



Terceiro Boletim de Bioeconomia

Bioeconomia Amazônica

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos

Ciência, Tecnologia e Inovação



cgée

Terceiro Boletim de Bioeconomia

Bioeconomia Amazônica



cgée

Brasília, DF

Dezembro, 2022

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE)

Organização social supervisionada pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações e Comunicações (MCTIC)

Diretor-Presidente

Fernando Cosme Rizzo Assunção

Diretores

Luiz Arnaldo Pereira da Cunha Junior

Ary Mergulhão Filho

Terceiro Boletim da Bioeconomia-Bioeconomia Amazônica. Projeto Agenda Positiva da Mudança do Clima e do Desenvolvimento Sustentável. Brasília: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2022.

44p.: il.

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE), SCS Qd 9, Torre C, 4º andar, Ed. Parque Cidade Corporate, CEP: 70308-200 - Brasília, DF, Telefone: (61) 3424 9600, <http://www.cgEE.org.br>

Todos os direitos reservados pelo Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE). Os textos contidos nesta publicação poderão ser reproduzidos, armazenados ou transmitidos, desde que seja citada a fonte.

Referência bibliográfica:

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos- CGEE. Terceiro Boletim da Bioeconomia Amazônica. Brasília, DF: 2022. 44p.

Este relatório é parte integrante das atividades desenvolvidas no âmbito do 2ª Contrato de Gestão CGEE. – 17º Termo Aditivo/Ação: Internacionalização da CT&I Brasileira /Atividade: Inserção do CGEE em Agendas Internacionais - Projeto Agenda Positiva para a Mudança do Clima e do Desenvolvimento Sustentável 52.01.50.01/MCTI/2018.

Terceiro Boletim da Bioeconomia

Bioeconomia Amazônica

Supervisão

Fernando Rizzo Assunção

Líder

Marcelo Khaled Poppe

Equipe técnica do CGEE

Barbara Bressan

Daniella Fartes

Emilly Silva

Jackson Maia

Alina Cordeiro (estagiária)

Gabriela Britto (estagiária)

Analista Administrativo

Rafael Metzner

Sumário

1. Contextualização	6
2. Bioeconomia Amazônica	7
3. Mapeamento exploratório de iniciativas em Bioeconomia Amazônica	10
4. Panorama da produção científica sobre a Amazônia	13
4.1. Metodologia de coleta, tratamento e análise de dados	14
4.2. Análise da Rede Amazônia	15
4.3. Contribuições para a Bioeconomia Amazônica	40
5. Considerações Finais	42

Terceiro Boletim da Bioeconomia - Bioeconomia Amazônica

1. Contextualização

A série de boletins temáticos ocorre no âmbito do Observatório de Bioeconomia (OBio) que tem por missão apoiar o desenvolvimento da bioeconomia brasileira, provendo inteligência estratégica para subsidiar a tomada de decisão em políticas públicas, acadêmicas e empresariais, e criando um espaço integrado, estruturado e interativo, para orquestrar a criação, a análise e o compartilhamento do conhecimento sobre Bioeconomia. Nesse contexto, o CGEE tem lançado os boletins temáticos da Bioeconomia que tem como tema da sua terceira edição a Bioeconomia Amazônica.

Esse boletim considera a seguinte definição de bioeconomia:

“A bioeconomia compreende toda a atividade econômica derivada de bioprocessos e bioprodutos que contribui para soluções eficientes no uso de recursos biológicos – frente aos desafios em alimentação, produtos químicos, materiais, produção de energia, saúde, serviços ambientais e proteção ambiental - que promovem a transição para um novo modelo de desenvolvimento sustentável e de bem-estar da sociedade” (ODBio, 2020).

A primeira edição do boletim temático da bioeconomia apresentou um panorama mundial sobre os principais temas tratados em publicações científicas sobre a bioeconomia. A segunda edição focou na bioeconomia brasileira, tendo sido analisados 8.951 artigos nacionais. Para esta terceira edição foi escolhido o tema da Bioeconomia Amazônica. A escolha do tema vem atender a uma clara demanda de compreender as oportunidades que esse bioma megadiverso tem para oferecer. Mais especificamente, a escolha do tema também se deu através de uma escuta a especialistas por meio de uma enquete realizada no lançamento de segundo boletim de Bioeconomia no dia 15 de fevereiro de 2022¹, a qual teve como os temas mais votados “Bioeconomia e Amazônia” e “biodiversidade brasileira”.

¹ Acesso a gravação do evento [aqui](#)

As próximas seções desse boletim irão apresentar uma breve discussão sobre a Bioeconomia Amazônica; os resultados de um mapeamento exploratório de iniciativas em bioeconomia na Amazônia; um panorama de mais de 23.000 publicações científicas sobre a Amazônia; e as considerações finais a partir das discussões realizadas.

2. Bioeconomia Amazônica

A Bioeconomia se apresenta como um caminho para o desenvolvimento sustentável uma vez em que está baseada na transição de matérias-primas fósseis, ou não sustentáveis, para recursos biológicos renováveis. Essa mudança de paradigma exige esforços consideráveis de dimensões tecnológicas, regulatórias, mercadológicas, organizacionais e sociais. As condições nas quais se planeja essa transição podem variar significativamente em relação a biomassa utilizada e o produto que se deseja gerar. As situações variam, por exemplo, desde o aproveitamento de resíduos agroindustriais para geração de bioenergia até o uso de compostos da biodiversidade para produção de um fármaco.

As diversas configurações de uso de um recurso biológico renovável para a produção de bens e serviços criam um fator complicador para o desenvolvimento de uma estratégia única de Bioeconomia. As próprias definições do termo provocam direcionamentos sobre o tipo de Bioeconomia a ser desenvolvida. O trabalho de D. Bergamo *et al.* (2022) discutiu como diferentes motivações para com a Bioeconomia influenciam na sua definição mostrando, por exemplo, que o direcionamento pode ter foco na transição energética ou na preservação da biodiversidade. Esses dois focos, apesar de sinérgicos, não necessariamente possuem as mesmas prioridades no processo de desenvolvimento da Bioeconomia.

Tais diferenças devem ser discutidas principalmente no caso brasileiro, que tem oportunidades para várias formas de configuração da Bioeconomia. O Brasil é um país megabiodiverso que detém cerca de 20% das espécies do planeta (Instituto Escolhas, 2021). Estima-se que 15% de toda a biodiversidade mundial esteja concentrada apenas no ecossistema amazônico (Hubbell *et al.*, 2008). A

biodiversidade além de ter um papel protagonista nos processos regenerativos do planeta apresenta um enorme potencial econômico desde que explorada de uma forma sustentável.

Ainda não se tem dados concretos sobre o valor financeiro que uma bioeconomia da biodiversidade poderia gerar. Mas algumas cadeias que já estão em desenvolvimentos nos apontam para um enorme potencial. Dados do projeto Amazônia 4.0 indicam que enquanto a pecuária e a soja demandam 240 mil quilômetros quadrados para gerar R\$ 604 por hectare ao ano, três alimentos amazônicos – açaí, cacau e castanha - demandam 3.550 quilômetros quadrados em sistemas agroflorestais e resultam em R\$ 12,4 mil por hectare ao ano (Amazônia 4.0, 2022).

Além do produto biológico em si como base para uma bioeconomia, no caso da Amazônia é importante incluir o valor do conhecimento tradicional. O pesquisador Ricardo Abramovay discute como o conhecimento de povos tradicionais vem contribuindo para a indústria farmacêutica. No artigo *Conhecimento de povos da floresta pode revolucionar indústria farmacêutica*, o autor faz um compilado de informações sobre como a expectativa relacionada às tecnologias de inteligência artificial para o descobrimento e desenvolvimento de novas moléculas não tem sido completamente atingida, e como a indústria farmacêutica têm recorrido a tais conhecimentos de povos da floresta para identificação de moléculas de valor (Abramovay, 2021).

O caso da Bioeconomia Amazônica é diferenciado pois possui desafios e oportunidades específicos da região. A publicação *Uma bioeconomia inovadora para a Amazônia: conceitos, limites e tendências para uma definição apropriada ao bioma floresta tropical* desenvolvido pela WRI Brasil, discutiu o entendimento sobre bioeconomia no Brasil, com suas conotações, limitações e tendências quando aplicadas à Amazônia Legal brasileira. O texto destacou algumas necessidades específicas da Bioeconomia Amazônica, como a conservação do ativo florestal por meio da exploração sustentável de produtos florestais; o ordenamento territorial com combate a ilegalidades; e o reconhecimento às contribuições das comunidades indígenas, tradicionais, quilombolas e de agricultores familiares na viabilização dessa economia.

Um conjunto de esforços tem sido feito no sentido de orientar o uso sustentável dos recursos da biodiversidade amazônica, tais como o estudo desenvolvido para a Bioeconomia do Pará (Costa *et al.*, 2021); a seleção dos *10 princípios empresariais para uma Amazônia Sustentável* pela iniciativa Amazônia Possível (Amazônia Possível, 2020); e o estudo *Bioeconomia Amazônica: uma navegação pelas fronteiras científicas e potenciais de inovação* (COI, 2022). Além disso, a Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia (Sudam) está coordenando o processo de elaboração do Plano Regional de Desenvolvimento da Amazônia – PRDA tendo em vista o próximo ciclo de planejamento 2024-2027 que inclui dentro dos eixos de atuação aspectos importantes para a bioeconomia amazônica como Desenvolvimento Produtivo; e Ciência, Tecnologia e Inovação.

Neste contexto, em dezembro de 2022 ocorreu a Conferência de Biodiversidade da ONU (COP 15) onde foi acordado entre as partes a mobilização, até 2030, de pelo menos US\$ 200 bilhões por ano em financiamento doméstico e internacional relacionado à biodiversidade. Ainda que a COP 15 tenha o objetivo principal de frear a acelerada destruição da biodiversidade mundial, os esforços de preservar esses valiosos recursos são elementos essenciais para uma bioeconomia. Segundo o Paulson Institute, a manutenção do equilíbrio da natureza nos entrega um valor estimado entre US\$ 125 e US\$ 140 trilhões que são fornecidos pela biodiversidade para a economia planetária a cada ano. Este valor vem na forma de serviços ecossistêmicos, como polinização de culturas agrícolas, água potável, ar fresco, controle de doenças, proteção contra inundações, solo produtivo e florestas e oceanos que absorvem carbono (Um só planeta, 2022).

Diante do complexo cenário da bioeconomia amazônica, este boletim tem a ambição de contribuir com o conhecimento sobre a região através de um mapeamento exploratório de iniciativas em bioeconomia e de uma ampla análise de artigos científicos que tratam sobre o tema.

A partir de uma vasta rede de publicações científicas foram investigados clusters temáticos que poderiam indicar assuntos relacionados à Bioeconomia Amazônica. Ao contrário das duas primeiras edições do boletim temático da Bioeconomia, esta publicação não teve como ponto de partida o termo “bioeconomy”, justamente por reconhecer que o contexto de uma Bioeconomia Amazônia vai muito além da

linearidade: produção da matéria-prima, conversão e comercialização do produto. Como já foi comentado, as questões de desmatamento, respeito aos povos tradicionais, conservação dos serviços ecossistêmicos, dentre outras, estarão sempre relacionadas com o desenvolvimento de cadeias da Bioeconomia da biodiversidade. Por este motivo, optou-se por analisar uma rede “Amazônia”, e dentro dela, identificar aspectos sobre a Bioeconomia. A Figura 1 resume os processos usados para cada uma das edições dos boletins.



Figura 1: Descrição dos processos para os 3 boletins da bioeconomia.
 Fonte: Do autor, 2022.

3. Mapeamento exploratório de iniciativas em Bioeconomia Amazônica

Considerando a pluralidade do panorama amazônico no Brasil, achou-se pertinente investigar algumas das principais iniciativas no país sobre a bioeconomia amazônica de modo a evidenciar as relações dinâmicas entre instituições sociais, financeiras, científicas e governamentais para a valorização dos potenciais da região. Essas relações visam não só enfrentar e ultrapassar os obstáculos mencionados na seção anterior, mas principalmente fazer proveito sustentáveis de uma riqueza nacional.

No centro da Figura 2 se localiza os diferentes projetos e iniciativas que vem auxiliando a promover a bioeconomia na região. Sendo a seção (A) composta de iniciativas ativas propriamente ditas, com diferentes objetivos e focos de atuação. A seção (B) é composta por projetos e programas, geralmente ligados a esfera governamental. Por fim, a seção (C) evidencia os diferentes fundos brasileiros usualmente ligados à Amazônia.

As conexões de cada item se dão por meio das linhas. Aquelas em cor laranja indicam uma conexão a alguma iniciativa, na cor vermelha estão relacionadas aos programas governamentais e as linhas de cor preta direcionam aos fundos na seção (C). Alguns agentes não possuem conexão específica, ainda assim são identificados como atores relevantes do ecossistema.

É importante destacar que esse exercício não teve como objetivo identificar todas as iniciativas ou mesmo o que poderiam ser consideradas as principais, mas sim apresentar uma visão geral de vários esforços conjuntos de diversos agentes econômicos, sociais, acadêmicos e ambientais para a promoção da bioeconomia no território amazônico.

O uso do termo “iniciativa”, neste trabalho, é feito de forma ampla, com o intuito de abranger toda e qualquer atividade ou conjunto de ações que tenha continuidade e vise a promoção da bioeconomia amazônica. A motivação por trás da iniciativa pode variar. O foco pode ser, por exemplo, o desenvolvimento econômico, como é o caso do laboratório de Impacto do Impact Hub de Manaus (com auxílio aos pequenos e microempreendedores locais), ou mesmo, a promoção de conhecimento, informação e conexões, como é o caso dos Grupos de Trabalho da Coalizão Brasil Clima, Florestas e Agricultura e Concertação pela Amazônia.

Algumas iniciativas se encaixam em nichos específicos. Como o esforço de levantamento de dados sobre o ambiente amazônico. Por exemplo, a Amazônia Legal em dados, Data Zoom Amazônia, MapBiomass e o subgrupo de análise de dados dos GTs mencionados. Cada um busca quantificar diferentes aspectos da região, além de poder monitorar certos dados, principalmente no âmbito dos recursos disponíveis na região da Amazônia Legal. Tem-se ainda iniciativas como

o Amazônia 4.0, que consiste em desenvolver tecnologias para aumentar o valor agregado das diferentes cadeias produtivas locais.

Tem-se iniciativas com o foco na economia local. Neste aspecto, pode-se destacar o OCAA (Observatório de Comércio e Ambiente na Amazônia), que é uma plataforma que reúne informações sobre as relações entre comércio internacional e meio ambiente da região, disponibilizando diferentes materiais de análise e permitindo diversos agentes acompanharem e participarem de debates e cooperações. Além disso, tem-se a rede Origens Brasil, que se constitui como um selo de garantia da produção sustentável e da boa relação setor privado e povos originários no desenvolvimento e produção comercial.

Por fim, vale ressaltar os diversos projetos apoiadores de estudos e desenvolvimento, além da injeção direta de recursos. Sendo este o caso da Amazônia+10, Programa Brasil Bioeconomia e Sociobiodiversidade, FunBio e Fundo pela Amazônia, estes usualmente se caracterizam pelo aspecto de longo prazo. Além disso, o apoio financeiro para projetos específicos é fundamental para que a mudança ocorra de forma justa e eficiente.

4. Panorama da produção científica sobre a Amazônia

De forma a entender como a Bioeconomia Amazônica tem sido discutida pelo meio acadêmico, este boletim reuniu 23.751 artigos científicos que tratam sobre a Amazônia e buscou dentro dessa rede clusters relacionados ao desenvolvimento de uma Bioeconomia Amazônica. Essa seção apresenta a metodologia de coleta, tratamento e análise de dados; a análise da rede com foco numa análise pré e pós pandêmica, na caracterização da rede por clusters temáticos e num panorama nacional sobre o tema.

4.1. Metodologia de coleta, tratamento e análise de dados

Para o levantamento dos artigos sobre a Amazônia foi utilizada a base do Web of Science² com o termo de busca “amazon” dos últimos 5 anos, mais especificamente desde maio de 2017 até maio de 2022. O propósito de usar o termo geral “amazon” foi justamente para manter os conteúdos abrangentes de forma a identificar a complexidade temática da região. O principal desafio dessa metodologia foi fazer a extração de artigos relacionados a Amazon, empresa de *e-commerce*. A extração foi possível através do uso da ferramenta Insight Net de propriedade do CGEE. Através de um método que usou clusters de similaridade semântica e busca de palavras-chaves, foi possível reduzir os artigos relacionados a empresa Amazon a menos de 2% da rede.

O método se baseou principalmente em extrações sequenciais de clusters não relacionados com o tema Amazônia. A Figura 3 apresenta a metodologia de forma resumida. Inicialmente foram coletados os dados com a busca por “amazon” OU “Amazônia” OU “Amazonia” dos últimos 5 anos, totalizando 32.046 artigos. Esse conjunto de dados foi inserido no Insight Net e calculou-se a similaridade semântica dos artigos da rede de forma a gerar clusters de publicações. A agregação resultante da clusterização permitiu identificar grupos de artigos não relacionados com o tema Amazônia e removê-los da rede. Após a extração, se repetia o processo de análise de similaridade semântica de forma a gerar novos clusters. A tendência desse processo foi deixar os artigos não-relacionados com Amazônia mais concentrados e afastados da parte central da rede. Após 3 processos de exclusões passou-se para uma análise mais detalhada, retirando os artigos selecionados através de campos de “organização” e “periódico”.

Essa metodologia resultou numa rede 23.752 artigos sobre a Amazônia sem a necessidade de apontar áreas do conhecimento específicas.

² Internacionalmente reconhecida como uma base ampla e rica em periódicos representativos e de qualidade.

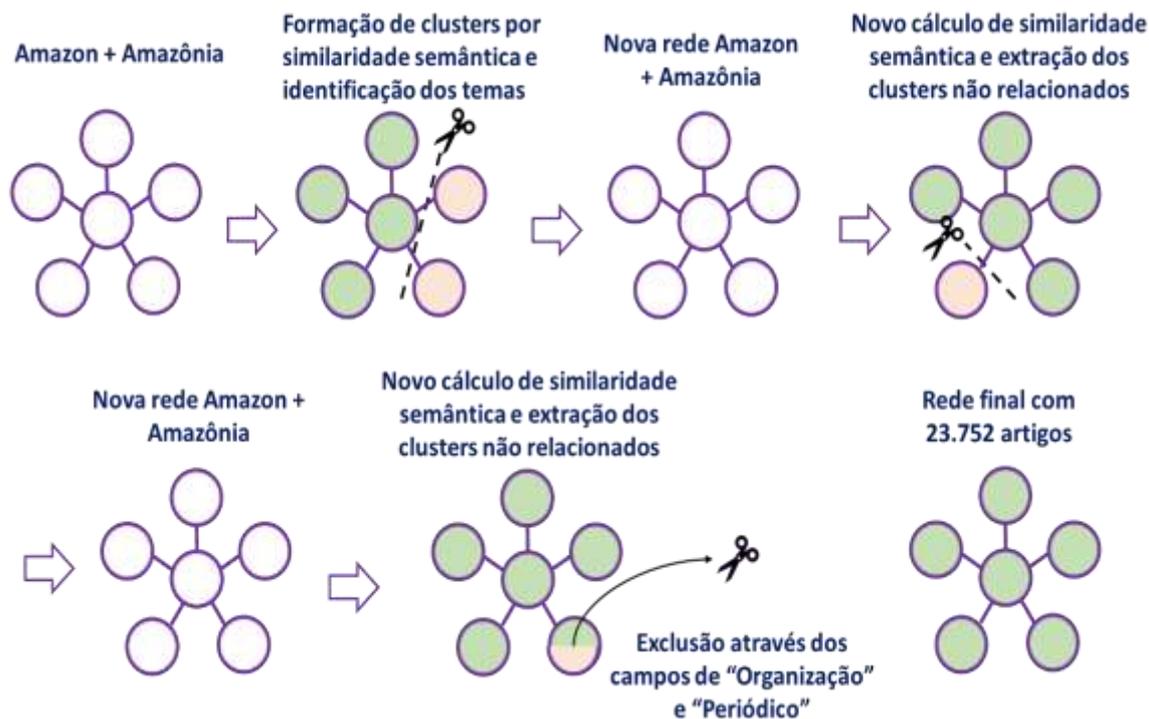


Figura 3: Metodologia para desenvolvimento da rede Amazônia. Fonte: Do autor, 2022.

4.2. Análise da Rede Amazônia

4.2.1. Visão geral da Rede Amazônia

Uma das formas de se ter uma visão geral sobre o conteúdo tratado numa rede de milhares de artigos é através da sua nuvem de palavras-chaves³. A Figura 4 apresenta a nuvem de palavras-chaves da rede completa com destaque para as 20 palavras mais frequentes. A palavra **amazon** é a mais frequente já que foi o termo de busca usado, já a palavra **brazil** foi a segunda mais frequente, indicando que a predominância territorial da Amazônia no Brasil se traduz em número de publicações. Outras palavras dentre as mais frequentes refletem os aspectos ecológicos, como **biodiversity**, **forest**, **rain-forest**, **diversity**, **morphology** e **biogeography**. Outras palavras parecem indicar estudos sobre a ação humana no bioma, como **patterns**, **land-use**, **impact**, **conservation** e **biomass**. Ou ainda

³ Aqui são consideradas as palavras-chaves colocadas pelos autores e pelos periódicos.

estão relacionadas com a complexidade hídrica da região, tais como: **amazon basin** e **rainfall**.



Figura 4: Nuvem de palavras da rede completa. Fonte: Do autor, 2022.

De forma complementar é possível analisar os temas tratados nos artigos através de suas áreas do conhecimento. A Figura 5 mostra as 10 áreas do conhecimento, de acordo com o Web of Science, mais frequentes entre os artigos. Observa-se que dentre as 10 mais frequentes tem-se principalmente áreas relacionadas ao meio ambiente e sua constituição biológica e geofísica, e disciplinas transversais, como inteligência artificial e ciência da computação.

É importante notar que as top 10 áreas mais frequentes correspondem apenas a 35% da rede, indicando a pluralidade de áreas sobre o tema. Observando as 50 mais frequentes, por exemplo, os temas tornam-se ainda mais variados, tais como linguística, bioquímica e biologia molecular, meteorologia, telecomunicações, antropologia, sensoriamento remoto e saúde pública. Essa variedade de palavras e áreas do conhecimento refletem a ponta do iceberg que é a complexidade de temas relacionados à Amazônia.

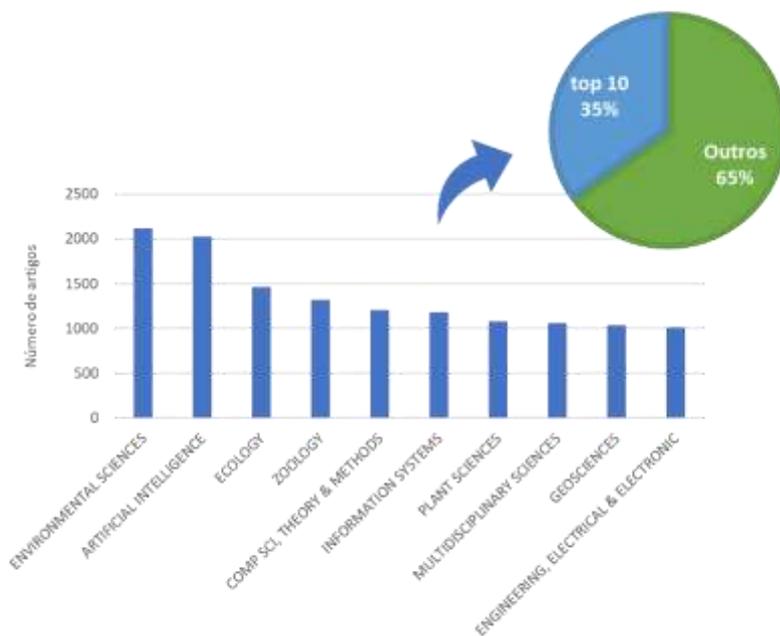


Figura 5: Áreas do conhecimento (Web of Science). Fonte: Do autor, 2022.

Ainda neste contexto de análise geral, buscou-se identificar os países que mais publicam no tema Amazônia, lembrando que não houve uma limitação territorial na busca dos artigos. A Figura 6 apresenta os resultados de análise por países. Vale destacar a forte presença dos EUA, ainda que quase metade de suas publicações tenham sido feitas com outros países – 840 só entre Brasil e EUA e 1402 com Brasil e mais outros países. Observa-se ainda, além da clara predominância brasileira na rede, a relevante participação de países não amazônicos. Do ponto de vista das produções em parceiras a predominância de países não amazônicos pode ser justificada de várias formas, tais como compartilhamento de expertise, equipamentos e intercâmbio de pesquisadores. Ainda assim, a quantidade de artigos espalhados pelo mundo sobre Amazônia evidencia a atenção mundial que o tema tem recebido.

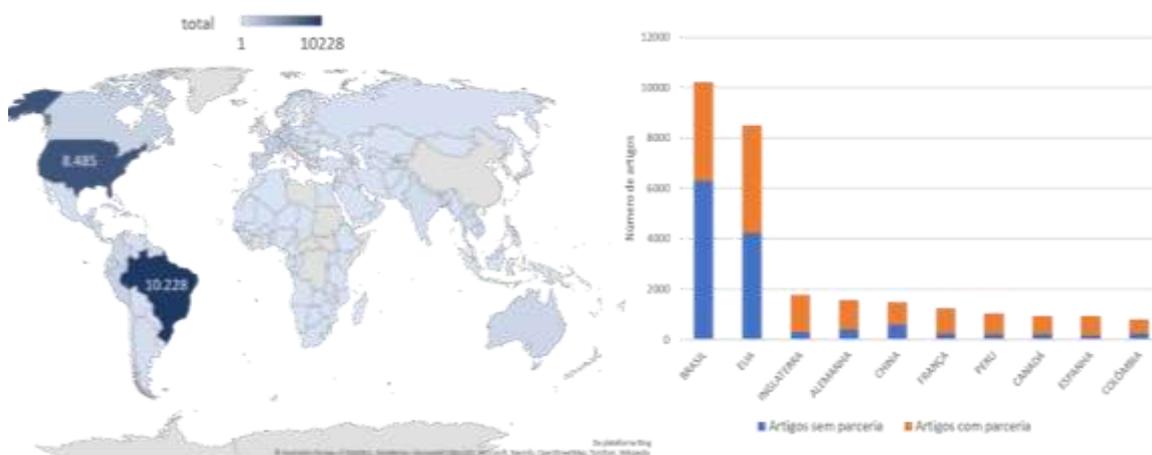


Figura 6: Análise dos países que mais publicam na rede Amazônia. Fonte: Do autor, 2022.

Visando aprofundar a análise sobre a rede completa, as próximas seções irão focar na análise pré e pós pandêmica, uma vez que se considerou as publicações dos últimos 5 anos, e na caracterização da rede através de clusters temáticos.

4.2.2. Análise pré e pós pandêmica

A pandemia da Covid-19 causou impactos em praticamente todas as áreas e setores ao redor do mundo. Com a produção acadêmica não foi diferente. Buscando identificar o impacto nas publicações científicas sobre a Amazônia, se analisou o conjunto de palavras-chaves dos artigos publicados antes e depois da pandemia ter chegado no Brasil⁴. A Figura 7 mostra a diferença das nuvens de palavras-chaves das redes pré e pós pandemia. A partir de 2020, a palavra-chave covid-19 começa a aparecer na rede, ficando na 36ª posição. Já em 2022 covid-19 passa a ser 10ª palavra-chave mais frequente da rede, mostrando que o tema passou a ser fortemente abordado pelos pesquisadores.

⁴ A separação pré pandêmica considerou os artigos de 2017, 2018 e 2019 e a pós pandêmica 2020, 2021 e 2022.

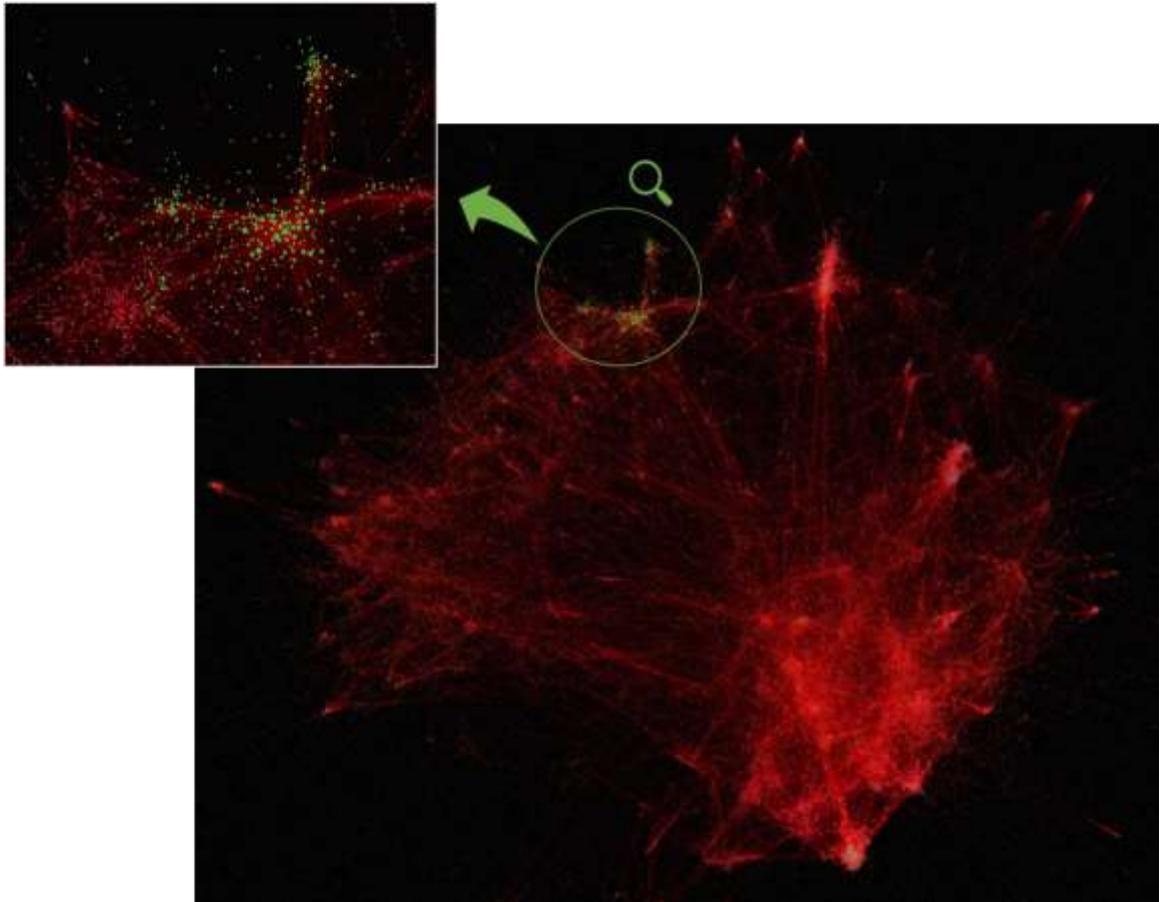


Figura 8: Identificação do cluster de covid-19. Fonte: Do autor, 2022.



Figura 9: Palavras-chaves do cluster sobre covid-19. Fonte: Do autor, 2022.

4.2.3. Caracterização da Rede – Clusters temáticos

Esta subseção apresenta o resultado do processo de caracterização da rede por clusters temáticos. No total foram analisados 12 clusters, sendo um deles o de covid-19 já abordado na subseção anterior. A Figura 10 apresenta os clusters

mapeados. Observa-se ainda na Figura 10 que há uma área onde houve uma baixa resolução semântica, isto é, ainda que o programa tenha conseguido clusterizar os artigos numa classe de modularidade, os temas ainda variaram consideravelmente. Isso é esperado em redes onde há uma pluralidade muito grande de temas. Para os clusters com maior resolução semântica, foram escolhidos os 12 maiores e analisados para uma caracterização da rede. Para cada cluster apresentado a seguir serão apresentadas as nuvens de palavras-chave e os 5 países que mais publicaram no cluster.

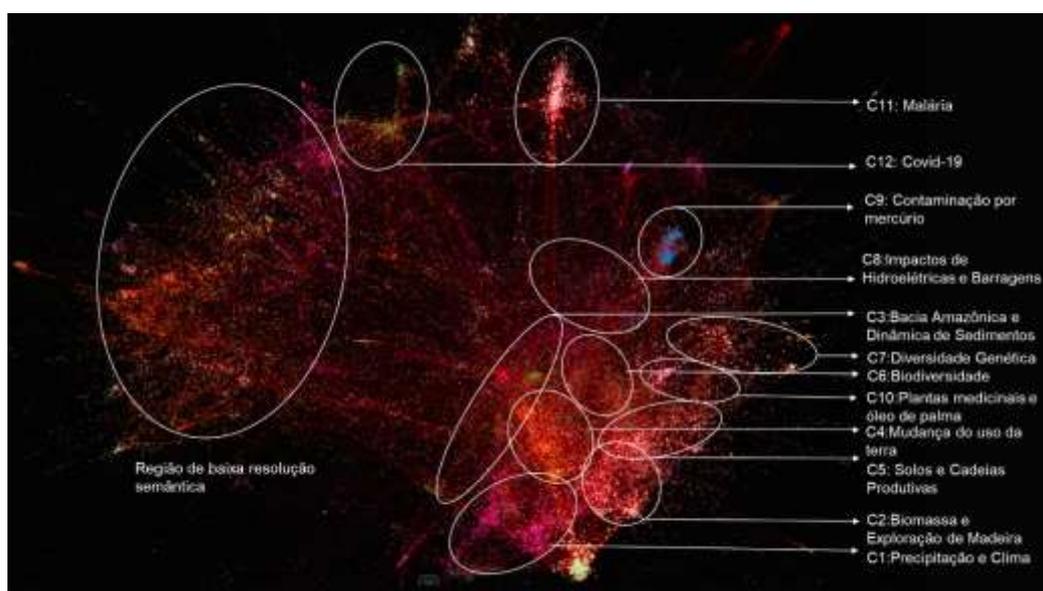


Figura 10: Clusters analisados no processo de caracterização da rede. Fonte: Do autor, 2022.

Cluster 1 – Precipitação e Clima

O primeiro cluster trata principalmente sobre os padrões de precipitação na região Amazônica. Na parte mais central e esquerda do cluster os temas variam entre: identificação de padrões de precipitação; estudos de causas e consequências das mudanças nos padrões; relação com a mudança climática; impactos na fauna, flora e dinâmica do ecossistema; e modelos de previsão, impactos e probabilidade. Há muito estudo também sobre avaliação, impactos e mudanças no ENSO - El Niño-Southern Oscillation⁵. Mais à direita da rede o tema passa ser sobre secas na região. Novamente os estudos tratam das causas e consequências das secas,

⁵ ENSO é um padrão climático recorrente envolvendo mudanças na temperatura das águas no Oceano Pacífico tropical central e oriental.

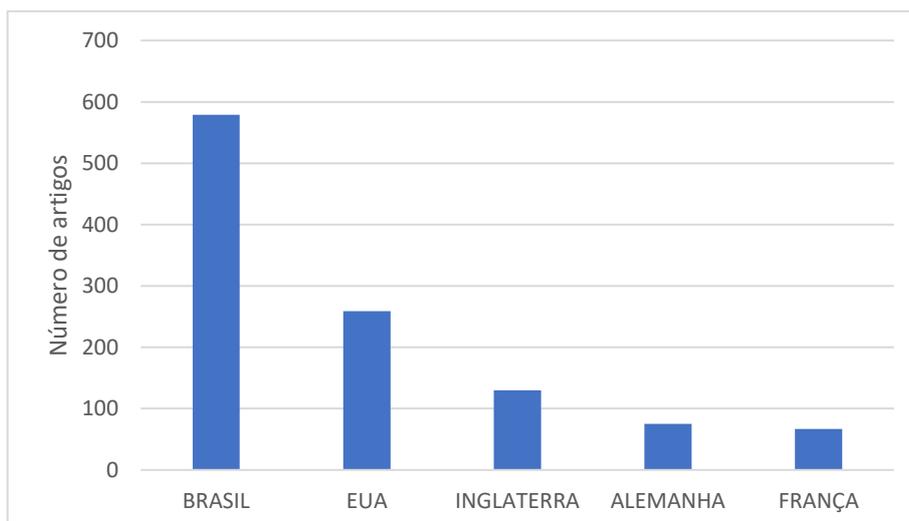


Figura 14: Países que mais publicam no cluster Biomassa e Exploração de Madeira. Fonte: Do autor, 2022.

Cluster 3 – Bacia Amazônica e Dinâmica de Sedimentos

O terceiro cluster trata de um conjunto amplo de temas relacionados com a bacia hidrográfica amazônica. As Figuras 15 e 16 apresentam a nuvem de palavras-chaves do cluster e os 5 países que mais publicaram no tema, respectivamente.

Os temas variam sobre a dinâmica hídrica da região avaliando histórico, disponibilidade de água, impacto das ações humanas, níveis de contaminação, relação com as mudanças climáticas e desmatamento. De maneira geral, o cluster traz assuntos associados com os serviços ecossistêmicos relacionados a água.

Na parte mais central e concentrada do cluster há uma forte predominância de artigos sobre a dinâmica de sedimentos suspensos. Os sedimentos suspensos desempenham um papel importante no ciclo de carbono e nutrientes, transportando-os das cabeceiras para os rios de planície e oceanos, e essa dinâmica é frequentemente modificada fundamentalmente por ações humanas. Nesse sentido, vários artigos buscam ampliar o conhecimento no tema. Assim como no cluster anterior, o Brasil se destacou como o país que mais publicou no tema, com 411 artigos.

Cluster 5 – Solo e Produtos Amazônicos

O quinto cluster trata em sua maioria sobre características de qualidade de solo da região amazônica. Vários dos estudos mostram como diferentes sistemas agroflorestais podem impactar na melhora ou piora da qualidade do solo. Os tipos de avaliação variam sobre as características físicas, químicas, de microbioma, nível de degradação, entre outros. Ainda que o principal fator atrativo do cluster seja o tema de solo, na periferia do cluster é possível identificar temas relacionados a diversos produtos amazônicos. A extremidade direita do cluster, por exemplo, agrega vários estudos sobre o sistema agroflorestal baseado em cacau, com indicações de que este sistema traria benefícios a qualidade do solo. Em áreas mais periféricas é possível identificar ainda estudos sobre o guaraná, açaí, cupuaçu e mamão. As Figuras 18 e 19 apresentam a nuvem de palavras-chaves do cluster e os 5 países que mais publicaram no tema, respectivamente. É interessante notar que neste cluster a presença de países amazônicos é bem maior forte, tendo o Brasil como o país com o maior número de publicações.

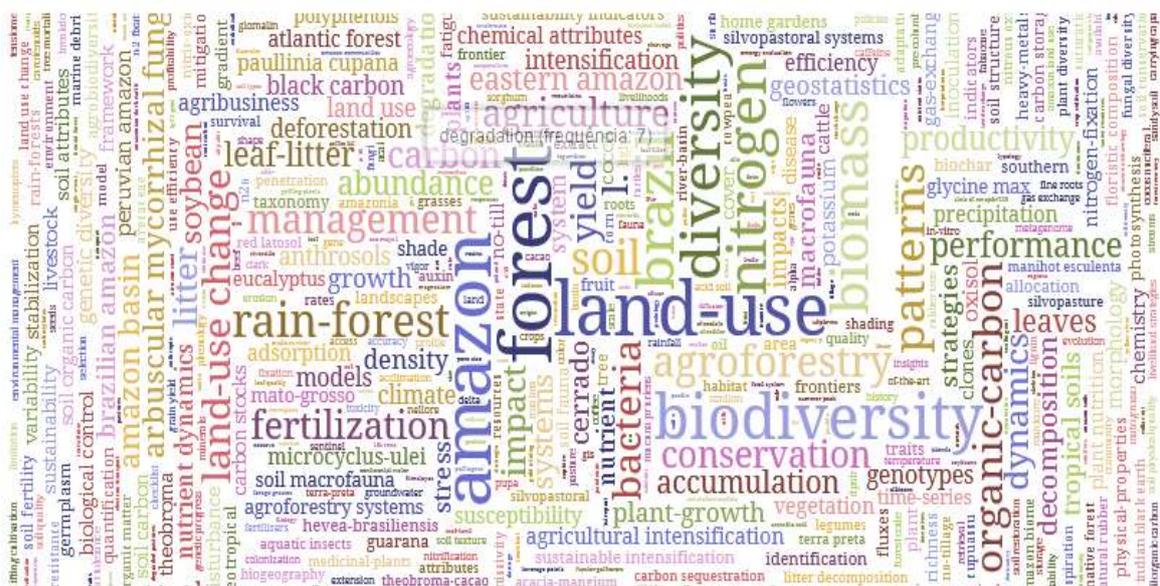


Figura 19: Nuvem de palavras-chaves do cluster Solo e Produtos Amazônicos. Fonte: Do autor, 2022.

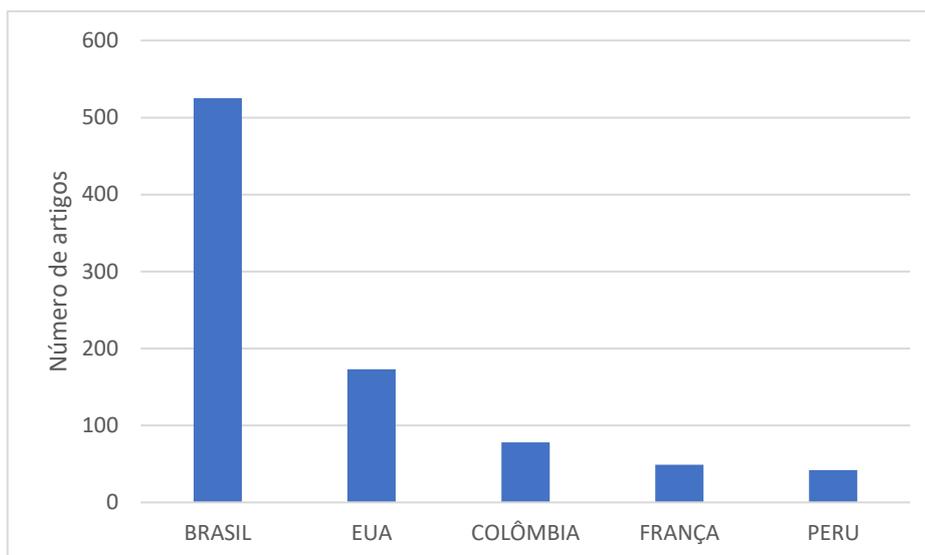


Figura 20: Países que mais publicam no cluster Solo e Produtos Amazônicos. Fonte: Do autor, 2022.

Cluster 6 – Biodiversidade

O sexto cluster é bastante concentrado e está fortemente relacionado com a conservação da biodiversidade. Os estudos abordam diversos aspectos relacionados com o acompanhamento dos padrões da fauna e flora amazônica. Várias espécies animais tem foco nesse clusters, mas os peixes e os insetos podem ser claramente destacados. Muitos estudos também focam em sementes nativas. A biodiversidade é tratada no cluster principalmente através de análises sobre o impacto de diferentes ações humanas, como desmatamento e construção de barragens, no equilíbrio desse ecossistema. As Figuras 21 e 22 apresentam a nuvem de palavras-chaves do cluster e os 5 países que mais publicaram no tema, respectivamente. Novamente este cluster mostrou a presença mais marcante de países amazônicos, tendo o Brasil como o país com o maior número de publicações.

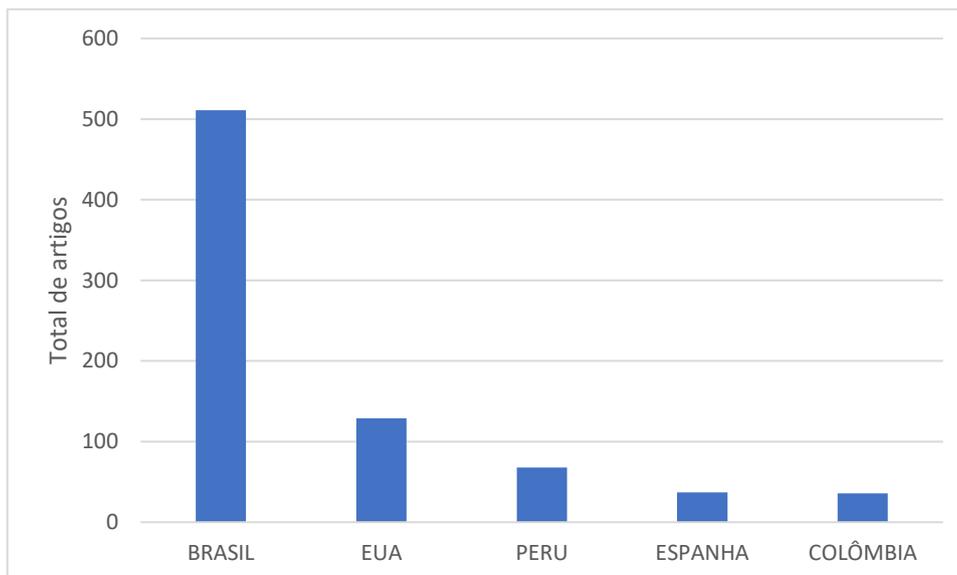


Figura 24: Países que mais publicam no cluster Diversidade Genética. Fonte: Do autor, 2022.

Cluster 8 – Impactos de Hidroelétricas e Barragens

O oitavo cluster está localizado numa parte bem central da rede e é relativamente concentrado. Os artigos tratam principalmente sobre hidrelétricas e barragens para diferentes objetivos. O foco é principalmente nos diferentes tipos de impactos que esses sistemas podem causar, tendo um destaque nas espécies de animais atingidas, a mudança hidrológica e as consequências sociais. Dentre as espécies animais, os peixes claramente são os mais estudados, mas vários estudos também tratam de outros animais como tartarugas e crocodilos. Na parte mais central do cluster há uma forte concentração de estudos sobre o complexo hidrelétrico do rio Madeira, com foco nos impactos. Na parte esquerda do cluster vários estudos falam sobre o papel do governo no uso de recursos naturais, sendo tratados temas como a elaboração de estratégias regionais e proteção legal. As Figuras 25 e 26 apresentam a nuvem de palavras-chaves do cluster e os 5 países que mais publicaram no tema, respectivamente.

a quantidade de mercúrio em comunidades que tem uma alimentação baseada na pesca local. Nas periferias do cluster é possível detectar a presença de artigos que tratam de outros tipos de metais pesados como contaminantes, tais como cobre e níquel. Ao contrário dos clusters anteriores, nota-se uma forte presença de países não amazônicos publicando sobre este tema. As Figuras 27 e 28 apresentam a nuvem de palavras-chave do cluster e os 5 países que mais publicaram no tema

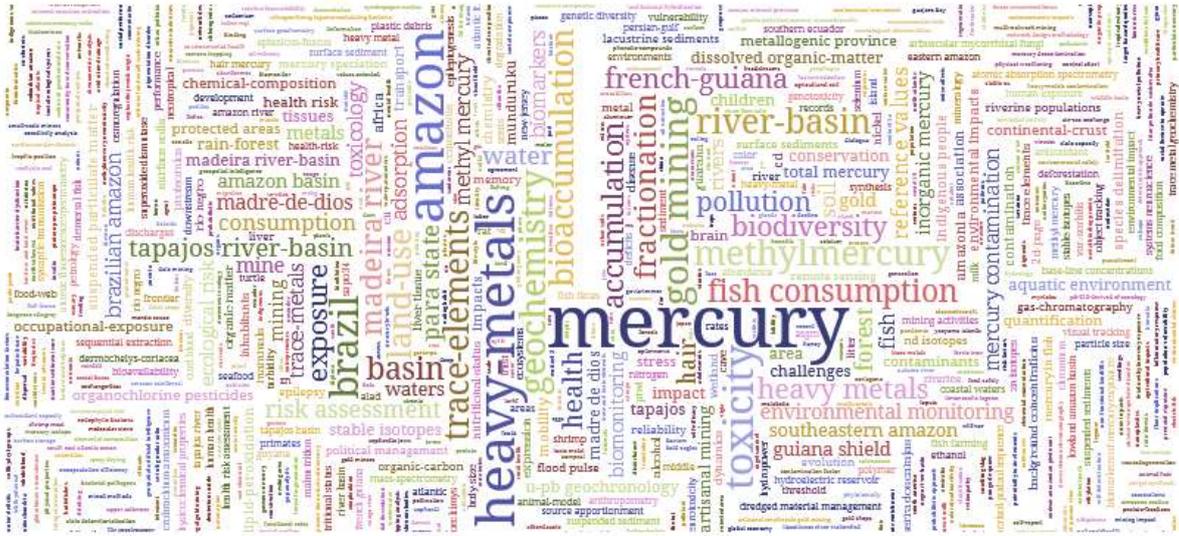


Figura 27: Nuvem de palavras-chave do cluster Contaminação por mercúrio e outros metais pesados. Fonte: Do autor, 2022.

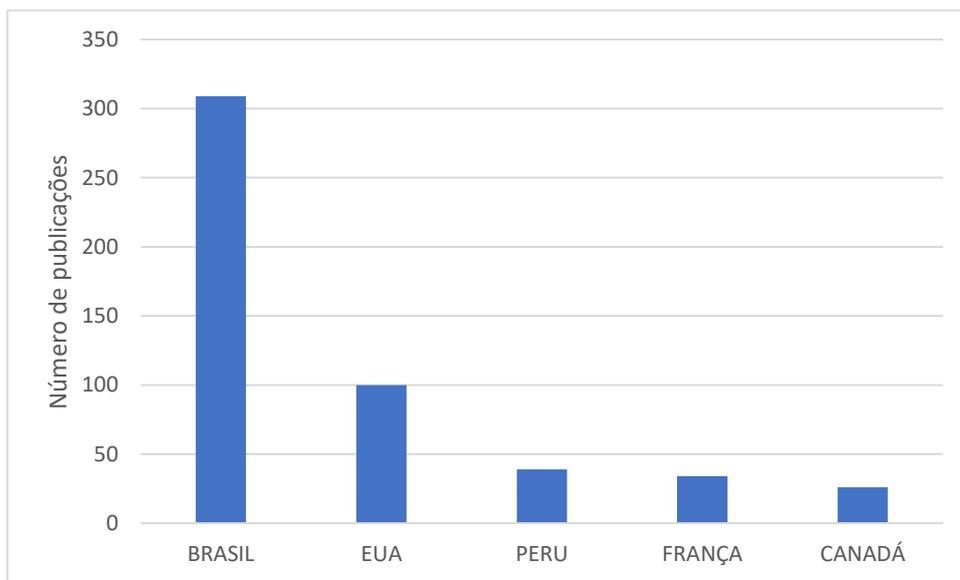


Figura 28: Países que mais publicam no cluster Contaminação por mercúrio e outros metais pesados. Fonte: Do autor, 2022..

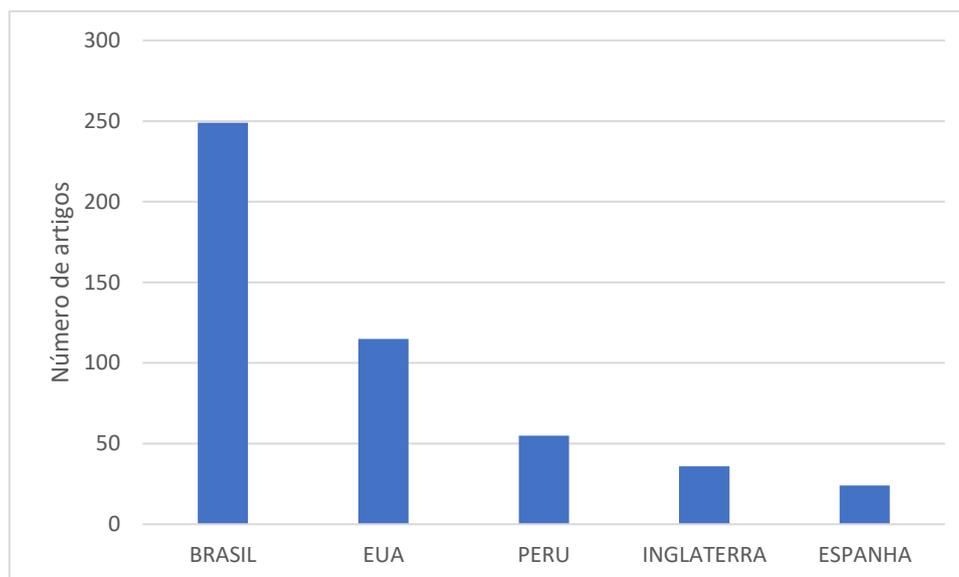


Figura 32: Países que mais publicam no cluster Malária. Fonte: Do autor, 2022.

Considerações adicionais sobre a análise dos clusters

O exercício de caracterizar a rede através de clusters temáticos deixou claro os diversos desafios que a região enfrenta. Foi possível identificar desafios novos, como o surto de covid-19, como também registrar problemas que há muitos anos acometem a região Amazônica, como o desmatamento, a contaminação do ecossistema por mercúrio e a disseminação da malária.

Por outro lado, também foi possível identificar as riquezas da região. Os clusters 5 - Solo e Produtos Amazônicos; 6 - Biodiversidade; 7 - Diversidade genética e 10 - Plantas Medicinais e Óleo de Palma, são alguns exemplos dentro da rede de estudos que tem buscado desenvolver uma bioeconomia na região.

Outro aspecto importante de destacar foi a presença do Brasil como o principal produtor de artigos em 10 dos 12 clusters analisados. Os clusters 1 - Precipitação e Clima e 12 – Covid-19, foram os únicos que tiveram o EUA como principal país de publicação e, ainda assim, o Brasil ficou em 2º lugar.

A forte presença do Brasil nos clusters já era esperada tendo em vista a sua maioria no número de publicações na rede completa. O Brasil está presente em 43% da rede total de artigos, o que é compreensível, uma vez que 60% desse bioma encontra-se em território nacional. A próxima subseção dará um foco nas publicações nacionais.

4.2.4. Panorama Nacional

Como mencionado anteriormente, 43% das publicações são brasileiras, isto é, 10.228 artigos. Entretanto, nem todos foram produzidos exclusivamente por instituições brasileiras, muitos foram desenvolvidos em parceria com um ou mais países. A Figura 33 mostra o perfil das publicações nacionais em relação às parcerias. É possível verificar que a maioria, 61,64% são exclusivamente nacionais. Uma parte considerável dos artigos (39,28%) é resultado da parceria Brasil-EUA. A Figura 34 mostra um mapa de calor com as parcerias que o Brasil realizou com outros países.

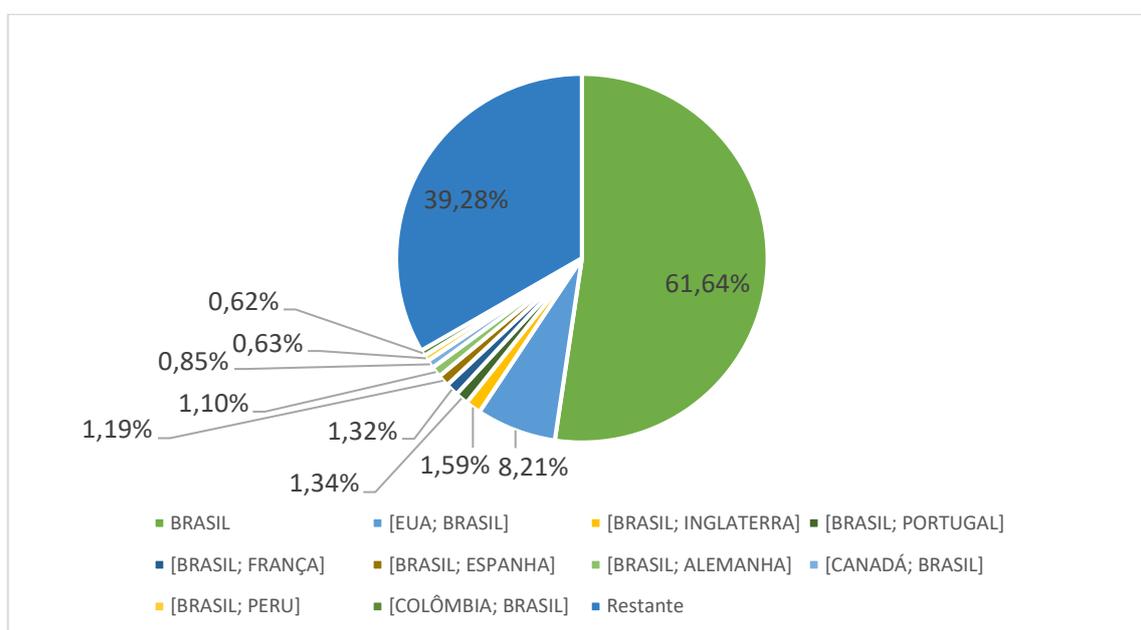


Figura 33: Distribuição de parceria entre os países nas publicações nacionais. Fonte: Do autor, 2022.



Figura 35: Nuvem de palavras-chaves das publicações brasileiras. Fonte: Do autor, 2022.

Figura 36 apresenta as instituições brasileiras que mais publicaram na rede Amazônica. Observa-se principalmente a presença de universidades e institutos de pesquisa da região norte, do estado de São Paulo e Federais como EMBRAPA e INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais).

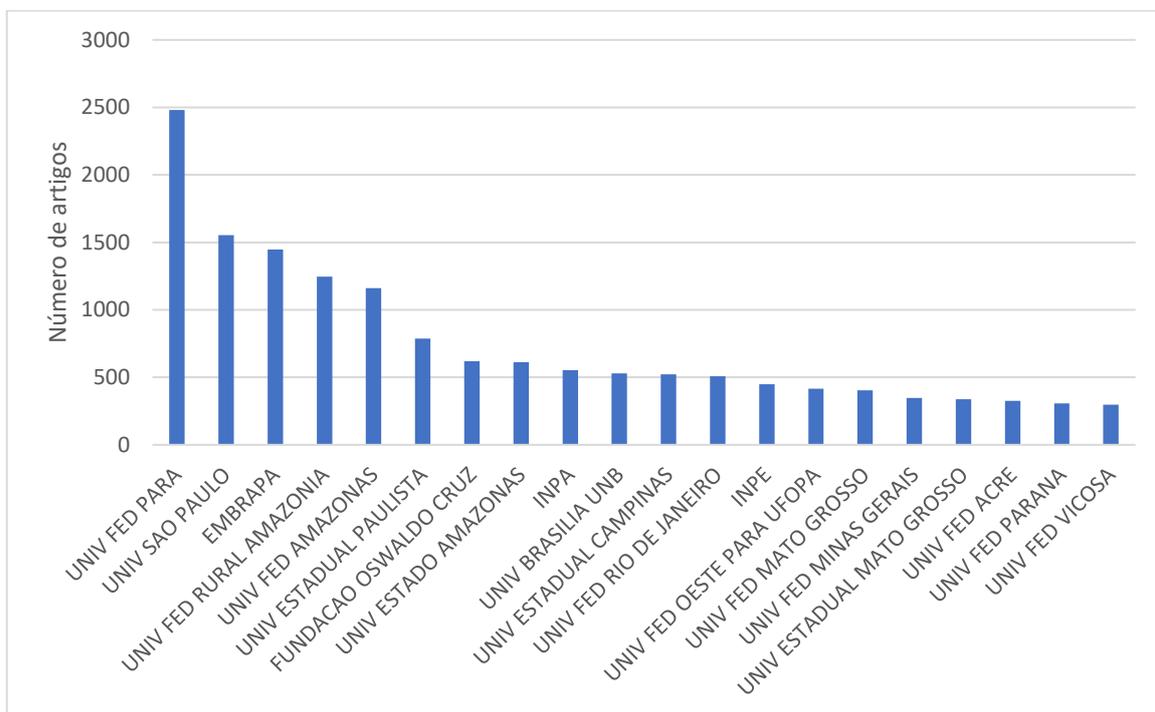


Figura 36: Instituições brasileiras que mais publicaram na rede. Fonte: Do autor, 2022.

Figura 37: Identificação de artigos sobre as matérias-primas amazônica. Fonte: Do autor, 2022.

O açaí foi a matéria-prima com maior número de artigos. Os estudos trataram de vários aspectos sobre o fruto, sua semente e a sua biomassa em geral. Muitos dos artigos trataram sobre os impactos do desmatamento e das mudanças climáticas na produção de açaí, mas também sobre o impacto que o crescimento da produção desse fruto pode trazer para o equilíbrio da floresta. A semente do açaí também foi alvo de muitas pesquisas, com avaliação de processos para produção de carvão ativado, biodiesel, microfilmes e outros. Vários estudos envolvendo biologia genética tinham o foco em caracterizar o fruto e toda a sua composição de biomassa, através de análises químicas, identificação de genes específicos e de propriedades antiinflamatórias e antioxidantes. Outros estudos ainda tocaram em aspectos como as técnicas de rastreabilidade do açaí e as condições de trabalho dos profissionais extrativistas.

Assim como para o açaí, vários estudos sobre a castanha do Pará e sobre o cacau também trataram dos impactos do desmatamento. No caso da castanha, uma grande quantidade de artigos também discutiu sobre sua diversidade genética, assim como suas propriedades nutricionais e antioxidantes. Outro foco frequente foi o óleo da castanha e análises sobre métodos de extração, benefícios e propriedades químicas e funcionais. Já no caso do cacau, muitos artigos trataram do sistema agroflorestal baseado em cacau, como foi visto na descrição do cluster Cluster 5 – Solo e Produtos Amazônicos. Outros estudos também discutiram técnicas de valorização, transformação e uso das sementes do fruto, assim como a relação entre o crescimento do setor e a relação com os que trabalham nele.

Da mesma forma que os casos anteriores, observou-se para o piper, guaraná e buriti muitos estudos relacionados com o mapeamento da diversidade genética desses produtos e sobre suas propriedades, principalmente, medicinais. No caso do piper, vários estudos avaliaram seu potencial antioxidante, inseticida, acaricida e antiparasitário. Para o guaraná houve pesquisas, por exemplo, também sobre seu potencial oxidantes e antiinflamatório.

De maneira geral é possível perceber que as discussões sobre os vários produtos, e produtos potenciais, da bioeconomia amazônica em geral giram em torno de três

grandes pontos. Um sendo o equilíbrio com a natureza, ou seja, tanto os impactos como desmatamento e mudanças climáticas como o próprio equilíbrio do ecossistema da produção de riqueza da floresta. O segundo ponto é compreender o valor real dessa bioeconomia, buscando identificar, entender e transformar os recursos biológicos da biodiversidade em produtos de alto valor. E o terceiro é o aspecto social que envolve essa dinâmica de valorização dos produtos da floresta, o que inclui, mas não somente, as comunidades e conhecimentos tradicionais.

5. Considerações Finais

Este boletim buscou contribuir com o conhecimento sobre a Bioeconomia Amazônica através do levantamento, tratamento e análise de informações sobre o tema de forma a gerar insumos para tomadas de decisão - sejam elas de caráter governamental, acadêmico, empresarial – para as partes interessadas do desenvolvimento de uma bioeconomia nacional baseada em biodiversidade.

As informações trazidas aqui através do mapeamento exploratório de iniciativas e da análise de artigos científicos, visaram contribuir como uma parte do entendimento sobre a complexidade da região amazônica, mas também sobre o seu potencial e importância. A maior parte do que foi analisado nesta publicação, deixa clara a forte relação de equilíbrio que precisa existir na região, não apenas o precioso equilíbrio físico, químico e biológico, mas também social.

Vale ressaltar que este boletim trouxe dados dos últimos cinco anos, o que sem dúvida limita a ampla conscientização sobre o que tem sido gerado de conhecimento sobre o tema. Ainda assim, a metodologia desenvolvida conseguiu levantar dados sobre a Amazônia sem que houvesse nenhum filtro pré-determinado que pudesse conter um enviesamento por parte dos analistas. Um esforço relevante foi aplicado no desenvolvimento dessa metodologia de modo que tal objetivo fosse alcançado.

Assim como as duas primeiras edições do Boletim da Bioeconomia, essa terceira edição procurou trazer mais uma peça do complexo quebra-cabeça que é o exercício de compreender, e buscar desenvolver, a bioeconomia brasileira.

Agradecimentos

Concertação pela Amazônia

Coalizão Brasil, Clima, Florestas e Agricultura

Referências

Abramovay, 2021. Conhecimento de povos da floresta pode revolucionar indústria farmacêutica. Disponível

em:<https://ricardoabramovay.com/2021/01/conhecimento-de-povos-da-floresta-pode-revolucionar-industria-farmaceutica/>. Acesso em dezembro de 2022.

Amazônia 4.0, 2022. Disponível em: <https://amazonia4.org/>. Acesso em dezembro de 2022.

Amazônia Possível. 10 Princípios Empresariais para uma Amazônia Sustentável 10 Princípios Empresariais para uma Amazônia Sustentável. Disponível em: https://d15k2d11r6t6rl.cloudfront.net/public/users/Integrators/7ba73aaa-3da9-4cf1-abf2-ccc85dea5875/uid_3084837/AMP_10P_Empresariais_30.07.20.pdf. Acesso em dezembro de 2022.

Bergamo, Daniel; Zerbini, Olivia; Pinho, Patricia; Moutinho, Paulo. 2022. The Amazon bioeconomy: Beyond the use of forest product. Ecological Economics. 199.-

Centro de Orquestração de Inovações – COI, 2022. Bioeconomia Amazônica: uma navegação pelas fronteiras científicas e potenciais de inovação. Projeto da World-Transforming Technologies (WTT). 2022.

CGEE (2020a). Espaço conceitual da Bioeconomia. **Centro de Gestão e Estudos Estratégicos**. Brasília. 2020.

Costa. F. A., Ciasca, B.S., Castro, E.C.C., Barreiros, R.M.M., Folhes, R.T., Bergamini, L.L., Solyno Sobrinho, S.A., Cruz, A., Costa, J. A., Simões, J., Almeida, J.S., Souza, H.M. Bioeconomia da sociobiodiversidade no estado do Pará. Brasília:

Sumário Executivo, DF: The Nature Conservancy (TNC Brasil), Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), Natura, 2021.

HUBBELL, S. P. et al. How many tree species are there in the Amazon and how many of them will go extinct? Proc. Natl. Acad. Sci., v. 105, p. 11498-11504, 2008. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Hans-Ter-Steege/publication/23163844_How_many_tree_species_are_there_in_the_Amazon_and_how_many_of_them_will_go_extinct/links/09e4150ae024c579aa000000/How-many-tree-species-are-there-in-the-Amazon-and-howmany-of-them-will-go-extinct.pdf. Acesso em: dezembro de 2022.

INSTITUTO ESCOLHAS. Destravando a agenda da Bioeconomia: soluções para impulsionar o uso sustentável dos recursos genéticos e conhecimento tradicional no Brasil, 2021. 17 p. Disponível em: <https://www.escolhas.org/wp-content/uploads/Destravando-a-agenda-da-Bioeconomia-recursos-gen%C3%A9ticos-e-conhecimentotradicional-no-Brasil-Sum%C3%A1rio-Executivo-.pdf>. Acesso em: dezembro de 2022.

Um só planeta. COP15: mundo ganha acordo global de proteção da biodiversidade. Disponível em: <https://umsoplaneta.globo.com/biodiversidade/noticia/2022/12/19/cop15-mundo-ganha-acordo-global-de-protecao-da-biodiversidade-veja-os-destaques.ghtml>. Acesso em dezembro de 2022.