

Panorama bibliométrico sobre controle e emissões de carbono e material particulado.

Ulisses Lírio

Mestrando (CIS), UNI9, Brasil
ulisseslirioultra@gmail.com

Andreza Portella

Professora Doutora, UNI9, Brasil
aportellar@gmail.com

RESUMO

Esta pesquisa apresenta um panorama bibliométrico sobre o estado da arte ao redor do mundo na temática emissão e controle de carbono e material particulado com enfoque em palavras chaves, redes de conexão entre países, autores, análise quantitativa e temporal de publicações. O método utilizado foi baseado nos recursos do software VosViewer versão 1.6.15 e extração de dados para processamento da base Scopus resultando em uma amostra de 102 artigos entre os anos de 2010 e 2020. Os resultados mostram que as pesquisas sobre o tema ainda são recentes e não existe homogeneidade científica nas abordagens, também, mostram que os pesquisadores orientais são os que mais possuem redes de conexão e apesar de os pesquisadores de forma geral não estarem muito ligados, as palavras chaves usadas no geral possuem muitas ligações, com destaque para o termo “partícula (de material particulado)” mais utilizada em média, em 2018. A China possui 03 linhas de pesquisa, sendo: 01 remoção passiva através de plantas a exemplo dos alfaces marinhos, mas com pouca influência; 02 remoção através de tecnologias tipo filtros lavadores e Nano tecnológicos; 03 tecnológica com materiais metálicos para revestimento com condição de capturar carbono. O ocidente de maneira geral liderado pelas pesquisas americanas, encaminham por soluções passivas, através de remoção de poluentes com diversos tipos de plantas e buscam identificar valor para as toneladas de carbono removidas pelas plantas.

PALAVRAS-CHAVE: Remoção. Poluentes. Eficiência.

1. INTRODUÇÃO

Poluição atmosférica e emissão de gases são temas de relevância significativa quando pensamos em desenvolvimento econômico sustentável. De acordo com a COP25, entre os anos de 2016 e 2019, os bancos globais fizeram investimentos na casa de 1,9 trilhão de dólares em combustíveis fósseis. Os 71% das emissões globais são advindas de 100 empresas dos segmentos de petróleo, gás e carvão (Carbon Disclosure Project 2017).

Os gases de efeito estufa (GEE), quando não controlados, contribuem para o aquecimento global, que, por sua vez, interfere nos processos naturais de ecossistemas no planeta. De acordo com o relatório Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática (IPCC) 2018, com um incremento de apenas 2 C° a mais na temperatura, quase todos os corais deixariam de existir, seriam observadas com mais frequência ondas de calor, incêndios florestais, inundações de regiões costeiras, aumento de casos de dengue e malária. O aumento da temperatura viabiliza concentrações de poluentes nas cidades, inibindo a ação dos ventos na dispersão (Oliveira S.T. 2013).

Alguns países não possuem recursos geo-biofísicos para a retirada de CO₂ da atmosfera. A Bioenergia com Captura e armazenamento de Carbono (BECCS) pode ser uma alternativa para esses países atingirem metas de redução na emissão de carbono. Esta técnica possibilita a retirada de carbono emitido e viabiliza emissões negativas (Fajardy M. et al. 2020).

Quanto mais consumidora é uma cidade mais emitirá carbono. Para se controlar as emissões de carbono, deve-se entender as demandas globais de consumo. Então, a partir de informações fidedignas sobre o padrão das emissões de carbono, em escala global, podem ser elaboradas ações mais eficientes de controle de qualidade do ar (Andrew Sudmant et al. (2018).

Por exemplo, a melhora significativa na qualidade do ar e no controle de emissões de gases podem ser alcançadas por meio do plantio de árvores e bosques urbanos. As folhagens das plantas possuem a capacidade de retirar toneladas, por ano, de carbono da atmosfera (Nowak et al. 2018).

A melhora na saúde humana através do plantio de árvores é de interesse e conhecimento de pesquisadores há muito tempo, como podemos observar que de acordo com Tiwary et al. (2009), que realizaram um estudo em Londres, em uma área de 10 x 10 km², coberta com 25% de árvores e concluíram que duas mortes e duas internações hospitalares por ano podem ser evitadas nestas condições.

Algumas espécies de plantas e árvores podem retirar da atmosfera mais carbono do que outras. Existem espécimes que possuem capacidade de retirar outros tipos de contaminantes, incluindo certas categorias de ácidos (Jeongeun Ryu, et. al 2018).

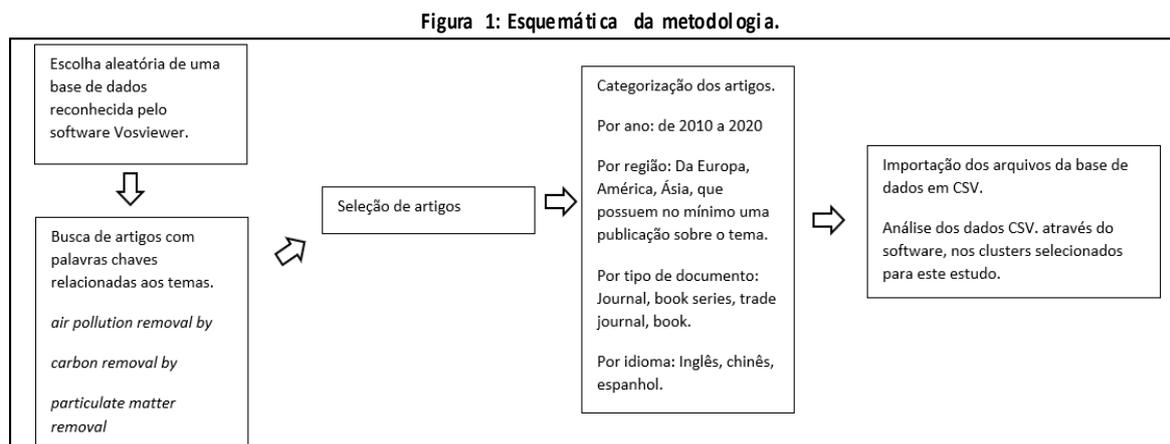
O material particulado levado pelo ar é prejudicial aos seres humanos e as árvores podem remover as partículas da atmosfera, melhorando a qualidade de vida humana (Xu et al 2018).

2. OBJETIVO

Apesar da literatura científica expor sobre formas de diminuir as emissões ou retirar excesso de carbono e material particulado da atmosfera, pode-se afirmar que estas ainda são recentes. Dessa forma, o presente artigo busca contribuir com um panorama sobre tais pesquisas, a partir de um levantamento bibliográfico, com bases científicas, para apontar quais estratégias estão sendo utilizadas para minimizar os problemas relacionados às mudanças climáticas. Para tanto, realizou-se uma investigação sobre os países e autores com pesquisas mais relevantes, realizadas ao redor do mundo sobre carbono e material particulado.

3. METODOLOGIA

Para a revisão sistemática do estado da arte, sobre emissão e controle de carbono e material particulado foram realizados três tipos de análises envolvendo países, palavras-chaves, autores e coautores com base nos seguintes critérios:



Fonte: PRÓPRIO AUTOR, 2020.

Conforme esquematizado (Figura 1), a primeira etapa do trabalho consistiu na escolha de uma base de dados compatível com o software bibliométrico VOSViewer versão 1.6.15, assim, foi definida de forma aleatória a base Scopus (Elsevier).

O VOSViewer “*Visualization of Similarities Viewer*” é um software, desenvolvido pelos pesquisadores holandeses Nees Jan Van Eck e Ludo Waltman. De fácil utilização permite análises de dados bibliométricos de coautoria, palavras-chaves, co-citação dentre outras.

O software cria uma matriz de similaridade na amostra e gera um mapa de dados baseados em seus algoritmos, onde cada similaridade extraída da amostra passa a fazer parte de um “cluster” (grupo) que, também, é identificado por cores.

O software mostra a distância entre os nós (círculos) apresentados na rede alvo da análise, quanto mais distante um nó do outro menos intensidade de relação existe entre eles, quanto mais próximo mais relação e quanto maior a espessura da linha que conecta os círculos (“links”) mais intensa é esta relação. (van Eck & Waltman, 2014).

Na sequência, realizou-se uma busca sistemática na base Scopus de artigos que continham, no corpo do texto, os termos “air pollution removal by”, “carbon removal by”, “particulate matter removal”. Aplicaram-se os filtros de seleção disponíveis na base Scopus para categorizar os artigos por ano, por região, por tipo de documento e por idioma. A pesquisa sem filtros resultou em aproximados 2.200 documentos e após a aplicação deles foram obtidos 102 documentos.

Dentre os 102 documentos achados, somente alguns seguintes países possuíam pelo menos 01 (um) documento publicado entre os anos de 2010 e 2020, são eles: EUA, China, Brasil, França, Reino Unido, Bélgica, Canadá, Colômbia, Hungria, Itália, México, Espanha, Japão, Coreia do sul, Austrália, Iran, Taiwan, Polônia, Singapura, Luxemburgo, Alemanha, Bermudas e Holanda, os quais se tornaram o foco da análise.

Também, foram selecionados apenas documentos publicados em inglês, chinês e espanhol nas categorias: “Journal, book series, trade journal e book”.

Subsequentemente, os 102 documentos encontrados com estas características foram exportados no formato CSV.excel com as seguintes informações: “citation information”, “bibliographical information”, “abstract & Keywords”, “include references”.

Com esta base pode-se indicar:

(I) Os países que possuem mais publicações, os países que possuem média de publicações recentes entre os anos de 2015 e 2020 e suas redes de conexão.

(II) Os autores com mais publicações e citações, a média de publicações recentes entre os anos de 2012 e 2018 e suas redes de conexão.

(III) A co-ocorrência das palavras chaves mais usadas nos 102 artigos, quais foram mais usadas entre os anos 2016 e 2018 e suas redes de conexão.

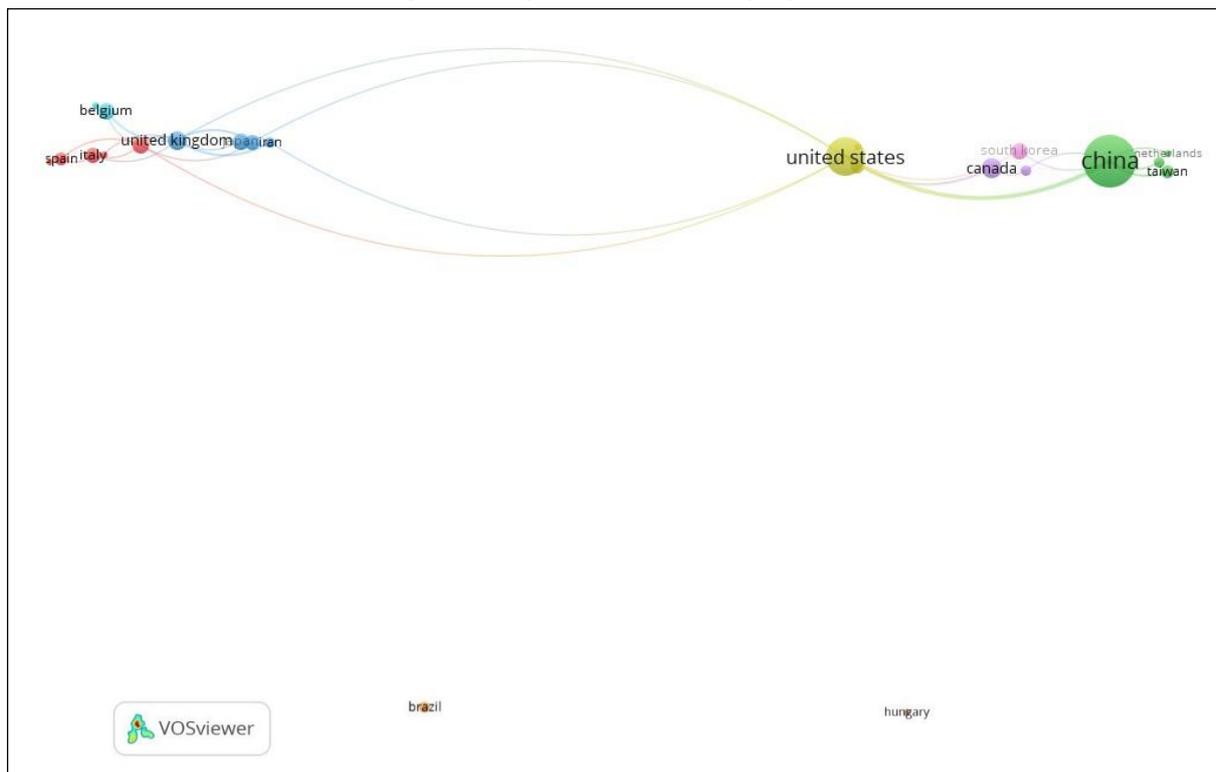
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 COAUTORIA POR PAÍSES

Esta análise permite uma compreensão sobre as conexões entre os países nesse âmbito de pesquisa. Além disso, também, indica-se quais são os países que estão na fronteira de conhecimento com mais publicações (van Eck & Waltman, 2014).

Na figura 02, pode se verificar como as redes de coautoria por países se relacionam. O tamanho da circunferência está diretamente relacionado à quantidade de artigos publicados. As cores representam grupos - “clusters” -, os quais indicam como as pesquisas se apoiam entre si. Isto é, a distância entre os círculos representa proximidade ou afastamento, em relação as linhas de pesquisas entre os países. Em destaque EUA e China com mais publicações e Brasil e Hungria com menos publicações e nenhuma relação com os demais países da amostra.

Figura 02: Mapa redes de coautoria por países.



Fonte: PRÓPRIO AUTOR, COM BASE DE DADOS SCOPUS E TRATADO NO SOFTWARE VOSVIEWER, 2020.

Os dados da figura 02 mostram no que diz respeito aos países, a China possui o maior número de publicações, porém os EUA tem sido o país mais citado como visto na tabela 01, estando entre união europeia e o oriente, mas com maior proximidade com os países orientais, também podemos observar que o Brasil e a Hungria estão isolados em suas pesquisas sem conexões de rede.

Os EUA e o oriente sobretudo a China com uma certa proximidade na linha de raciocínio com intuito de remoção de poluentes já emitidos na atmosfera.

As folhagens das plantas possuem a capacidade de retirar toneladas, por ano, de carbono da atmosfera (Nowak et al. EUA 2018). Os filtros de ar de celulose nano-fibrosos são eficientes para remoção de material particulado para limpeza do ar atmosférico, podem ser lavados e reutilizados (Zhang, et al. China 2020). Diferentes espécies de plantas removem diferentes tipos de contaminantes do ar (Jeongeun Ryu, et al. Coreia S. 2018).

Porém, os chineses em sua maioria buscam alternativas tecnológicas e os EUA em uma perspectiva de usar a própria natureza em favor da melhora da qualidade do ar. Embora, isso não signifique que não existam pesquisadores chineses explorando alternativas passivas de redução de poluentes do ar, mas sim que há pesquisas nos dois aspectos dentro da amostra.

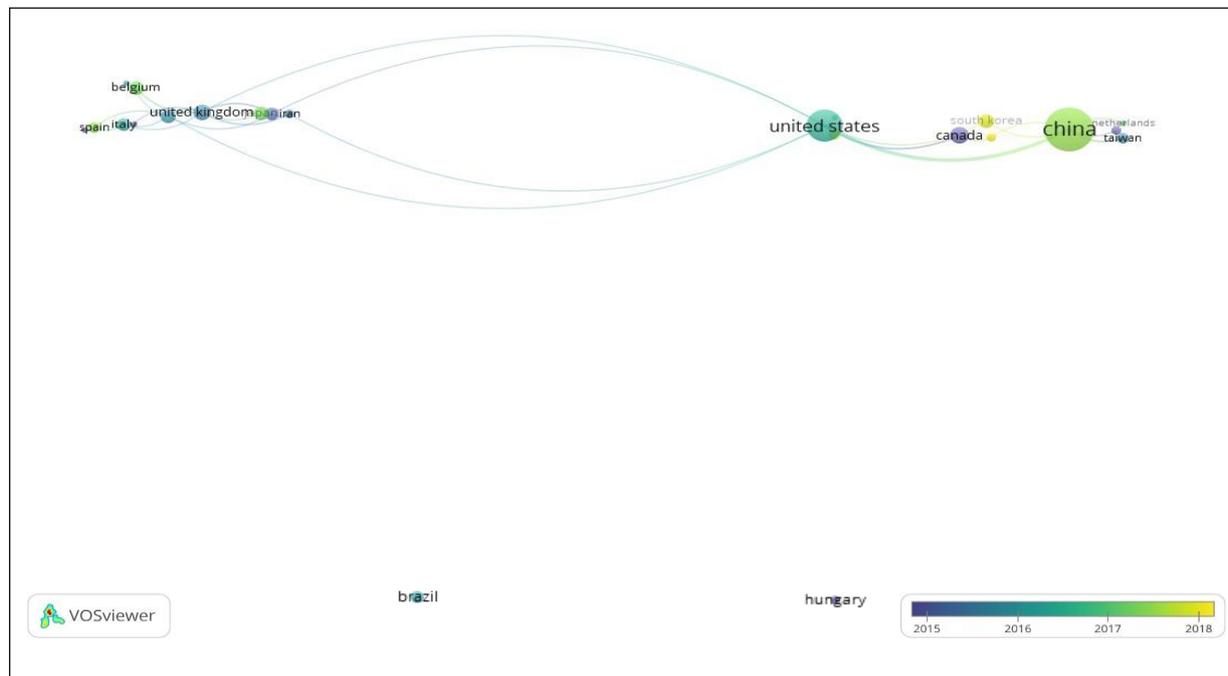
A biomassa advinda dos bagaços de cana pode ser queimada e transformada em energia, essa biomassa contém menos carbono que os combustíveis fósseis (Fajardy M. et al. Holanda 2020). O aumento da temperatura viabiliza concentrações de poluentes nas cidades, inibindo a ação dos ventos na dispersão (Oliveira S.T. Brasil 2013).

Nessa perspectiva observa-se um certo afastamento do pensamento Sino-Americano, onde, de um lado busca-se a queima de combustíveis menos poluentes como uma solução e do outro apenas uma percepção que o aumento de temperatura inibi a ação dos ventos na dispersão de poluentes.

Na Figura 3, ilustra-se, dentre as redes de coautoria, quais são os países com publicações mais

recentes. O amarelo representa as publicações atuais. Na sequência cronológica, a cor verde e por último a cor azul, representando países com publicações mais antigas dentro da amostra. Os resultados apontam o ano médio de publicação e não o ano exato.

Figura 03: Mapa redes de coautoria por países por ano.



Fonte: PRÓPRIO AUTOR COM BASE DE DADOS SCOPUS E TRATADO NO SOFTWARE VOSVIEWER, 2020.

Os estudos abaixo mostram algumas características das pesquisas realizadas ao longo do tempo retratando uma parte do mapa da figura 03, onde pesquisadores no Reino Unido, Brasil, China, EUA e Coréia do Sul, apresentam a escala temporal de alguns estudos, novamente é perceptível a falta de redes de conexão do Brasil em relação aos demais países.

No ano de 2009, já haviam publicações no Reino Unido que existem relações entre a quantidade de poluentes do ar retirados pelas árvores e a diminuição nos óbitos por doenças respiratórias (Tiwary et al. 2009). Em 2014, no Brasil foi observado que os ventos contribuem para a dispersão de poluentes, porém as altas temperaturas podem influenciar nas ações dos ventos e, conseqüentemente, concentrar poluentes nas regiões mais quentes (Oliveira S.T. 2013).

A qualidade do ar é afetada pelas plantas, elas fazem deposição e dispersão de poluentes e poeira (Yeng Lin et al 2014). Um outro estudo oriental, afirma que 17 espécies de árvores encontradas em Beijim podem retirar e acumular material particulado em suas folhas (Xu et al. 2018). Além da retirada de poluentes da atmosfera melhorando a qualidade do ar, é possível quantificar monetariamente o valor de toneladas de carbono retiradas pelas árvores (Nowak et al. EUA 2018). As Ulvas também conhecidas como “*Alface do mar*” encontradas em todos os oceanos, podem retirar toneladas por ano de nitrogênio, fósforo e carbono, além de contribuírem para melhora da qualidade do ar em regiões litorâneas, além disso, são comestíveis (Kim et al Korea S. 2018).

Na tabela 01, indica-se a quantidade de documentos publicados por países na coluna “*Documents*”, a quantidade de citações que os documentos dos respectivos países foram citados na coluna “*Citations*”, e a força de ligação ou vínculos que o documento possui dentro da amostra representado na coluna “*total link strength*”.

Considerando a premissa de pelo menos 01 documento por país e no mínimo 05 citações por país. Destaque para a China com o maior número de publicações com 48 documentos e, em seguida,

os EUA com maior número de citações com 797.

Tabela 01: Documentos e citações.



Selected	Country	Documents	Citations	Total link strength
<input checked="" type="checkbox"/>	united states	26	797	20
<input checked="" type="checkbox"/>	china	48	585	17
<input checked="" type="checkbox"/>	united kingdom	6	82	11
<input checked="" type="checkbox"/>	australia	4	32	7
<input checked="" type="checkbox"/>	france	5	174	7
<input checked="" type="checkbox"/>	iran	2	26	6
<input checked="" type="checkbox"/>	belgium	5	79	4
<input checked="" type="checkbox"/>	canada	7	164	4
<input checked="" type="checkbox"/>	italy	4	71	4
<input checked="" type="checkbox"/>	japan	5	26	3
<input checked="" type="checkbox"/>	spain	3	6	3
<input checked="" type="checkbox"/>	taiwan	3	79	3
<input checked="" type="checkbox"/>	colombia	3	41	2
<input checked="" type="checkbox"/>	hong kong	2	22	2
<input checked="" type="checkbox"/>	poland	1	41	2
<input checked="" type="checkbox"/>	singapore	2	10	2
<input checked="" type="checkbox"/>	south korea	5	12	2
<input checked="" type="checkbox"/>	bermuda	1	11	1
<input checked="" type="checkbox"/>	germany	1	5	1
<input checked="" type="checkbox"/>	luxembourg	1	17	1
<input checked="" type="checkbox"/>	netherlands	1	36	1
<input checked="" type="checkbox"/>	brazil	2	30	0
<input checked="" type="checkbox"/>	hungary	1	17	0

Fonte: PRÓPRIO AUTOR COM BASE DE DADOS SCOPUS E TRATADO NO SOFTWARE VOSVIEWER, 2020.

Mesmo a china sendo o país nesta amostra com maior volume de publicações, é observado de forma geral um interesse entre os pesquisadores, incluindo alguns chineses, em explorar formas passivas de melhorias na qualidade do ar que vai ao encontro do pensamento americano, identificado nesta amostra, o que coloca os documentos publicados pelos EUA em observância por diferentes pesquisadores de diferentes países.

No estudo europeu sobre Barreiras de plantas como método passivo para melhoria da qualidade do ar e estudos americanos sobre retirada de carbono pelas folhas das árvores, acabam indo ao encontro desta ideia criando vieses. (E. Podhajska et al. 2020). O interesse dos coreanos e chineses sobre o cultivo de alfaces do mar como estratégia de sequestrar carbono e outros poluentes, também, é uma solução que pode ser vista como passiva (Kim et al 2018).

As plantações de cana de açúcar no Brasil, também, contribuem para a retirada de carbono da atmosfera (Fajardy M. et al. Holanda 2020). Nesse aspecto o estudo holandês cria um viés com as estratégias de retirada de carbono e contaminantes por plantas.

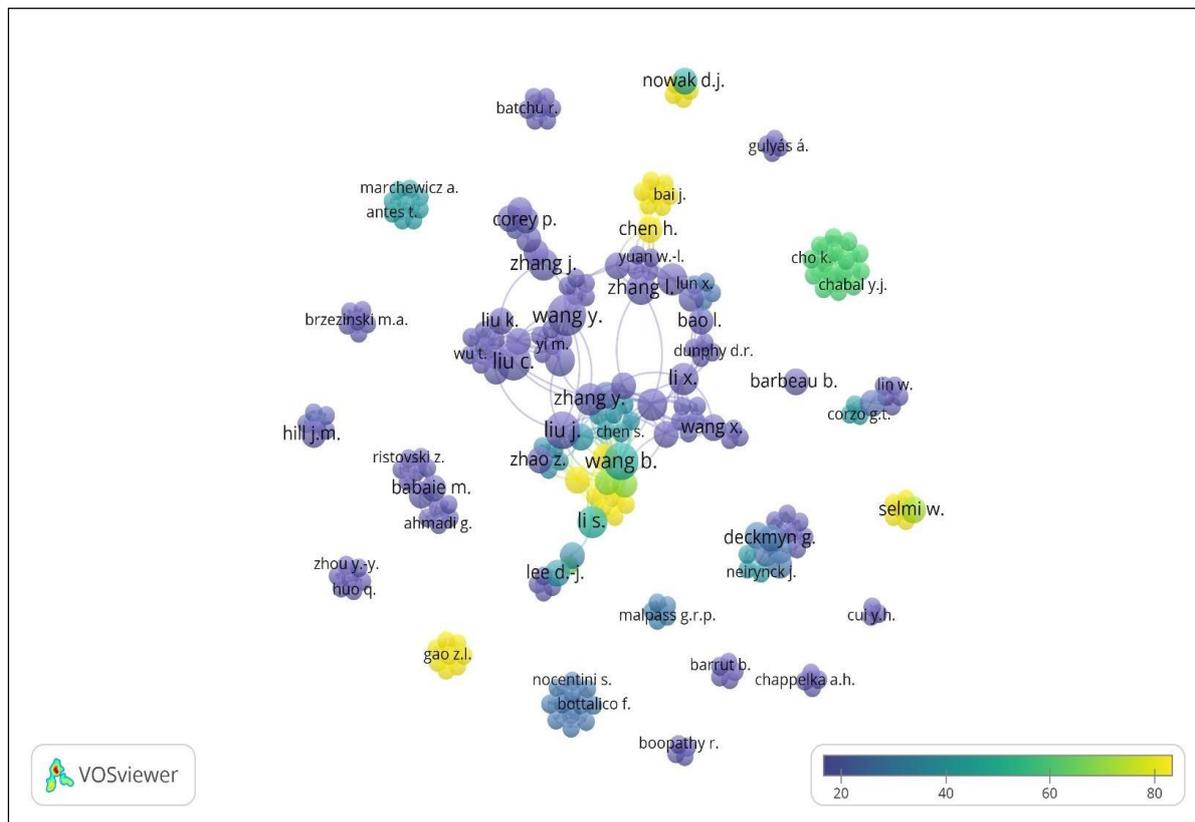
4.2 ANÁLISE DE AUTORES E COAUTORES.

Na Figura 04, indicam-se os autores e coautores mais citados dentro da amostra, considerando um número mínimo de 10 citações por pessoa e as principais redes de conexão entre

eles.

As linhas representam a conexão entre a rede de autores/coautores. Foram identificados 28 “clusters” representados por cores. As cores representam os autores mais citados; amarelo autores e coautores com mais citações - em média 80 citações na amostra, em seguida, a cor verde em média 40 e 60 citações e por último, a cor azul que indica os autores menos citados, com média de 20 citações. Neste caso o tamanho dos círculos não está relacionando qualquer informação.

Figura 04: Redes de autores e coautores mais citados



Fonte: PRÓPRIO AUTOR COM BASE DE DADOS SCOPUS E TRATADO NO SOFTWARE VOSVIEWER, 2020.

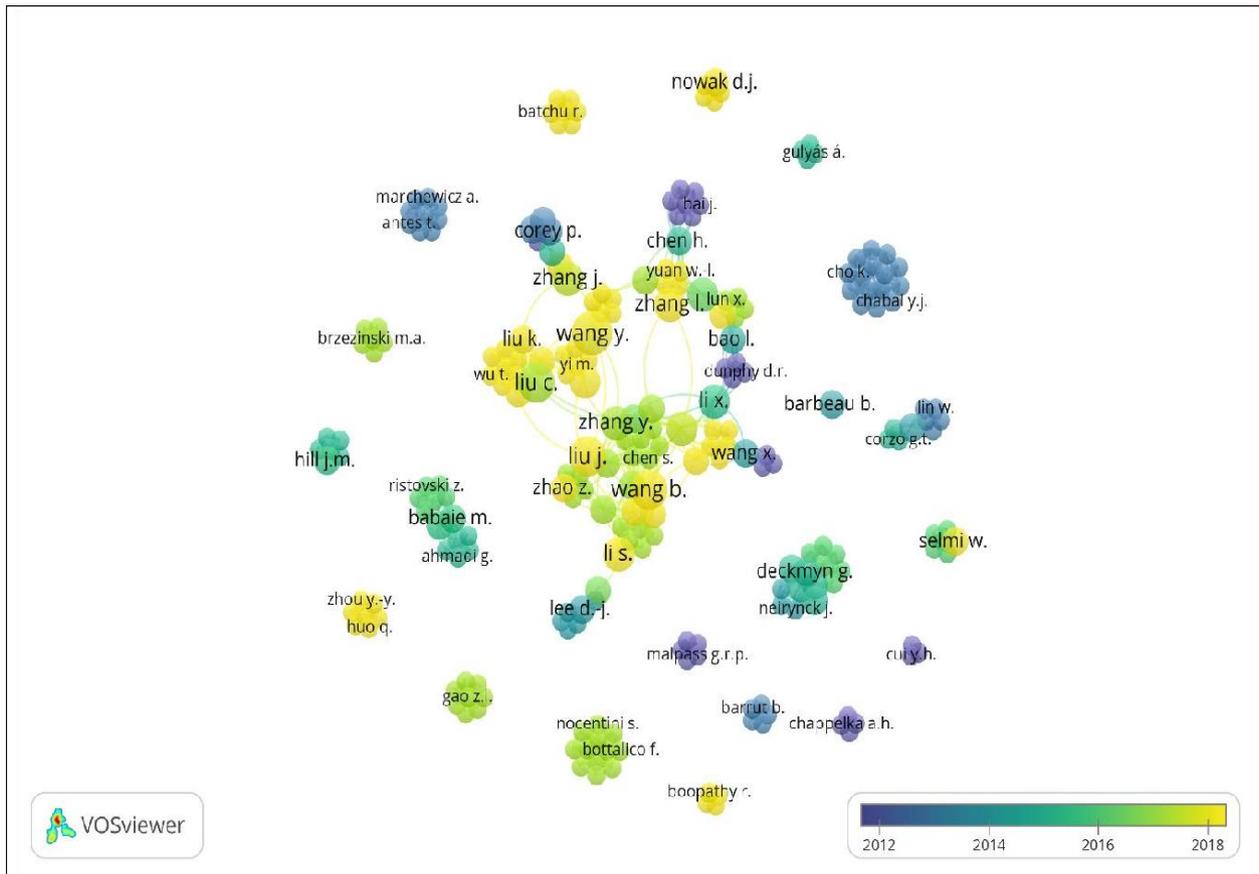
É possível observar na figura 04 que os autores Nowak d.j. Gao Z.L. e Selmi W. são muito citados, mas em seus “Clusters” e não possuem muitas redes de conexão como o oriente, por exemplo, no estudo europeu sobre Barreiras de plantas como método passivo para melhoria da qualidade do ar, os estudos americanos são citados 08 vezes. (E. Podhajska et al. 2020).

Os estudos mais citados no oriente e com mais redes de conexão em destaque na China são do pesquisador Chen H. em uma linha de pesquisa voltada para nano-estruturas, com capacidade de remoção de carbono (Chen H. et al. 2020) e pesquisas sobre materiais metálicos para revestimento com capacidade de captura de carbono (Zhao Z. et al. 2017).

Na figura 05 apresentam-se autores e coautores com pesquisas mais recentes pelo ano médio de publicação.

Os autores e coautores representados pela cor amarela possuem trabalhos mais recentes, em média no ano de 2018, após os representados pela cor verde citados em média entre os anos de 2014 e 2016 e na cor azul autores com artigos menos recentes publicados, em média, no ano de 2012.

Figura 05: Redes de autores e coautores com pesquisas mais recentes



Fonte: PRÓPRIO AUTOR COM BASE DE DADOS SCOPUS E TRATADO NO SOFTWARE VOSVIEWER, 2020.

Dentre os autores e coautores mais citados em média entre 2016 e 2018, em amarelo temos as pesquisas voltadas para retirada passiva de carbono e valoração ambiental através de plantas, e neste “cluster” seguindo este viés estão os autores e co-autores Nowak D. J., Tiwary, Arroyave Maya, Mc. Govern, Pasher J. Entre os autores e coautores, nos “clusters” orientais com viés mais voltados para soluções tecnológicas temos mais citações entre 2016 e 2018, sendo, os seguintes autores: Wang B., Zhang, Wang Y, Zhao Z. em solução tecnológica no oriente, porém em pesquisa mais isolada Zhou Y. com pesquisas sobre materiais metálicos e orgânicos para revestimento com capacidade de captura de carbono.

CO-OCORRÊNCIA DE PALAVRAS CHAVES.

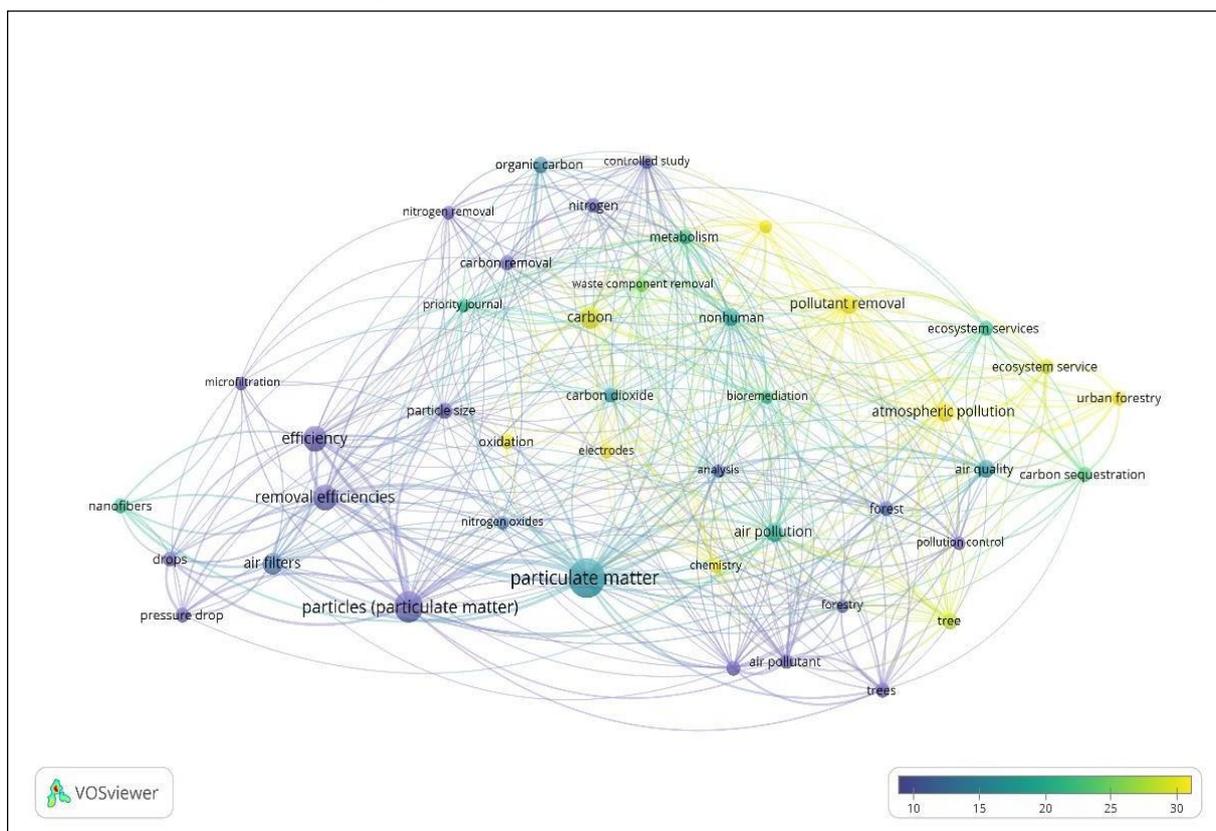
A co-ocorrência de palavras chaves se dá pela ocorrência conjunta da palavra em um grupo de artigos advindos de uma base de dados (van Eck & Waltman, 2014).

Na figura 06 apresenta-se a ocorrência das palavras chaves que mais se repetiram na amostra. Foram identificados apenas 04 “clusters”, isto é, palavras que se repetem por pelo menos 05 vezes excluindo desta contagem a palavra “article”.

O tamanho da circunferência representa o quanto a palavra se relaciona com outras, com forte relação entre os círculos, quando eles estão mais próximos.

O amarelo representa as palavras mais usadas, em média 30 vezes, a cor verde com palavras usadas em média de 20 a 25 vezes e na cor azul, palavras com menos ocorrências, em média 10 vezes.

Figura 06: Redes de ocorrência de palavras chaves.



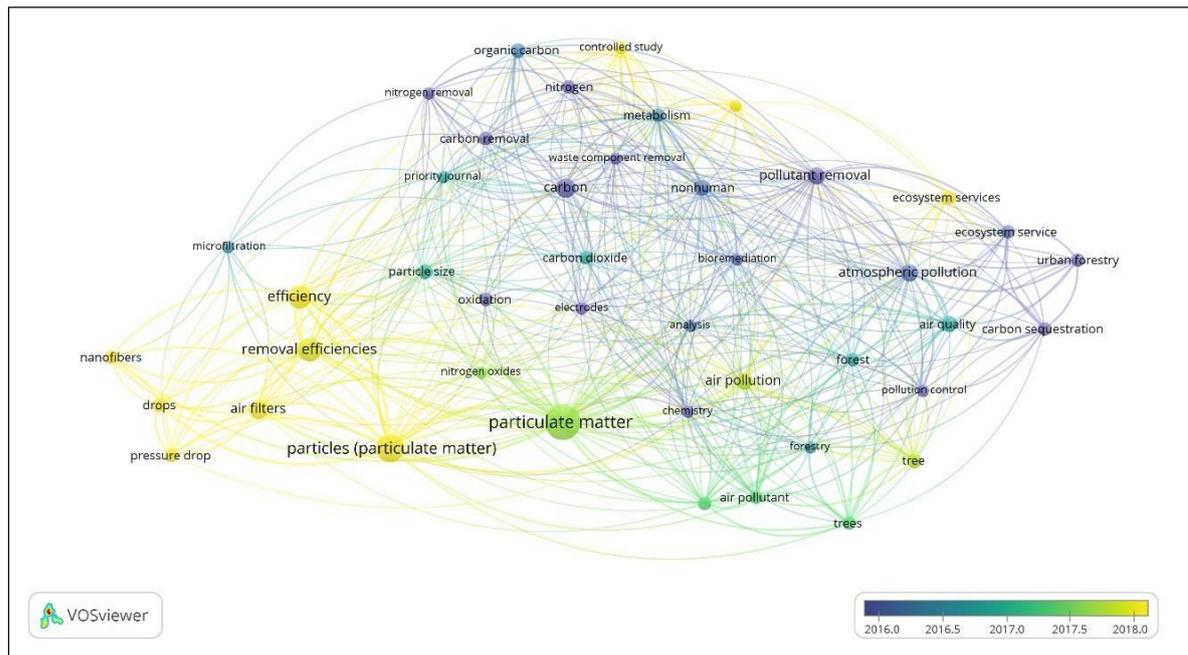
Fonte: PRÓPRIO AUTOR COM BASE DE DADOS SCOPUS E TRATADO NO SOFTWARE VOSVIEWER, 2020.

O mapa da figura 06 apresenta que algumas palavras como “*particulate matter e particle (particulate matter)*” se relacionam muito, apesar de palavras como poluição atmosférica, florestas urbanas, carbono, entre outras terem sido mais usadas na amostra.

A figura 07 mostra a ocorrência das palavras chaves que mais se repetiram na média dos anos. O tamanho da circunferência representa o quanto a palavra se relaciona com outras e a menor distância entre os círculos indica a mais forte relação entre eles.

O amarelo representa as palavras mais usadas no ano de 2018, a cor verde as usadas em 2017 e azul as usadas em 2016.

Figura 07: Redes de ocorrência de palavras chaves por média de ano.



Fonte: PRÓPRIO AUTOR COM BASE DE DADOS SCOPUS E TRATADO NO SOFTWARE VOSVIEWER, 2020.

A figura 07 apresenta que a palavra “Partícula de material particulado” foi mais usada, em média no ano de 2018 e que, também, é um tipo de palavra que se relaciona muito com diversos temas da amostra.

5. CONCLUSÃO

Após as referidas análises, concluímos que em sua maioria o oriente liderado pela China possui 03 linhas de pesquisa: 01 remoção passiva através de plantas a exemplo dos alfaces marinhos, mas com pouca influência; 02 remoção através de tecnologias tipo filtros lavadores e Nano tecnológicos; 03 tecnológica com materiais metálicos para revestimento com condição de capturar carbono.

O ocidente, de maneira geral, liderado pelas pesquisas americanas, encaminham por soluções passivas através de remoção de poluentes com diversos tipos de plantas e buscam identificar valor para as toneladas de carbono removidas pelas plantas.

As análises de palavras chaves indicam que, apesar de existirem várias correntes de pesquisas e que muitas vezes não estão conectadas por redes, os autores e coautores em geral tem usado palavras que se relacionam entre si e possuem fortes redes de conexão.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiro a Deus por ter me dado forças para seguir. Sou grato a minha esposa e família pelo apoio ajuda e paciência. Deixo um agradecimento para minha orientadora, que muito se esforça para nos indicar os caminhos acadêmicos de um “*stricto sensu*”.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrew Sudmant et al. (2018). **Producer cities and consumer cities: Using production- and consumption-based carbon accounts to guide climate action in China, the UK, and the US.** Disponível em < <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652617330986>>. Acesso em 05 setembro 2020.
- Arroyave-Maya. et al (2018). **Remoción de contaminantes atmosféricos por el bosque urbano en el Valle de Aburrá.** Artigo científico publicado por United States Departamento of agriculture < <https://www.fs.usda.gov/treesearch/pubs/57589>>. Acesso em 20 setembro 2020
- CDP, **Carbon Disclosure Project.** Disponível em: <https://b8f65cb373b1b7b15feb-c70d8ead6ced550b4d987d7c03fcdd1d.ssl.cf3.rackcdn.com/cms/reports/documents/000/002/327/original/Carbon-Majors-Report-2017.pdf?1499866813/>>. Acesso em 17 de outubro de 2020.
- Chen, et al. (2020). **Promotion of water-mediated carbon removal by nanostructured barium oxide/nickel interfaces in solid oxide fuel cells** Disponível em < <https://www.nature.com/articles/ncomms1359?page=8>>. Acesso em 17 setembro 2020.
- E. Podhajska et al. (2020). **Structural and parametric aspects of plant barriers as a passive.**
- IPCC, **Painel intergovernamental sobre mudanças climáticas.** Disponível em: <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/07/SPM-Portuguese-version.pdf/>>. Acesso em 12 de outubro de 2020. 11-14 p.
- Jeongeun Ryu et al., H.N.P. (2018) **Removal of fine particulate matter (PM2.5) via atmospheric humidity caused by evapotranspiration.** Art. scielo. Disponível em <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0269749118309667?via%3Dihub>>. Acesso em 30 agosto 2020.
- Kim, et al. (2018). **Bioremediation and nutrient migration during blooms of Ulva in the Yellow Sea, China.** Disponível em < https://www.researchgate.net/publication/323077746_Bioremediation_and_nutrient_migration_during_blooms_of_Ulva_in_the_Yellow_Sea_China>. Acesso em 07 outubro 2020.
- Mathilde Fajardy, et al (2020). **Recognizing the Value of Collaboration in Delivering Carbon Dioxide Removal.** Art. Disponível em <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590332220303584>>. Acesso em 09 outubro 2020.
- Mc. Govern, Pasher J. et al. **Air pollution removal by urban forests in Canada and its effect on air quality and human health.** Artigo científico publicado pela revista Elsevier Disponível em < <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1618866717302182>>. Acesso em 20 setembro 2020.
- method for improving urban air quality.** Disponível em < <https://doi.org/10.1016/j.cacint.2020.100048>>. Acesso em 17 setembro 2020.
- Nowak et. al (2018). **Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States.** Artigo científico publicado pela revista Elsevier Disponível em < <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1618866706000173>>. Acesso em 20 setembro 2020.
- OLIVEIRA, S.T. (2013). **Poluição atmosférica advinda de queimadas de cana-de-açúcar para a região metropolitana de São Paulo.** Art. ed. ANAP. Disponível em < https://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/forum_ambiental/issue/view/87>. Acesso em 08 outubro 2020.
- ONU CPO25, **ONU News.** Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2019/12/1697531/>>. Acesso em 12 de outubro de 2020.
- SCOPUS, **Periódicos CAPES.** Disponível em: <https://www-scopus-com.ez345.periodicos.capes.gov.br/search/form.uri?display=basic>>. Acesso em 12 de outubro de 2020.
- SOUZA OLIVEIRA, et al. (2014). **A sazonalidade da qualidade do ar no estado de São Paulo.** Art. ed. ANAP. Disponível em <http://amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/forum_ambiental/article/view/464>. Acesso em 09 outubro 2020.
- Tiwary et. al (2009). **An integrated tool to assess the role of new planting in PM10 capture and the human health**

benefits: A case study in London. Art. Elsevier Disponível em <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0269749109002255>>. Acesso em 18 setembro 2020.

Van Eck, N.J., & Waltman, L. (2014). **Visualizing bibliometric networks.** In Y. Ding, R. Rousseau, & D. Wolfram (Eds.), *Measuring scholarly impact: Methods and practice Springer* 285–320 p.

Wang B et al. (2018). **Carbon dioxide emissions from cascade hydropower reservoirs along the Wujiang River, China.** Art. Disponível em <<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/20442041.2018.1442040>>. Acesso em 16 outubro 2020.

Wang Y et al. (2018). **Global soil organic carbon removal by water erosion under climate change and land use change during, China.** Art. Disponível em <<https://bg.copernicus.org/articles/15/4459/2018/>>. Acesso em 16 outubro 2020.

Xu, et al. (2018). **Quantifying particulate matter accumulated on leaves by 17 species of urban trees in Beijing, China.** Disponível em <https://www.researchgate.net/publication/323300895_Quantifying_particulate_matter_accumulated_on_leaves_by_17_species_of_urban_trees_in_Beijing_China/link/5a900a2045851535bcd47337/download>. Acesso em 16 outubro 2020.

Yeng, Lin, et al. (2014). **Vegetation collection efficiency of ultrafine particles from single fiber to porous media.** Art. Disponível em <<http://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/2013JD020917>>. Acesso em 16 outubro 2020.

Zhang, et al. (2020). **A Novel Method for Fabricating an Electrospun Poly (Vinyl Alcohol)/Cellulose Nanocrystals Composite Nanofibrous Filter with Low Air Resistance for High-Efficiency Filtration of Particulate Matter.** Disponível em <<https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acssuschemeng.9b00605>>. Acesso em 15 outubro 2020.

Zhao, et al. (2017). **Membrane separation technology in carbon capture.** Disponível em <https://www.researchgate.net/publication/314286570_Membrane_Separation_Technology_in_Carbon_Capture>. Acesso em 17 outubro 2020.

Zhou Y, et al. (2017). **CO₂ Capture in Metal–Organic Framework Adsorbents: An Engineering Perspective.** Disponível em <<https://doi.org/10.1002/adsu.201800080>>. Acesso em 16 outubro 2020.