

ARRANJOS TECNOLÓGICOS DE CARBONO NEGATIVO: Um inventário Atualizado

MARIA HELENA SOUZA SOARES

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL - UFMS/CPAQ

ISADORA DE FIGUEIREDO BATISTA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL - UFMS/CPAQ

SUELLYN JULIEN SALIN LOVERA

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL - UFMS/CPNA

JOSÉ CARLOS DE JESUS LOPES

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL

Introdução

Desastres climáticos como derretimento polar, aumento do nível do mar, secas, enchentes e tempestades afetaram várias áreas ao redor do mundo, incluindo a degradação do solo e impactos no setor agrícola. Ao reconhecerem que mitigar as mudanças climáticas é essencial, pesquisadores e organizações, que participam de conferências, apontam soluções sociotécnicas para reduzir as emissões de CO₂ e seus efeitos adversos em todo o planeta. Políticas públicas equitativas são fundamentais para maximizar a mitigação de GEE.

Problema de Pesquisa e Objetivo

Dado ao caráter recente das configurações sociotécnicas voltadas aos arranjos tecnológicos do chamado carbono negativo, surge a importância de examinar a literatura científica atual sobre as abordagens e abrangências conceituais desses recentes arranjos tecnológicos, em âmbito nacional e internacional. Neste sentido, o objetivo geral deste estudo foi fazer um inventário da produção científica qualificada, referente aos arranjos sociotécnicos do carbono negativo. Para tanto, será efetuado uma análise abrangente do panorama das pesquisas científicas e acadêmicas relacionadas a essa temática.

Fundamentação Teórica

A fundamentação teórica buscou abordar sobre mudanças climáticas e mitigação desse viés. As mudanças climáticas trazem questões como o aumento da temperatura e desastres que afetam o ecossistema e de maneira direta, todos os seres vivos presente no planeta. Dessa forma, torna-se importante a mitigação desses feitos. O aumento da emissão de GEE e o consequente aquecimento global do planeta vêm acarretando a busca por estratégias que visem à redução das fontes desses gases.

Metodologia

A metodologia buscou utilizar o periódico CAPES para aprimorar a pesquisa, buscando nas bases Scopus, Web of Science e Science Direct, que foram selecionadas por terem um alto nível de significância em pesquisa acadêmica. Foram selecionados artigos dos últimos 10 anos e filtros como o idioma, área de pesquisa e formato do documento. Este estudo tem como objetivo de ser uma pesquisa exploratória e descritiva ao explorar o inventário de publicações depositadas em bases de dados em plataformas digitais, acerca dos arranjos tecnológicos do carbono negativo, carbono neutro e carbono zero.

Análise dos Resultados

Quadros feitos a partir dos resultados da pesquisa, levantou dados a cerca dos artigos publicados nos últimos 10 anos, autores que contribuíram para a temática, número de citações e classificação em revistas. O aumento gradual nas publicações é relevante para ampliar a compreensão das proposições sociotécnicas relacionadas ao carbono negativo e seus impactos positivos em várias áreas.

Conclusão

Ao longo desse corpo textual, à luz dos procedimentos metodológicos aplicados, foi possível compreender que os arranjos sociotécnicos que envolvem a obtenção do carbono neutro, do carbono zero ou até mesmo do carbono negativo se diferenciam, embora tais propostas se complementam ao alcance das mitigações das mudanças climáticas. Diante dos resultados obtidos, há de se considerar que esses arranjos sociotécnicos potencializam as práticas produtivas alternativas, ao redor do mundo, ao reduzir, até mesmo, neutralizar as excessivas emissões dos GEE, na atmosfera terrestre.

Referências Bibliográficas

JESUS-LOPES, José Carlos de; MACIEL, Wilson Ravelli Eliseu; CASAGRANDA, Yasmim Gomes. Check-List dos elementos constituintes dos delineamentos das pesquisas científicas. Revista Desafio Online, v. 10, n. 1, p. 1-13, jan./abr. 2022. INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). About the IPCC. 2022. The Intergovernmental Panel on Climate Change is the United Nations body for assessing the science related to climate change. _____. Climate change 2001: The scientific basis. Cambridge, Cambridge University, 2001.

Palavras Chave

Sustentabilidade, Sequestro de Carbono, Mudanças Climáticas

Agradecimento a órgão de fomento

Os autores agradecem os apoios recebidos da Fundação de Apoio ao Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (FUNDECT), bem como da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ligada ao Ministério da Educação (MEC), combinando com o apoio estrutural e científico da Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS).

ARRANJOS TECNOLÓGICOS DE CARBONO NEGATIVO: Um inventário atualizado

INTRODUÇÃO

O aquecimento global e as mudanças climáticas têm sido foco de estudos importantes devido às suas consequências socioambientais e às emissões de gases de efeito estufa (GEE). Desastres climáticos como derretimento polar, aumento do nível do mar, secas, enchentes e tempestades afetaram várias áreas ao redor do mundo, incluindo a degradação do solo e impactos no setor agrícola.

Ao reconhecerem que mitigar as mudanças climáticas é essencial, pesquisadores e organizações, que participam de conferências, apontam soluções sociotécnicas para reduzir as emissões de CO₂ e seus efeitos adversos em todo o planeta. Políticas públicas equitativas são fundamentais para maximizar a mitigação de GEE.

O IPCC (2022) corrobora que o aumento gradual das temperaturas atmosféricas, devido à atividade humana, resulta em aquecimento global. Consequentemente, as transformações climáticas, em longo prazo, são denominadas mudanças climáticas. De acordo com essa abordagem, é notório que as ações humanas têm modificado a composição da atmosfera terrestre (ONU, 2022), sendo, portanto, categorizadas como forças antropocêntricas que influenciam a mudança climática global (UNEP, 2020).

O Acordo de Paris, assinado em 2015, por 196 países, assume papel crucial nas ações climáticas globais. Compromete-se a limitar o aumento da temperatura a 1,5°C até 2023 (ONU, 2023). Através deste acordo, os líderes nacionais concordaram em implementar incentivos para que cadeias produtivas, com potencial de emissão excessiva de GEE, adotem arranjos tecnológicos mais limpos.

De forma complementar, tais empreendimentos globais e locais precisam ser apoiados por políticas públicas, que estimulam investimentos em gestões empresariais e públicas voltadas para a redução de carbono em excesso. Contudo, as nações parceiras ao Acordo de Paris, frequentemente, confrontam limitações ao abordar os obstáculos delineados pelas Metas dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) estabelecidas pela ONU, em 2015 (ONU, 2022).

De qualquer forma, a literatura nacional e internacional já possui publicações decorrentes de investigações científicas conduzidas no Brasil e em todo o mundo, focadas em arranjos tecnológicos destinados a mitigar as mudanças climáticas, atendendo assim às premissas do citado acordo. Essas publicações alertam para os impactos negativos das mudanças climáticas, em especial, sobre populações vulneráveis e nações menos desenvolvidas.

Ademais, os resultados dessas pesquisas têm aplicabilidade direta nos processos decisórios no contexto empresarial e no das organizações públicas, e continuam sendo relevantes para líderes globais, empresários, agências supranacionais e formuladores de políticas públicas. Sob tais perspectivas, chama-se a atenção sobre as organizações públicas, em razão dos seus papéis de formuladores de leis e normativas, bem como consumidores dos recursos naturais.

Verifica-se na literatura, diversas nomenclaturas de arranjos tecnológicos voltadas à mitigação dos efeitos extremos advindos das mudanças climáticas, ao redor do mundo e com implantação nos territórios produtivos brasileiros, a exemplo de: sequestro de carbono; descarbonização; sumidouro de carbono; neutralização do carbono; baixo carbono; carbono neutro; carbono zero; e mais recentemente, carbono negativo.

Assim, dado ao caráter recente das configurações sociotécnicas voltadas aos arranjos tecnológicos do chamado carbono negativo, surge a importância de examinar a literatura

científica atual sobre as abordagens e abrangências conceituais desses recentes arranjos tecnológicos, em âmbito nacional e internacional.

Neste sentido, o objetivo geral deste estudo foi fazer um inventário da produção científica qualificada, referente aos arranjos sociotécnicos do carbono negativo. Para tanto, será efetuado uma análise abrangente do panorama das pesquisas científicas e acadêmicas relacionadas a essa temática. O objetivo deste estudo será alcançado, por meio de uma análise bibliométrica, que incorpora a pesquisa e a produção científica global sobre o assunto.

Justifica-se este estudo, em razão da literatura já ter publicado evidências científicas que destacam o aumento dos impactos socioambientais resultantes das mudanças climáticas, enfatizando a importância de mitigar as emissões dos GEE.

Acreditando que os resultados deste inventário serão valiosos para tomadores de decisão no setor econômico, envolvidos na implementação de estratégias de mitigação das mudanças climáticas, assim como para formuladores de políticas públicas e pesquisadores acadêmicos, este estudo apresenta primeiro a introdução. Em seguida, são exploradas as discussões teóricas sobre mudanças climáticas e sobre os arranjos tecnológicos voltados para mitigar essas mudanças.

A terceira seção detalha a metodologia empregada, seguida dos resultados e análises. As considerações finais constituem a quinta seção, finalizada pelas referências que embasam este estudo, precedidas dos agradecimentos. O corpo textual acatou as normas atualizadas da ABNT (2023).

DISCUSSÕES TEÓRICAS

Com o avanço das evidências dos efeitos extremos derivados das mudanças climáticas, torna-se viável discussões acerca do que é necessário fazer para mitigar esses efeitos. Os resultados das investigações conduzidas por Cronin *et al.* (2021) indicam que os modelos de Avaliação Integrada (IAMs) oferecem avaliações informadas acerca das mudanças no uso de tecnologias, recursos e comportamentos que podem ser necessárias para conter o aumento da temperatura global.

Comparando os trajetos para um aumento de temperatura de 1,5°C com os trajetos consistentemente modelados para um aumento de 2°C, torna-se evidente que as trajetórias de 1,5°C exigem reduções de emissões em todas as áreas, acelerando assim o desenvolvimento de fontes de energia de baixa emissão de carbono. Ainda assim, reforçam também a compreensão de que os arranjos sociotécnicos relacionados ao sequestro de carbono e diversos outros benefícios ecossistêmicos e de bem-estar dependem da preservação das florestas naturais.

O estudo conduzido por Lopes *et al.* (2021) demonstra que a expansão da cultura de soja no bioma do cerrado brasileiro resultou em diversas transformações, afetando a utilização da terra e da água, influenciando nas práticas de governança e repercutindo nos sistemas alimentares. No entanto, essa expansão também gerou graves consequências, incluindo degradação ambiental significativa e apropriação inadequada de recursos.

As pesquisas de Marengo *et al.* (2022), apontaram que o aumento das temperaturas na região de Matopiba, que engloba os estados de Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia, resultou em uma redução das chuvas e em períodos de seca mais frequentes. Essas condições adversas são atribuídas, em grande parte, ao desmatamento da vegetação, assim como às mudanças climáticas. Para Zaro (2018), para evitar o desenvolvimento inadequado em regiões produtoras de alimentos, fibras e energia, é fundamental implementar projetos e políticas públicas contínuas.

De acordo com (STAFFAS; GUSTAVSSON; MCCORMICK, 2013), uma abordagem alternativa seria promover ações direcionadas para um desenvolvimento inclusivo, envolvendo a participação em mecanismos de governança corporativa e pública alinhados com estratégias que abordem as dimensões da sustentabilidade. Esse conjunto de ações contribuiria para a melhoria da qualidade de vida, de forma equitativa, nas regiões economicamente menos favorecidas.

A adoção de uma dieta alternativa revela um considerável potencial para mitigação e diminuição do desperdício alimentar. Além disso, Lopes *et al* (2021) sugere controlar a ingestão calórica como uma medida adicional. Entretanto, no entendimento de Lopes *et al* (2021), alcançar essa transformação exige um esforço político considerável, pois é imperativo abordar também as desigualdades, incluindo a pobreza alimentar. Isso não se limita somente a promover escolhas alimentares mais conscientes, mas também envolve o reconhecimento e a resolução das disparidades socioeconômicas existentes.

No centro dessa abordagem reside a compreensão de que a efetivação das mudanças requer uma estratégia abrangente que permeia todo o setor alimentar (FAO, 2022). A implementação de políticas voltadas para uma dieta mais sustentável é crucial para estabelecer uma sociedade mais justa, saudável e ecologicamente sustentável, o que, por sua vez, contribui para a mitigação das emissões e a construção de um futuro mais resiliente.

Garvey *et al* (2021) tratam do compromisso do Reino Unido em alcançar emissões zero, até 2050, com foco na análise das emissões relacionadas à produção de alimentos. O estudo apresenta análises que visam mitigar essas emissões dentro do sistema alimentar, concluindo que há potencial para reduzir até 52% das emissões territoriais dos GEE. Para eles, para atingir esse objetivo, é necessário desenvolver políticas abrangentes e justas, a fim de maximizar o potencial de mitigação das emissões, considerando também questões como pobreza alimentar e diversas preocupações estruturais.

Alonso-Fradejas *et al.* (2021) investigaram o impacto global da competição por recursos, no âmbito da gestão climática e nas mudanças em direção ao atendimento das dimensões da sustentabilidade. Essas mudanças são impulsionadas por pioneiros, que apoiam essa busca global por recursos mais equilibrados. No geral, essas mudanças sugerem uma tendência de reestruturar a abordagem à posse de recursos durante as transições para a sustentabilidade e a regulação do clima.

Os mesmos autores ainda argumentam que essa reestruturação pode democratizar o acesso, controle e posse de recursos; mas, atualmente ela está principalmente voltada aos interesses de grandes empresas e organizações sem fins lucrativos. Essas entidades procuram melhorar sua imagem social ao minimizar os riscos relacionados ao controle de recursos locais e à exposição a riscos reputacionais e mercadológicos.

Com base nas pesquisas dos autores citados, os resultados indicam que as políticas públicas estão adquirindo importância crescente na promoção de mecanismos de governança pública. Essas mudanças ocorrem em conjunto com organizações empresariais, com o objetivo de impulsionar a transição para uma governança global do clima e tratar das dimensões da sustentabilidade, em níveis regional e local.

De forma complementar, os autores realçam a relevância da gestão dos recursos naturais e da democratização de seu acesso e controle no contexto da mudança para a sustentabilidade. A eficácia dos mecanismos de governança e a consideração dos impactos socioambientais são essenciais para assegurar uma abordagem justa e equitativa na resposta e adaptação às mudanças climáticas. A urgência de medidas amplas e imediatas para enfrentar os desafios climáticos é também enfatizada, envolvendo governos, setor privado, comunidades e indivíduos.

Mitigação das Mudanças Climáticas

O efeito estufa vem acelerando as mudanças climáticas e tem um de seus principais agentes identificados pela ciência e tecnologia. O aumento dos sintomas do aquecimento global, causados pela concentração e aumento dos GEE, coincide com a queima de combustíveis fósseis, a partir da Revolução Industrial (JACOBI; GUERRA; SULAIMAN e NEPOMUCENO, 2011).

Como consequência desse processo, tem-se as mudanças climáticas, caracterizadas pelos desastres climáticos, como derretimento das camadas polares, aumento do nível do mar, secas, enchentes, tornados, maremotos (OLIVEIRA, 2015). O conjunto complexo dessas mudanças já estão afetando as resiliências dos ecossistemas, causando a extinção de plantas e animais nos biomas (OLIVEIRA, 2015).

Discussões acerca das mudanças climáticas, advindas do aquecimento global, ganham um grande destaque na sociedade, onde as previsões realizadas pelo Painel Intergovernamental Sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2007) afirmaram que o aquecimento da temperatura global é um fato, é que há mais de 90% de chances de que o homem seja o catalisador desse aquecimento.

O aumento da concentração de GEE na atmosfera devido às atividades antrópicas elevou a temperatura média do globo em 0,6 °C no século passado (SCARPINELLA, 2002) e, atualmente, exibe a taxa de aquecimento de 0,21 °C a cada década (IPCC, 2007). Entretanto, alguns cientistas preveem aumentos da ordem de 5,8 °C para os próximos 100 anos (IPCC, 2007).

Como uma reunião de estudos globais sobre o clima, o IPCC, criado pela Organização Meteorológica Mundial – OMM e Organização das Nações Unidas para o Meio Ambiente – PNUMA, foi idealizado com o objetivo de analisar as mudanças do clima, sob uma ótica científica. O principal motivo que levou a sua criação foi uma apurada mensuração que atestou um aquecimento seguido de um rápido resfriamento, no planeta, entre as décadas de 1940 e 1960.

Assim, o IPCC foi idealizado para compreender as mudanças climáticas, bem como oferecer aos líderes das nações e aos governos locais soluções sociotécnicas para lidar com as mudanças climáticas e suas consequências; sobretudo aos países subdesenvolvidos, que têm menos condições de adaptar-se rapidamente aos cenários mais pessimistas em relação aos efeitos extremos advindos das mudanças do clima.

Desde então, as pesquisas ao redor do mundo têm evidenciadas as mudanças climáticas devido ao aumento excessivo das emissões dos GEE na atmosfera terrestre, pela sociedade contemporânea, causam modificações drásticas no regime hídrico e na elevação constante da temperatura global, influenciando diretamente a produtividade das culturas, além dos desastres já amplamente divulgados.

Nas últimas décadas, as atividades antrópicas têm provocado uma série de alterações na paisagem terrestre e, mais recentemente, na atmosfera. O aumento da emissão de GEE e o consequente aquecimento global do planeta vêm acarretando a busca por estratégias que visem à redução das fontes desses gases. Sabe-se que alguns sistemas agrícolas ou condições de manejos adotados podem potencializar ou mitigar as emissões excessivas dos GEE para a atmosfera.

Essas propostas, por sua vez, devem ser tratadas de maneira globalizada, já que todos os países contribuem para a emissão de GEE e todos deverão sofrer suas consequências, quer sejam as populações residentes em nações desenvolvidas, em desenvolvimento e sobretudo as que não alcançaram ainda um nível de desenvolvimento (Siqueira et al. 2001; Streck, 2005; Streck & Alberto, 2006).

Para Neiva et al (2023), as principais estratégias para mitigar a emissão de GEE resultantes de atividades antrópicas consistem na menor utilização de combustíveis fósseis, redução das taxas de desmatamento e de queima de material vegetal, uso inadequado do solo e, por fim, estratégias de maximização do sequestro de carbono no solo e na vegetação, pela produção mais intensiva de biomassas advindas dos recursos naturais renováveis.

Desse modo, o aumento da temperatura resultante da maior concentração desse GEE pode resultar em inúmeras injúrias às plantas, impedindo um ganho efetivo de produtividade (Siqueira et al. 2001; Streck, 2005; Streck & Alberto, 2006).

Ainda de acordo com o IPCC (2022), apesar do aumento da concentração de CO₂ ser um estimulante ao crescimento das plantações, as vantagens desse crescimento não compensam os malefícios causados globalmente pelo excesso das emissões do GEE.

Dentre os diversos setores econômicos passíveis de serem drasticamente afetados, de acordo com o IPCC (2022), tem-se que a agricultura sofrerá abalos com a mudança do regime de chuvas e modificações nos solos, com perda de produtividade, prejuízos à segurança alimentar e nutricional, causando assim possíveis migrações e conflitos pelo uso da terra.

Diante de tais cenários, a adaptação às transformações climáticas implicará em ajustes nos cronogramas de semeadura e colheita, na dosagem de fertilizantes aplicados, na frequência de irrigação, nos cuidados dispensados aos cultivos e na escolha de novas espécies animais mais adaptadas. Além disso, é previsto um aumento na ocorrência de ondas de calor à medida que as mudanças climáticas avançam. Conforme apontado pelo TRISOS *et al* (2023), tanto a frequência quanto a intensidade desses eventos tendem a aumentar. O impacto das ondas de calor mais intensas durante o verão pode ser agravado pela crescente umidade devido às precipitações mais intensas.

Arranjos tecnológicos do carbono

Para tentar resolver o problema das emissões excessivas de carbono, o Protocolo de Kyoto, que entrou em vigor em 2005, previu três mecanismos de mercado e estabelece uma ampla plataforma para o comércio de carbono. O surgimento e desenvolvimento do mercado de comércio de carbono deu origem ao surgimento e desenvolvimento da economia de baixo carbono, bem como do financiamento de baixo carbono (QIU; FENG, 2022).

A literatura aponta como emergentes as políticas públicas que institucionalizam projetos de transição para uma economia de zero carbono (DEUTCH 2020; GONÇALVES et al 2021), envolvendo a adoção de práticas sustentáveis, advindas da implantação de tecnologias mais limpas e pelo aumento do uso da biomassa derivada dos recursos naturais renováveis (NEIVA et al., 2022).

E mais recentemente, a do carbono negativo (COBO et al., 2022), definido como um arranjo sociotécnico de redução em função do cálculo das emissões totais possíveis num elo de uma cadeia produtiva específica. Os estudos voltados, em especial, os arranjos sociotécnicos relativos ao carbono negativo podem compensar positivamente aqueles elos das cadeias produtivas que encontram dificuldades ou resistências para modelos produtivos mais sustentáveis.

Para esses autores, uma forma de compensar as emissões do CO₂ é comprando créditos de carbono em mercados voluntários ou mesmo restaurando áreas degradadas por meio de medidas florestais, a exemplo do que vem sendo implantados largos projetos da indústria de base florestal (BASTOS et al., 2022). Esse mercado dá margem para o que se chama na literatura de direito a poluir, como bem enfatizou Seiffert, ainda, em 2009.

Já os projetos denominados de sumidouros de carbono buscam descrever sistemas naturais ou artificiais que absorvem mais CO₂ do que emitem. Ecossistemas como oceanos, pântanos e manguezais possuem uma alta capacidade de absorção de carbono (GATTUSO et

al., 2021). Diferentemente do carbono negativo, o carbono neutro envolve equilibrar as emissões de CO₂, com medidas de remoção de carbono equivalentes. As empresas buscam compensar suas emissões através de investimentos em projetos que capturam ou evitam as emissões excessivas de CO₂, como projetos de reflorestamento, fontes alternativas de energias renováveis e projetos de eficiência energética.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este estudo tem como objetivo de ser uma pesquisa exploratória e descritiva (GIL, 2017) ao explorar o inventário de publicações depositadas em bases de dados em plataformas digitais, acerca dos arranjos tecnológicos do carbono negativo, carbono neutro e carbono zero. Constitui-se num levantamento bibliométrico, com finalidade de ser uma pesquisa básica por buscar analisar o inventário da produção científica no Brasil e ao redor do mundo, a respeito dos arranjos tecnológicos denominados de carbono negativo e suas tipologias.

Busca-se, assim, tornar os conhecimentos a serem adquiridos, suscetíveis a serem aplicados a posteriori pelos líderes das nações, empresários, gestores públicos, outros tomadores de decisões e das partes interessadas sobre os diversos mecanismos voltados à mitigação das mudanças climáticas.

Ao longo da elaboração do texto, foram acatadas as boas práticas de publicações disciplinadas pela CAPES (2018) e pelo autores Zanini, Souza Pinto e Filippim (2012). O delineamento da pesquisa seguiu as instruções dadas pelo *check-list* desenvolvido por Jesus-Lopes, Marciano e Casagrande (2022). Trata-se de um estudo alicerçado por uma revisão bibliográfica, exclusivamente com dados secundários (GIL, 2017), que se utiliza do método do levantamento bibliométrico (BUFREM; PRATES, 2005), também denominado na literatura de análise bibliométrica.

De acordo com Araújo (2006), estudos bibliométricos são considerados importantes ferramentas investigativas, no âmbito da academia, para se analisar e mensurar o percurso histórico, conhecer o inventário da publicação científica (daí o subtítulo deste artigo) e como está o *status* atual da produção intelectual sobre um determinado tema. Estudos bibliométricos são considerados pertencentes às abordagens epistemológicas multidisciplinares (Japiassú, 1976).

Tanto para Pessanha *et al.* (2023) como Quevedo-Silva *et al.* (2016), esse método investigativo científico consiste numa técnica estatística e quantitativa com o objetivo de apresentar índices de produção e de disseminação do conhecimento científico publicados em diversas bases de dados científicos. Assim sendo, este estudo se caracteriza com uma abordagem quantitativa (GIL, 2017).

De forma complementar anteriormente, Bufrem e Prates (2005) já explicavam que os processos quantitativos da produção científica, disseminação e com o uso da informação digital podem igualmente designar os processos e mecanismos avançados de busca *on-line* e técnicas de recuperação de dados. Para tanto, foram organizadas estrategicamente e dentro de uma lógica didática, as etapas sequências dos arranjos da coleta de dados, conforme ilustra A Figura 1.

Figura 1 – Etapas sequenciais do arranjo metodológico da coleta e do tratamento dos dados

Etapa	Ações
1 ^a	Levantamento dos dados sobre carbono negativo, nas bases Scopus, Web of Science e Science Direct
2 ^a	Análise dos dados coletados, incluindo a seleção das discussões relevantes e a exclusão daquelas que estão fora do escopo do estudo.
3 ^a	Análise dos resumos selecionados para o estudo específico.
4 ^a	Análise estatística dos dados coletados referentes às discussões sobre aos arranjos sociotécnicos do carbono negativo.
5 ^a	Estruturação dos dados coletados selecionados e tratados posteriormente.

6 ^a	Descrição dos resultados obtidos e respectivas análises.
----------------	--

Fonte: Os autores, baseados em Rodrigues et al, 2016 e em Prado et al (2016).

Primeiramente, a coleta de informações foi conduzida nas bases de dados da *Scopus*, *Web of Science*, *Science Direct* e o Periódico Capes, as quais foram escolhidas devido à sua elevada relevância na pesquisa acadêmica, conforme confirmado por Creswell (2021).

A estrutura de pesquisa foi estabelecida, considerando o intervalo de tempo de 2013 até o final de junho de 2023, abrangendo um período de 10 anos de literatura científica. Foram operacionalizadas nas três bases as palavras-chave “*Carbon sequestration*” and “*Sustainable Development Goals*”. A escolha de termos em inglês transcorreu para guiar a identificação de publicações em um contexto internacional.

Os critérios de exclusão foram: crítica literária; cartas; resumos de reuniões; capítulos de livros; teses; e dissertações. Para organizar e sistematizar os dados coletados, utilizou-se dos aplicativos digitais *Canva* (Martino, 2020), *Endnote* (Yamakawa et al. 2014) e *Lucidchart* (Ratinaud, 2013). Sob tais orientações, o delineamento da busca considerou os seguintes descritores, tais como descritos na Figura 2.

Figura 2 - Filtros utilizados para os procedimentos da coleta de dados

Bases de Dados			
Scopus	Web of Science	Science Direct	Periódico Capes
Ano 2017 - 2023	Ano 2017 - 2023	Ano 2017 - 2023	Ano 2017 - 2023
Acesso Aberto	Acesso Aberto	Acesso Aberto	Acesso Aberto
Idioma Inglês	Idioma Inglês	Idioma Inglês	Idioma Inglês
Palavras - chaves	Palavras - chaves	Palavras - chaves	Palavras - chaves
Artigo final	Artigo final	Artigo final	Artigo final
Areas das Ciencias Ambientais Humanas Política	Areas das Ciencias Ambientais Humanas Política	Areas das Ciencias Ambientais Humanas Política	Areas das Ciencias Ambientais Humanas Política

Fonte: Os autores, baseados em Pessanha et al, 2023.

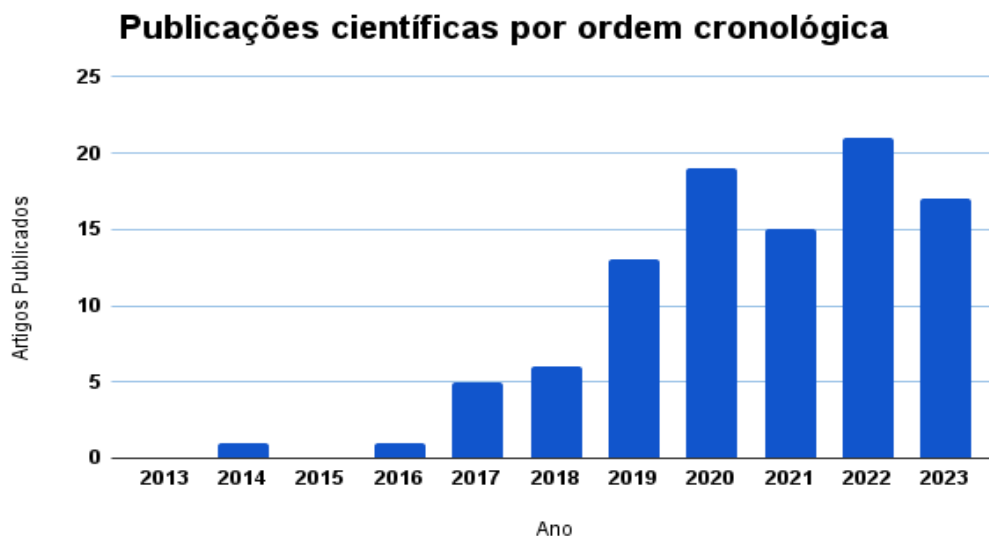
Como resultado da aplicação dos procedimentos metodológicos explicados acima, foi possível obter os níveis de abrangência do inventário feito, por meio da coleta de dados nas plataformas digitais já citadas. Foram eles: Um total de 32 artigos, da base de dados *Scopus*, o que corresponde a 35,56%; 21 artigos, na base de dados *Science Direct*, representando assim 23,33%; e 37 artigos coletados, na base de dados *Web of Science*, o que significa 41,11% de uma amostra total de 90 artigos compreendidos.

RESULTADOS E ANÁLISES

Segundo a norma técnica NBR 60223 (2003, p. 2), artigo científico é a “parte de uma publicação com autoria declarada, que apresenta e discute ideias, métodos, técnicas, processos e resultados nas diversas áreas do conhecimento.” Desse modo, torna-se relevante examinar artigos publicados sobre carbono negativo e agregar novos conhecimentos sobre essa temática.

Por conta dos procedimentos metodológicos adotados, obteve-se o gráfico 1, que evidencia a ordem cronológica das publicações, filtradas, nos últimos 10 anos. Vale ressaltar que nenhum artigo sobre arranjos tecnológicos de carbono foi publicado entre 2013 e 2015. Somente, no ano de 2014, é que foi publicado o primeiro artigo científico publicado sobre o carbono negativo, o que reforça o entendimento de ser um arranjo sociotécnico recente voltado às mitigações dos efeitos extremos das mudanças climáticas.

Gráfico 1– Ordem cronológica das publicações científicas



Fonte: Os autores (2023).

É a partir de 2016, que se observa que os artigos tiveram um aumento gradual de publicações, destacando o ano de 2020 e 2022, quando as publicações totalizaram em 19 e 21 artigos respectivamente. Conforme Severino (2002, p. 198) “[...] o papel das revistas científicas é fundamentalmente a comunicação dos resultados dos trabalhos de pesquisa à comunidade científica e à própria sociedade como um todo.”

Há de se ressaltar, que as revistas científicas têm o propósito de registrar, preservar e disseminar as informações disponibilizadas por seus artigos. Dessa forma, o aumento gradual de artigos publicados é relevante para trazer novos olhares sobre as proposições sociotécnicas do carbono negativo e seus efeitos positivos em diversas áreas e mostra que a preocupação sobre os vários modelos de arranjos sociotécnicos voltados à redução das emissões excessivas dos GEE vêm sendo estudados, de forma constante e gradual, desde 2016.

O Gráfico 2 apresenta, em porcentagem, a relevância dos autores e o percentual de citações que cada um obteve em artigos publicados. O periódico científico tem grande aceitação e respeitabilidade na comunidade científica. Volpato (2003, p. 55) coloca que “os periódicos de bom nível têm amplo alcance, levando suas ideias a pessoas de várias partes do mundo”.

Gráfico 2– Abrangência dos autores e número de citações



Fonte: Os autores (2023).

Em certos casos, quando uma publicação apresenta um tema de elevada importância em nível global, o país do autor, e até mesmo a região considerada, também poderão obter um reconhecimento maior. Além disso, o melhor indicador da qualidade de um periódico é o seu impacto em pesquisas subsequentes (TSANG; FREY, 2007). Este é o contexto que move os pesquisadores a buscar publicar nos melhores periódicos. Essas publicações promovem o aprimoramento de diversos temas.

No delineamento da pesquisa sobre carbono negativo, os artigos encontrados tiveram 17 autores que contribuíram para referências sobre o tema. Autores como Schwieder, M, Sumiyoshi, Y.; Lage, S.; Neogi, S.; Kanter, D. R e Li, C. proporcionaram dezenas de citações que trazem novos caminhos para futuros estudos. Respectivamente, os autores obtiveram 1,3%, 1,5%, 2,0%, 2,1%, 2,2% e 2,4% de citações. Hinz, R. e Flinzberger, contribuíram igualmente com 2,9% de referências.

A partir do autor Rasoulinezhad (2022) e as citações são centenas. O mesmo autor obteve 130 citações em artigos científicos. Destacam-se os autores com maior relevância: Rumpel, C e Hou, D. Y, com respectivamente, 141 e 145 menções que representam 7,9% e 8,1% no Gráfico 2. Os autores foram fundamentais para trazer visibilidade para novas reflexões sobre o carbono negativo.

O Quadro 1, que está organizado por ordem alfabética, tem como meta quantificar a relevância de cada autor, de um total de 90, encontrado na lista de base de dados, bem como dar embasamento teórico no levantamento bibliográfico, uma vez que as revistas classificadas como A-1 e A-2 são consideradas de excelência internacional, seguidas das classificadas de B-1 e B-2 contempladas em periódicos considerados de excelência nacional. Já os classificadas como B3, B4, B5 abrange os periódicos de média relevância e, posteriormente, o grupo C que contempla periódicos de baixa relevância (CAPES, 2018).

Quadro 1- Autores e revistas dos textos selecionados nas bases

Nº	Autor e Ano de publicação	Número de Citações	Revistas/ Jornais	Classificação das revistas
1	Agaton, C. B et al. (2022)	14	Forest Ecology and Management	A1
2	Akter, A. et al. (2023)	2	Climate risk management	-
3	Álvarez-Miranda, E et al. (2018)	25	Forest Policy and Economics	A1
4	Álvarez-Miranda, E et al. (2019)	15	European Journal of Operational Research	A1
5	Amiraslani, F. (2022)	1	Project Leadership and Society	-
6	Asibor, J. O. et al. (2022)	1	Journal of Environmental Management	A1
7	Azhar, B. et al. (2021)	8	Frontiers in Sustainable Food Systems	C
8	Baba & Chandrasekharam (2022)	6	International Journal of Energy Research	A1
9	Baum & Bieńkowski (2020)	25	Sustainability	A1
10	Baumber, A. et al. (2019)	11	Environmental Science & Policy	A1
11	Becken, S. et al. (2023)	0	Science of the Total Environment	A1
12	Bilali, H. E. (2021)	0	Journal of Aridland Agriculture	-
13	Bond-Lamberty, B. et al. (2014)	69	Global Change Biology	A1
14	Borzykowski, N. (2019)	7	Forest Policy and Economics	A1
15	Bottani-Claros, G. et al. (2022)	4	Discover Sustainability	-
16	Capron, M. E. et al. (2020)	10	Energies	A1
17	Cattaneo, T. et al. (2020)	5	Sustainability	A1

18	Chen, X. et al. (2020)	15	Ecological Indicators	A1
19	Chen, Z. et al. (2022)	3	Sustainability	A1
20	Chevallier, T. et al (2020)	7	Sustainability	A1
21	Cole, G. M. et al. (2023)	0	Journal of CO2 Utilization	A1
22	Crow & Sierra (2022)	1	Biogeochemistry	A1
23	Cunha, J. et al. (2021)	2	Environmental Monitoring and Assessment	A2
24	Dai, L. et al. (2022)	1	Sustainability	A1
25	De Wit, L. A. et al. (2020)	11	Environmental Conservation	A2
26	England, M. I. et al. (2018)	25	Environmental Science and Policy	A1
27	Fleming, A. et al. (2019)	16	Land Use Policy	A1
28	Flinzberger, L. et al. (2020)	51	Sustainability Science	A1
29	Garzon, A. R. G. et al. (2020)	8	Sustainability	A1
30	Ghosh & Maiti (2021)	6	Land	A4
31	Gonzalez-Redin, J. et al. (2019)	13	Journal of Environmental Management	A1
32	Heneghan, E. et al. (2021)	0	Biology and Environment - proceedings of the royal irish academy	B3
33	Hiller & Fisher (2023)	2	Sustainability	A1
34	Hinz, R. et al. (2020)	52	Earth's Future	A1
35	Hou, D. Y. et al. (2020)	145	Science Of The Of Total Environment	A1
36	Iacobuța, G. I. et al. (2021)	10	Sustainability	A1
37	Ibrahimi, N. et al. (2019)	7	Energies	A1
38	Iram, N. et al. (2022)	7	Ecological Applications	A1
39	Jost, E. et al. (2021)	16	Journal of Environmental Management	A1
40	Junianto & Sumiarsa (2023)	2	Sustainability	A1
41	Kanter & Brownlie (2019)	40	Environmental Science & Policy	A1
42	Khatri-Chhetri, A. et al. (2022)	3	Global Environmental Change	A4
43	Klaus, V. H. (2023)	0	Ecological Indicators	A1
44	Lage, S. et al. (2021)	36	Chemosphere	A1
45	Lai, Q. et al. (2022)	6	International Journal of Environmental Research and Public Health	A2
46	Lal, R. (2019)	30	Journal of Soil and Water Conservation	A2
47	Li, C. et al. (2018)	43	Ambio	A1
48	Liang, D. et al. (2022)	7	Geography and Sustainability	-
49	Liao, Q. et al. (2022)	9	International Journal of Environmental Research and Public Health	A2
50	Lisboa, S. N. et al. (2020)	2	Sustainability	A1
51	Luo, Y. et al. (2019)	84	Science of the Total Environment	A1
52	Mehmood, K. et al. (2017)	15	Agronomy for Sustainable Development	A1
53	Mikša, K. et al. (2020)	20	Geography and Sustainability	-
54	Morris, R. L. et al (2023)	0	Journal of Environmental Management	A1

55	Neogi, S. et al (2022)	37	Chemosphere	A1
56	Norby, T. et al (2019)	0	MRS Energy and Sustainability	-
57	O'Neill, E. A. et al. (2022)	2	Science of the Total Environment	A1
58	Page, J. et al. (2021)	7	Anthropocene	A1
59	Prada, M. et al. (2016)	13	Journal of Cleaner Production	A1
60	Rasoulinezhad & Taghizadeh-Hesary (2022)	130	Energy Efficiency	A2
61	Rath, P. et al (2021)	3	Cleneer Engineering and Technology	-
62	Ruban, D. A. et al. (2020)	3	Sustainability	A1
63	Rumpel, C. et al. (2020)	141	Ambio	A1
64	Schwärzel, K. et al. (2020)	86	Global Change Biology	A1
65	Schwieder, M. et al. (2018)	24	Carbon Balance and Management	A1
66	Shao, Z. et al. (2021)	98	Geo-Spatial Information Science	A3
67	Smith, A. C. et al. (2023)	4	Sustainability Science	A1
68	Smith, P. et al. (2019)	136	Annual Review of Environment and Resources	A1
69	Smithwick, E. A. H. (2019)	7	Carbon Management	A2
70	Song, J. et al. (2022)	1	International Journal of Environmental Research and Public Health	A2
71	Stoorvogel, J. J. et al. (2017)	9	Land Degradation & Development	A1
72	Strachan, L. L. et al. (2022)	0	Marine Policy	A1
73	Sumiyoshi, Y. et al. (2017)	26	GCB Bioenergy	-
74	Sun & Zhang (2023)	0	Environmental Science and Pollution Research	A2
75	Tang & Adesina, J. A. (2022)	1	Sustainability	A1
76	Tao, P. et al. (2023)	0	Land	A4
77	Tschora & Cherubini, F. (2020)	60	Global Ecology and Conservation	A2
78	Van Den Dobbelsteen, A. et al. (2018)	16	Energies	A1
79	Vizzarri, M. et al. (2017)	16	Sustainability	A1
80	Warren, P. (2019)	13	Climate Policy	A1
81	Watts, B. A. et al. (2023)	1	Integrated Environmental Assessment and Management	A2
82	Wiese, L. et al. (2021)	13	Climate Policy	A1
83	Yadav, D. et al. (2023)	0	Journal of Carbon Research	C
84	Yadav & Goyal, V. C. (2022)	2	Wetlands	A3
85	Yang, W. et al. (2022)	10	International Journal of Environmental Research and Public Health	A2
86	You, S. et al. (2022)	11	Critical Reviews in Environmental Science and Technology	A1
87	Zhai, T. et al. (2021)	13	Sustainability	A1
88	Zhang, J. et al. (2018)	0	Energies	A1
89	Zhang, Z. et al. (2023)	2	Science of the Total Environment	A1
90	Zhou, G. et al. (2023)	0	Ecological Indicators	A1

Fonte: Os autores (2023).

Os periódicos que foram mais destacados na coleta de dados foram: Sustainability (Suíça); Science Of The Of Total Environment (Holanda); Ambio (Holanda); Annual Review of Environment and Resources (Estados Unidos da América do Norte); e Energy Efficiency (Holanda). Todas as publicações nestes periódicos impactam e influenciam a sociedade científica, de tal modo que a concentração de financiamento e institutos renomados estão em países da Europa e na América do Norte.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo desse corpo textual, à luz dos procedimentos metodológicos aplicados, foi possível compreender que os arranjos sociotécnicos que envolvem a obtenção do carbono neutro, do carbono zero ou até mesmo do carbono negativo se diferenciam, embora tais propostas se complementam ao alcance das mitigações das mudanças climáticas.

Além disso, os três termos, com as suas respectivas abordagens e abrangências conceituais, aqui estudados, têm sido amplamente discutidos e reconhecidos pela comunidade científica como efetivos mecanismos de mitigações dos efeitos extremos das mudanças climáticas.

Verificou-se neste estudo que, mesmo por conta das diferentes proposições que apresentam estes arranjos sociotécnicos, em separado ou em conjunto, possam interessar os líderes das nações, bem como os tomadores de decisões na ordem dos interesses das empresas, potencialmente poluidoras, bem como nos desenhos das políticas públicas, por parte dos governos locais.

Diante dos resultados obtidos, há de se considerar que esses arranjos sociotécnicos potenciam as práticas produtivas alternativas, ao redor do mundo, ao reduzir, até mesmo, neutralizar as excessivas emissões dos GEE, na atmosfera terrestre. Em especial, os arranjos sociotécnicos relativos ao carbono negativo podem compensar aqueles elos das cadeias produtivas que encontram dificuldades ou resistências para modelos produtivos mais sustentáveis.

Sob tais perspectivas, há de se considerar um conjunto de mecanismos validados para se promover a redução dos efeitos extremos derivados das mudanças climáticas. Considera-se uma lacuna deste estudo, em não ter sido complementado por um relato mais profundo derivado de uma revisão sistemática da literatura ou ainda uma revisão integrativa, já tendo como coletados 90 artigos.

Para estudos futuros, sugere-se uma análise quantitativa ou até mesmo aplicada dando continuidade a uma série de reflexões sobre as mudanças climáticas, a partir das proposições científicas disponíveis e que estão em evolução, em especial aos estudos voltados ao carbono negativo, atentado mais recentemente. Diante da coleta de dado apurada pode-se oportunizar escritas futuras descrevendo e refletindo com mais propriedade sobre os aspectos positivos ou mesmo negativos sobre os arranjos sociotécnicos do carbono negativo.

Diante do exposto, acredita-se que as reflexões sobre este estudo puderam contribuir para estudantes pesquisadores iniciantes, futuros e atuais profissionais e formuladores de políticas públicas, além aos pesquisadores das diferentes áreas do conhecimento científico, líderes nacionais face ao poder de coordenar mecanismos de governanças.

Agradecimentos:

Os autores agradecem os apoios recebidos da Fundação de Apoio ao Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (FUNDECT), bem como da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ligada ao Ministério da Educação (MEC), combinando com o apoio estrutural e científico da Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS).

REFERÊNCIAS:

- _____. **Climate change 2001: The scientific basis**. Cambridge, Cambridge University, 2001.
- _____. **Climate change 2007**. Fourth Assessment Report on climate change impacts, adaptation and vulnerability of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, Cambridge University, 2007. 939p
- _____. **O que são as mudanças climáticas?** 2022. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/175180-o-que-sao-mudancas-climaticas>.
- _____. Onu News/Perspectiva Global e Reportagens Humanas. 2021. **Emergência Climática**. Disponível em: <https://news.un.org/pt/tags/emergencia-climatica>.
- _____; ALBERTO, C. M. Estudo numérico do impacto da mudança climática sobre o rendimento de trigo, soja e milho. **Ci. Rural**, 41:1351-1359, 2006.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10520**. Informação e documentação — Citações em documentos — Apresentação. 2. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2023.
- ALONSO-FRADEJAS, A. The resource property question in climate stewardship and sustainability transitions. **Land Use Policy**, v. 108, p. 105529, set. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2021.105529>.
- BASTOS, B. G; JESUS-LOPES, J. C. de; GONÇALVES, A. C. N.; NEIVA, K. N. Bioeconomia, economia circular e agroindústria 4.0: proposições para as proposições tecnológicas emergentes. **COLÓQUIO Revista do Desenvolvimento Regional**, v. 19, n.1, p. 312-338, jan./mar.2022. Doi: <https://doi.org/10.26767/2375>. Disponível em: <https://seer.faccat.br/index.php/coloquio/article/view/2375>.
- BUFREM, L.; PRATES, Y. O saber científico registrado e as práticas de mensuração da informação. **Ciência da Informação**, v. 34, n. 2, p. 9–25, ago. 2005.
- CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Tabelas de Áreas de Conhecimento/Avaliação. Recuperado em 18 novembro, 2018, de <http://www.capes.gov.br/avaliacao/instrumentos-de-apoio/tabela-de-areas-do-conhecimento-a-avaliacao>
- CRESWELL, J. W. Projeto de pesquisa : métodos qualitativo, quantitativo e misto. 5. ed. Porto Alegre: Penso, 2021.
- CRONIN, J.; et al. Embedding justice in the 1.5°C transition: A transdisciplinary research agenda. **Renewable and Sustainable Energy Transition**, v. 1, p. 100001, ago. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rset.2021.100001>.
- DEUTCH, J. Is net zero carbon 2050 possible?. **Joule**, v. 4, n. 11, p. 2237-2240, 2020.
- ENVIRONNEMENTE PROGRAMME, United Nations. **Relatório sobre a Lacuna de Emissões 2020**. UNEP - UN Environment Programme. Disponível em: <https://www.unep.org/pt-br/emissions-gap-report-2020>.

FAO et al. The State of Food Security and Nutrition in the World 2022. Rome, Italy: FAO, 2022.

GARVEY, A.; et al. Towards net zero nutrition: The contribution of demand-side change to mitigating UK food emissions. **Journal of Cleaner Production**, p. 125672, dez. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125672>.

GATTUSO, Jean-Pierre; et al. The Potential for Ocean-Based Climate Action: Negative Emissions Technologies and Beyond. **Frontiers in Climate**, v. 2. 2021.

GIL, A. C. Como elaborar projetos de pesquisa. (6aed.). São Paulo: Atlas, 2017.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA). **Boletim de Economia e Política Internacional**. n. 1, jan./mar., 2020.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **About the IPCC. 2022**. The Intergovernmental Panel on Climate Change is the United Nations body for assessing the science related to climate change. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/about/>.

JAPIASSÚ, H. Interdisciplinaridade e patologia do saber. Rio de Janeiro: Imago, 1976.

JACOBI, Pedro Roberto; GUERRA, Antonio Fernando S; SULAIMAN, Samia Nascimento; NEPOMUCENO, Thiago. **Mudanças climáticas globais: a resposta da educação**. Revista Brasileira de Educação, v. 16, p. 135-148. 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-24782011000100008>

JESUS-LOPES, José Carlos de; MACIEL, Wilson Ravelli Eliseu; CASAGRANDA, Yasmim Gomes. Check-List dos elementos constituintes dos delineamentos das pesquisas científicas. **Revista Desafio Online**, v. 10, n. 1, p. 1-13, jan./abr. 2022. Doi: <https://doi.org/10.55028/don.v10i1.14846>. Disponível em: <https://desafioonline.ufms.br/index.php/deson/article/view/14846>.

LINTON, Samantha; CLARKE, Amelia; TOZER, Laura. Strategies and Governance for Implementing Deep Decarbonization Plans at the Local Level. **Sustainability**, v. 13, n. 1, p. 154. 2020.

LOPES, R. G.; et al. Maldevelopment revisited: Inclusiveness and social impacts of soy expansion over Brazil's Cerrado in Matopiba. **World Development**, v. 139, p. 105316, mar. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2020.105316>.

MARENGO, JOSE A.; JIMENEZ, JUAN C.; ESPINOZA, JHAN-CARLO; CUNHA, ANA PAULA; ARAGAO, LUIZ E. O.. Increased climate pressure on the agricultural frontier in the Eastern Amazonia-Cerrado transition zone. **SCIENTIFIC REPORTS**, v. 12, n. 1, JAN 10 2022. (14/50848-9, 17/09659-6)

MARTINO, L. M. S. Teoria das Mídias Digitais: linguagens, ambientes, redes. 2. Ed. Petrópolis: Editora Vozes, 2020.

NEIVA, Kalil Nascimento; GONÇALVES, Ana Carolina Nogueira; BASTOS, Bruno Gouvêa; VASCONCELOS, Alexandre Meira de; JESUS-LOPES, José Carlos de.

BIOECONOMIA: Um ensaio teórico sobre as dimensões das abordagens conceituais das partes interessadas. **Ciência e Natura**, v. 44, e16, p. 1-29, jun. 2022. Doi: <https://doi.org/10.5902/2179460X67555>.

OLIVEIRA, P. P. A. **A pecuária em sistemas integrados e as mudanças climáticas**. Revista Opiniões.n.40.p.31-31.2015.<https://florestal.revistaopinioes.com.br/pt-br/revista/detalhes/11-p-ecuarria-em-sistemas-integrados-e-mudancas-clim/>

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). Plataforma Agenda 2030.**Os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS)**. 2015. Disponível em: <http://www.agenda2030.com.br>.

PESSANHA, L. P. M; et al. Tendências da pesquisa brasileira em Ergologia, Ciência & Saúde Coletiva, 28(2):521-536. 2023.

QIU, Y.; FENG, L. Low carbon economy and environmental finance innovation based on big data analysis from an environmental function perspective. **Journal of Environmental Protection and Ecology**, v. 23, n. 1, p. 401-408, 2022.

QUEVEDO-SILVA, F., Almeida Santos, E. B., Brandão, M. M., & Vils, L. Estudo Bibliométrico: Orientações sobre sua Aplicação. ReMark - Revista Brasileira De Marketing, 15(2), 246–262, 2016. <https://doi.org/10.5585/remark.v15i2.3274>

RATINAUD,P. Iramuteq:Interface de R pour lês analyses multidimensionnelles de textes et de questionnaires (Computer Software),Temas em Psicologia,21(2),513-518, 2013.

SEIFFERT, Mari Elizabeth Bernardini. **Mercado de Carbono e Protocolo de Quioto**. Oportunidades de negócio na busca de sustentabilidade. São Paulo: Atlas, 2009.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. 22. ed. ver. ampl. São Paulo: Cortez; 2002

SIQUEIRA, O.J.W.; STEINMETZ, S. & SALLES, L.A.B. Efeitos potenciais das mudanças climáticas na agricultura brasileira e estratégias adaptativas para algumas culturas. *In*: LIMA, M.A.; CABRAL, O.M.R. & MIGUEZ, J.D.G. **Mudanças climáticas globais e a agropecuária brasileira**. Jaguariúna, Embrapa Meio Ambiente, 2001. p.33-64.

STAFFAS, L.; GUSTAVSSON, M.; MCCORMICK, K. Strategies and Policies for the Bioeconomy and Bio-Based Economy: An Analysis of Official National Approaches. Sustainability, v. 5, n. 6, p. 2751–2769, 20 jun. 2013.

STRECK, N. A. Climate change and agroecosystems: The effect of elevated atmospheric CO2 and temperature on crop growth, development, and yield. **Ci. Rural**, 35:730–740, 2005.

TRISOS et al. Amjad Abdulla (Maldives), Edvin Aldrian (Indonesia), Ko Barrett (United States of America), Eduardo Calvo (Peru), Carlo Carraro (Italy)Zinta Zommers (Latvia)), Siri Eriksen. [s.l.] Pakistan, 2023. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_LongerReport.pdf>.

TSANG, E.; FREY, B. The as-is journal review process: let authors own their ideas. **Academy of Management Learning & Education**, v. 6, n. 1, p. 128-136, 2007.

VOLPATO, G. L, FREITAS EG. **Desafios na publicação científica**. Pesquisadora. Odontol Bras v. 17, p. 49-56, 2003. (Suplemento 1).

YAMAKAWA, E. K. et al. Comparativo dos softwares de gerenciamento de referências bibliográficas: Mendeley, EndNote e Zotero. **Transinformação**, v. 26, n. 2, p. 167–176, ago. 2014.

ZANINI, G. B.; Souza Pinto, M. D. & Filippim, E. S. A bibliometria a serviço do conhecimento: análise de citação do tema de interesse gestão do conhecimento do ENANAPAD (2007 a 2010). In: XXXVI Encontro da ANPAD (EnANPAD), Rio de Janeiro / RJ, 2012.

ZARO, M. **Desperdício de alimentos : velhos hábitos, novos desafios** . Caxias do Sul: Educ, p.363-383, 2018. Disponível em: <<https://www.ucs.br/site/midia/arquivos/e-book-desperdicio-de-alimentos-velhos-habitos.pdf>