os dados são tratados em softwares como o Vos viewer, Citespace, Excel e Arc.map com vista a apresentar os mesmos de forma concisa e de fácil entendimento.(Faye et al., 2022)

O presente trabalho têm como base o projeto de iniciação cientifica "As matérias primas para a sustentabilidade e os desafios na produção de biodisel: uma análise bliométrica avançada.", sendo que o trabalho "HIDROGÊNIO VERDE FOTOSSINTÉTICO, AVANÇOS E DESAFIOS: UMA ANÁLISE BIBLIOMÉTRICA AVANÇADA", e que é submetido agora, é um braço do projeto citado desenvolvido pelos autores enquanto voluntariados em conjunto com o orientador, para enfatisar a disponibilidade de outros combustiveis rénovaveis e limpos ambientalmente.cujo o projeto base foi fomentado pela Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP),Conselho Nacional de Desenvolvimento Cientifico e Tecnológico (CNPq) e a Coordenação deAperfeiçoamento de Ensino Superior(capes).

METODOLOGIA

Para as análises feitas foram utilizados dados da lista de bases da Web off Science (Ministério da Educação, 2022). Na figura1 observamos que pesquisando na lista de bases da Web off Science, primeiramente pelo

ISSN: 2447-6161

filtro de títulos a palavra hidrogênio verde “green hydrogen” mais o filtro de anos de publicação “Year published”, em que inserimos a data em que queremos fazer nossas análises no caso “2010-2022”. As condições de pesquisa como título, ano de publicação, entre outros devem ser sempre escritas em inglês dado as características de sintase do cite. Com os dois filtros referidos acima foram obtidas um total de 1063 arquivos, em que esses arquivos estavam filtrados para serem artigos, artigos de revisão e capítulos de livro. Sendo todos eles escritos na língua inglesa. Em uma segunda nova pesquisa optou-se pelo título “green hydrogen” para o mesmo ano de publicação citado anteriormente, porém adicionamos a palavra/filtro/título, fotossintético “photosynthetic”, em que obtemos um total de 965 arquivos todos na língua inglesa, sendo eles apenas artigos, artigos de revisão e capítulos de livros. Por último fizemos uma nova pesquisa com o filtro “green hydrogen” para os mesmos anos de publicação citados anteriormente, porém adicionamos a filtro produção “production” em que obtemos um total de 600 arquivos todos na língua inglesa, sendo eles apenas artigos, artigos de revisão e capítulos de livros.

As presentes consultas feitas no Web off Science permitem com que possamos ter uma ideia do quanto cada uma das palavras escolhidas está sendo estudada e o número de publicações indica uma grande crescente na publicação e no interesse por hidrogênio verde produzido foto sinteticamente nos últimos anos como mostrado na **figura 1**.

Figura 1: Evolução das publicações ao longo dos anos sobre hidrogênio verde produzido foto sinteticamente.

Como introduzido anteriormente para fazer a análise bibliométrica avançada foram utilizados softwares que possibilitam organizar os dados para uma melhor visualização, o caso do vos viewer que organiza os dados em clusters/nódulos e linhas, do citespace que faz também analises de correlação e as apresentas em imagens e do arc map que faz a georreferenciação dos trabalhos.(Sales et al., 2022)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para os referidos resultados temos que há uma forte concentração de palavras chaves que nos direcionam para os termos primordiais a serem estudados na questão da produção de hidrogênio verde fotossintético, sendo que a palavra-chave central dos estudos é o hidrogênio verde. Palavras como transição energética, energias renováveis, células combustíveis, eletro catálise, cianobactérias, micro algas, eletrolise e fotossintético representam uma maior densidade de citação em relação as demais palavras-chave, **na figura 2 (A)** há o mapa de densidade de ocorrência de palavras-chave de autores com um número mínimo de ocorrência de uma palavra-chave de 10, ou seja, é apresentado apenas as palavras-chave que possuem no mínimo dez ocorrências nos trabalhos sendo selecionadas um total de 26 palavras-chave da base. Os tons representados mais por um azul escuro a exemplo do “green hydrogen” representam uma maior ocorrência diminuindo a ocorrência a medida que se aproxima de um azul mais claro e por fim um tom amarelado.

Figura 2: (A) Mapa de visualização de densidade das 26 palavras chaves mais citadas nos trabalhos. **(B)** Mapa de coautoria entre os 21 autores com no mínimo um trabalho e no mínimo 300 citações por autor.

Na **figura 2 (B)** representamos a coautoria, ou seja, a mesma relaciona através de clusters ou nódulos e linhas, os trabalhos que foram produzidos entre um ciclo especifico de autores, no caso para um total de 21

ISSN: 2447-6161

autores selecionados, que possuem no mínimo 1 trabalho correlacionado e também no mínimo 300 citações por autor, observamos que há uma maior correlação entre “Wang,hailong ; Yu,jiaguo ; Qiao, shi-zang; Ran,jingrun ; Ran, jingrun ; Guo weiwei ; Zhu,bicheng”, representado pelo cluster da cor vermelha já a densidade das linhas representam o total de trabalhos elaborados por um conjunto de autores em que por exemplo “Wang,hailong”, possui apenas um documento em coautoria com os demais autores, já “Ran,jingrun” possui três documentos em coautoria com os demais. Assim como no cluster representado a azul claro nomeadamente entre os autores “tan, xiaoming” e “lu,xuefeng” apresentam uma maior densidade das linhas de correlação pelo facto de possuírem 16 trabalhos em coautoria.

CONCLUSÕES

Através da análise proposta, pudemos observar que há pouca publicação no período de 2010 até aproximadamente 2017 dali para o ano de 2022 houve uma grande leva de publicações relacionadas ao hidrogênio verde fotossintético, o que configura um interesse crescente por parte das organizações e países em explorar essa área que aparentemente é promissora. Se observarmos bem os países que mais vem publicando trabalhos sobre o tema são China, Estados Unidos da América e a Alemanha representando quase 40 porcento das publicações, ou seja, há um interesse enorme nos países desenvolvidos em desenvolver pesquisas na área.

Os termos que tem norteados esse interesse na produção de hidrogênio verde fotossintéticos são energias renováveis, transição energética, células combustíveis, biomassa. Em suma os tópicos indicam um interesse em tecnologias renováveis e menos poluentes e que ao mesmo tempo possam ajudar numa transição energética segura. Na questão técnica o termo eletrólise segue sempre acompanhado da fotossíntese e do termo fotocatálise, o que nos leva a ideia de que as principais formas de produção de hidrogênio verde sustentável serão através da biomassa e através da eletrolise, o processo de produção do combustível hidrogênio através da biomassa configura-se muito promissora, dado a grande quantidade de biomassa que temos estado a produzir e a pouca energia necessária a produção fotossintética de hidrogênio envolvendo a biomassa, dado que além da biomassa o processo necessita de energia luminosa no caso solar e uma enzima/cianobactéria, o que não ocorre com o hidrogênio verde produzido por meio da eletrolise já que esse processo apesar de ser já muito consistente demanda muito gasto energético para sua obtenção, ou seja há que ser estudado o melhoramento de sua eficiência.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira UNILAB pela oportunidade de poder partilhar o nosso trabalho na VIII semana universitária, ao orientador do trabalho Prof. DR. José Cleiton Sousa dos Santos pela disponibilidade e paciencia na orientação do trabalho e as seguintes agências de fomento a pesquisa e desenvolvimento tecnológico:Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP),Conselho Nacional de Desenvolvimento Cientifico e Tecnológico (CNPq) e a Coordenação deAperfeiçoamento de Ensino Superior(capes).

REFERÊNCIAS

1. Faye, O., Szpunar, J., & Eduok, U. (2022). A critical review on the current technologies for the generation, storage, and transportation of hydrogen. In International Journal of Hydrogen Energy (Vol. 47, Issue 29, pp. 13771–13802). Elsevier Ltd. https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2022.02.112

ISSN: 2447-6161

2. Ministério da Educação. (2022). Periódicos Capes . Capes Periódicos. https://www-webofscience.ez373.periodicos.capes.gov.br/wos/woscc/basic-search
3. Paiva, S. (2022). Produção De Hidrogênio Verde Ambientalmente Sustentável.
4. Renewable Energy Agency, I. (2015). Renewable Energy in the Water, Energy and Food Nexus. www.irena.org
5. Sales, M. B., Borges, P. T., R Filho, M. N., M da Silva, L. R., Castro, A. P., S Lopes, A. A., C de Lima, R. K., S Rios, M. A., & S dos Santos, J. C. (2022). The feedstocks for sustainability and challenges in biodiesel production: An advanced bibliometric analysis. https://doi.org/10.3390/xxxxx

ISSN: 2447-6161