

Terceiro Boletim de Bioeconomia

Bioeconomia Amazônica



Brasília, DF

Dezembro, 2022

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE)

Organização social supervisionada pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI)

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.

43p.: 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.cgее.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. 43p.

Este relatório é parte integrante das atividades desenvolvidas no âmbito do 2ª Contrato de Gestão CGEE. – 18º 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)

Assistente 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	39
5. Considerações Finais	41

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”.

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

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

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, 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 fármacos.

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 desenvolvimento 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; Nobre & Nobre, 2019). Um estudo organizado pela Associação Brasileira de Bioinovação (ABBI) estimou que a bioeconomia pode adicionar US\$ 284 bi à indústria brasileira até 2050 (ABBI, 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 tem 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); o estudo *Bioeconomia Amazônica: uma navegação pelas fronteiras científicas e potenciais de inovação* (COI, 2022); e a proposta do Amazon Institute of Technology (AmIT) como parte do programa Amazônia 4.0 (AmIT, 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.

Nesse 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. Esse 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 do 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 esse motivo, optou-se por analisar uma rede “Amazônia”, e dentro dela, identificar aspectos relacionados à Bioeconomia. A Figura 1 resume os processos metodológicos usados para cada uma das edições dos boletins.

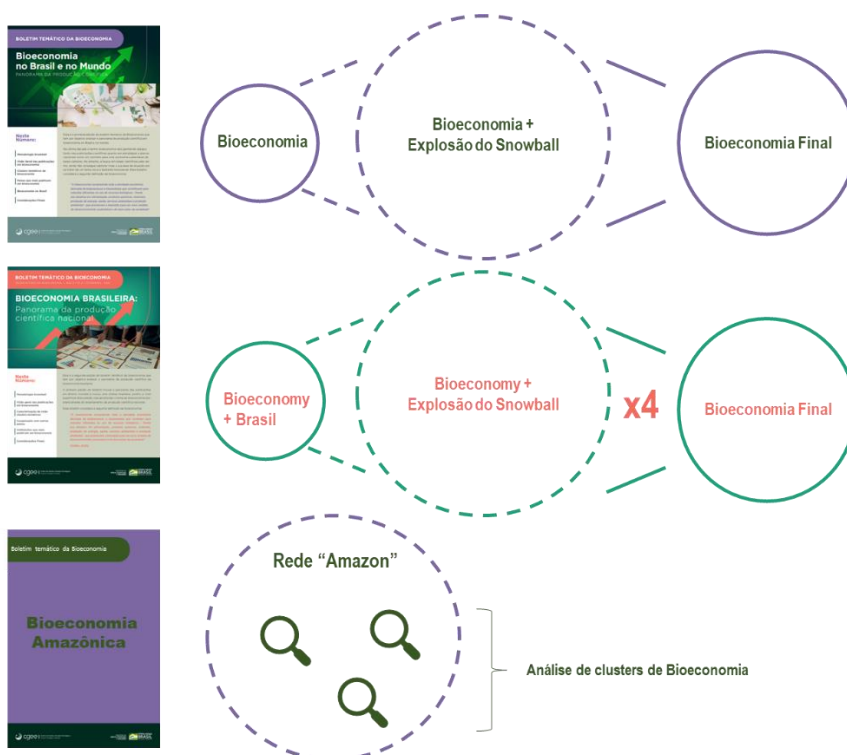


Figura 1: Descrição dos processos metodológicos para os três boletins da bioeconomia. Fonte: Do autor, 2022.

3. Mapeamento exploratório de iniciativas em Bioeconomia Amazônica

Considerando a pluralidade do panorama amazônico no Brasil, fez-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 voltadas para a valorização dos potenciais da região. Essas relações procuram não só enfrentar e suplantar a complexidade

mencionada na seção anterior, mas principalmente fazer proveito sustentável de uma riqueza nacional.

Durante a elaboração do escopo deste boletim, a equipe responsável participou de grupos de trabalho e debates com especialistas. Assim, a equipe técnica fez contato e integrou as atividades dos Grupos de Trabalho (GT) em bioeconomia promovido pelas organizações: Coalizão Brasil, Clima, Florestas e Agricultura e Uma Concertação pela Amazônia.

A participação nesses grupos e subgrupos de discussão permitiu não apenas uma rede ampla de contato e entendimento sobre o tema, mas também rendeu insumos para dar base ao mapeamento. Com isso, foi possível investigar mais a fundo cada organização e encontrar outras iniciativas, trabalhos e projetos sobre o tema Bioeconomia na Amazônia, o que revelou a dinâmica de apoio intra e inter institucional necessário nessa questão.

A Figura 2 mostra o mapeamento de iniciativas realizado. Conforme as interações dos agentes se dão, diversas iniciativas surgem para facilitar o entendimento dessas conexões. O presente mapa mostra as interações entre organizações sociais, fundações, ONGs, universidades, bancos, agentes financiadores e empresas privadas.

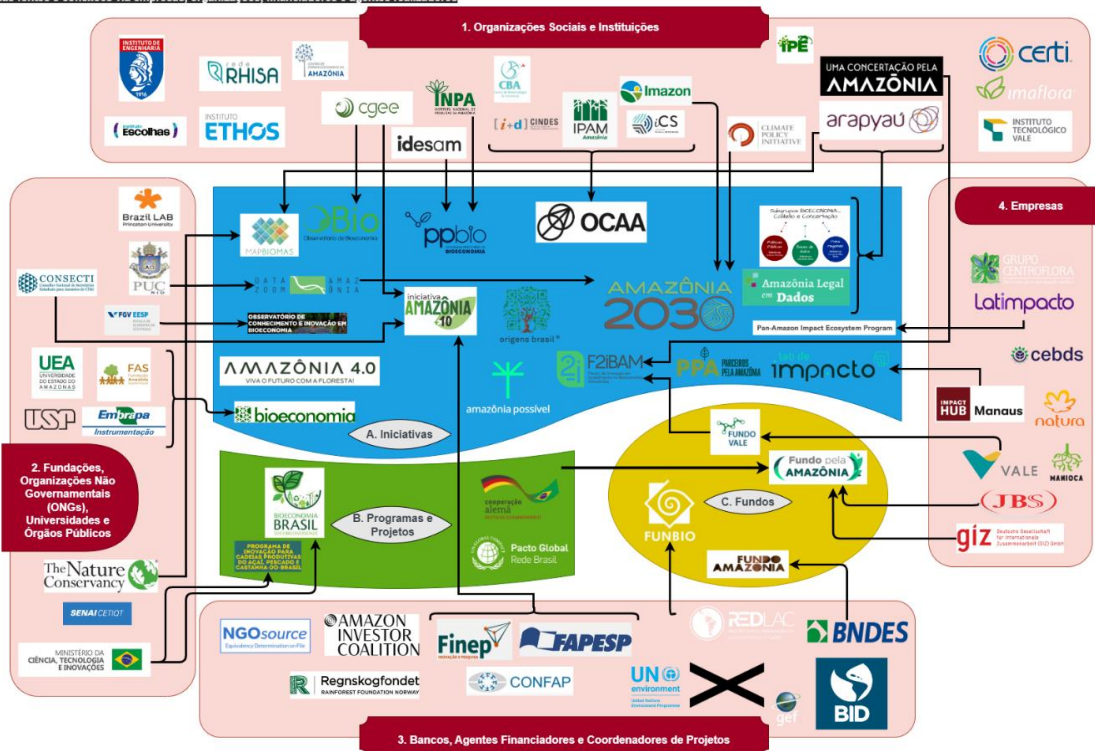


Figura 2: Mapeamento de iniciativas em bioeconomia na Amazônia. Fonte: Do autor, 2022.

No centro da Figura 2 se localiza os diferentes projetos e iniciativas que vêm auxiliando a promoção da 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.

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, Amazônia Legal em dados, Data Zoom Amazônia, MapBiomias e o subgrupo de análise de dados dos GTs mencionados. Cada um busca quantificar diferentes aspectos da região, além de poder monitorar dados, principalmente no âmbito dos recursos disponíveis na região da Amazônia Legal. Tem-se ainda iniciativas como o Amazônia 4.0, preocupada em desenvolver tecnologias para aumentar o valor agregado das diferentes cadeias produtivas locais.

Existem iniciativas com o foco na economia local. Nesse 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, existe a rede Origens Brasil, que se posiciona como um selo de garantia da produção sustentável e da boa relação entre setor privado e povos originários no desenvolvimento e produção comercial.

Vale mencionar ainda ações que apoiam o desenvolvimento de estudos e a injeção direta de recursos. Sendo esse o caso da Amazônia+10, do Programa Brasil Bioeconomia e Sociobiodiversidade, do FunBio e do Fundo pela Amazônia, que 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 da 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, o exame da rede com foco numa observação pré e pós pandêmica, a caracterização da rede por clusters temáticos, e um 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 à 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 à 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.

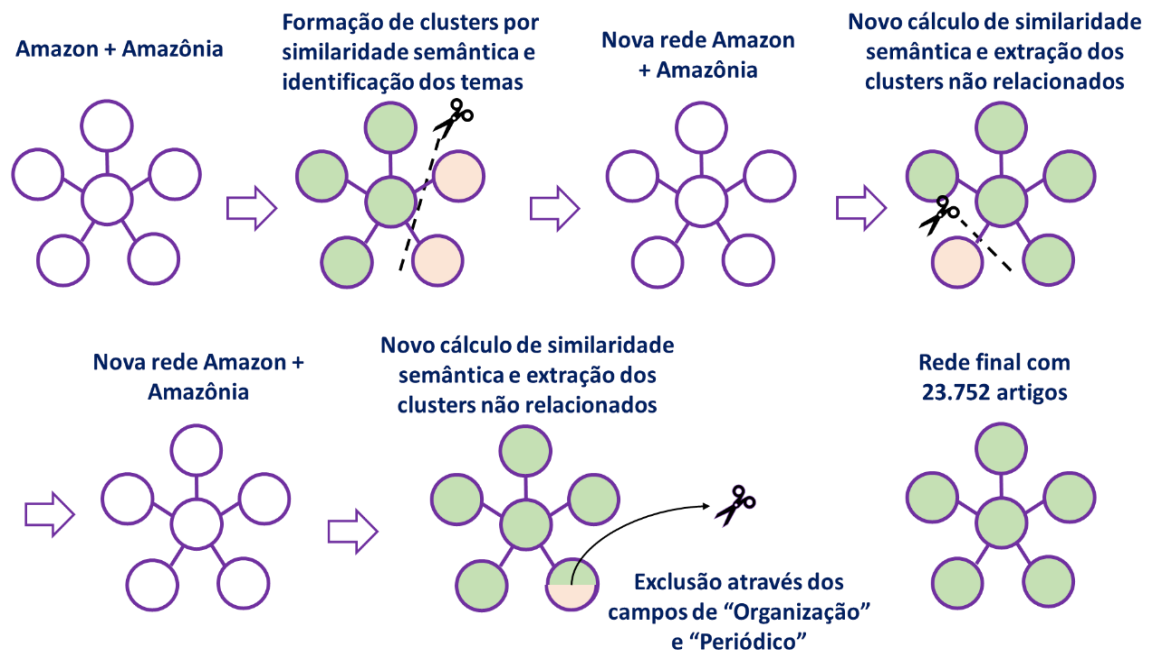


Figura 3: Metodologia para desenvolvimento da rede Amazônia. Fonte: Do autor, 2022.

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

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



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.

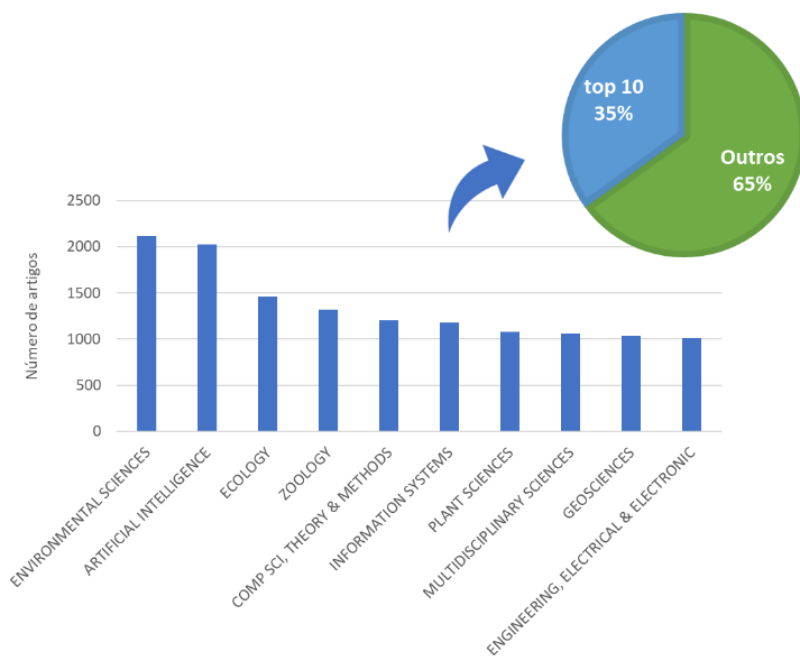


Figura 5: Áreas do conhecimento (Web of Science). Fonte: Do autor, 2022.

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.

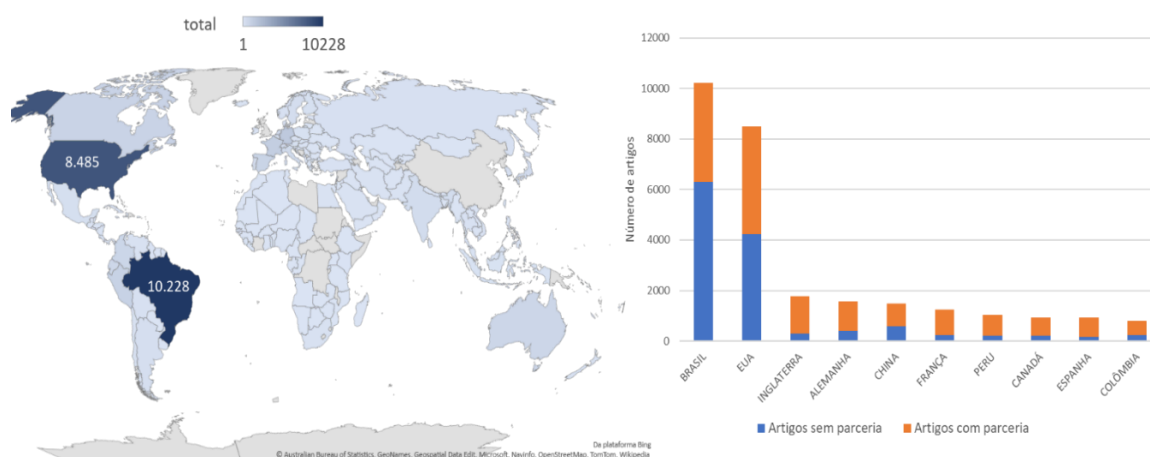


Figura 6: Análise dos países que mais publicam na rede Amazônia. Fonte: Do autor, 2022.

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 7: Nuvens de palavras-chaves pré e pós pandemia. Fonte: Do autor, 2022.

Foi possível também identificar a formação de um cluster temático na parte superior da rede sobre o tema covid-19 (Figura 8). Esse cluster reuniu 502 artigos e apresentou o perfil de palavras-chaves mostrado na Figura 9. Na parte mais central desse cluster os temas focaram em torno dos impactos que a pandemia causou sob diferentes óticas: stress pós-traumático, mudança na rotina das famílias, desinformação, papel da mídia, impacto no sistema de saúde, entre outros. Já a parte superior do cluster apresentou artigos principalmente sobre a variante gama e o impacto da covid-19 em comunidades tradicionais.

No contexto da rede geral, percebe-se que a região que agrupava artigos sobre questões de saúde teve um crescimento considerável, ao redor do cluster de covid-19, outros temas da área da saúde podem ser identificados, como temas sobre sistema público de saúde, saúde mental, outras doenças respiratórias como tuberculose e impactos de diferentes drogas na saúde de jovens e adultos. Ou seja, a área de saúde, que já era grande parte da rede sobre Amazônia, teve um impacto importante no período pandêmico. A próxima seção vai apresentar mais detalhes sobre esse processo de caracterização da rede através de clusters temáticos

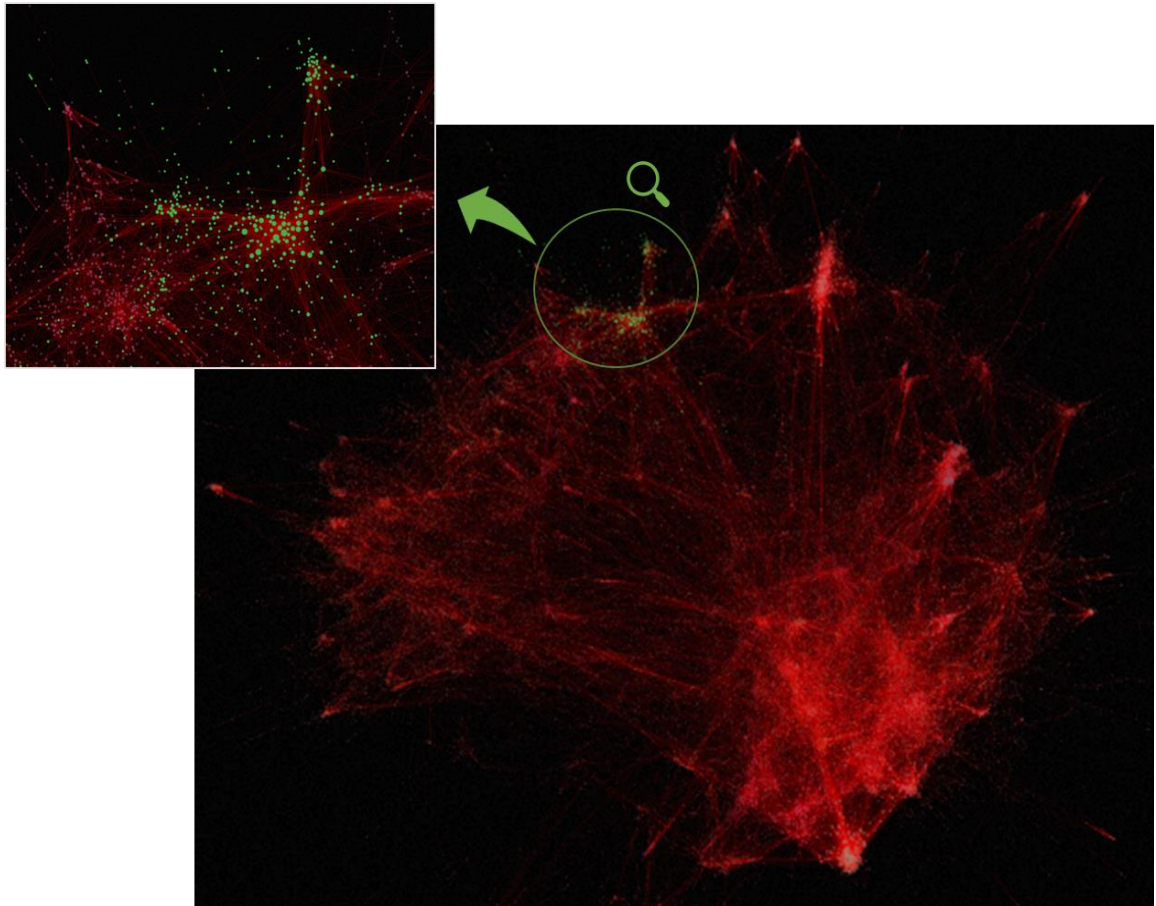


Figura 8: Identificação do cluster de covid-19. Fonte: Do autor, 2022.

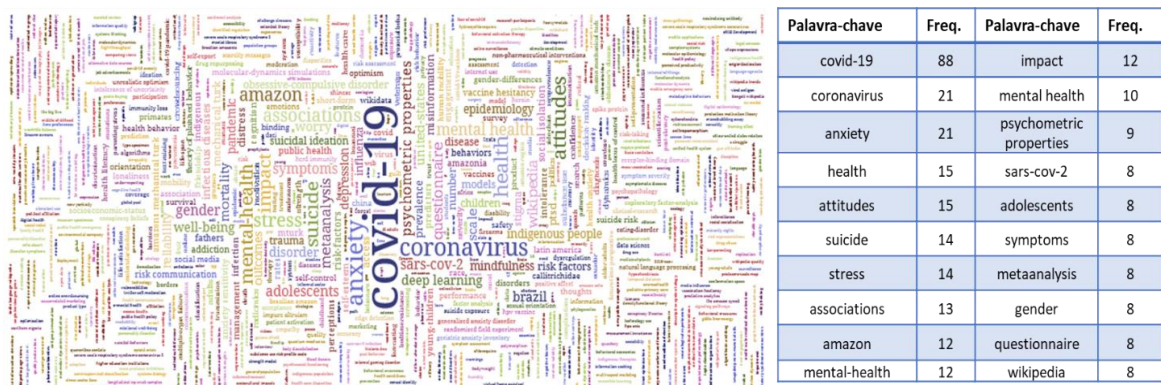


Figura 9: Palavras-chaves do cluster sobre covid-19. Fonte: Do autor, 2022.

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.

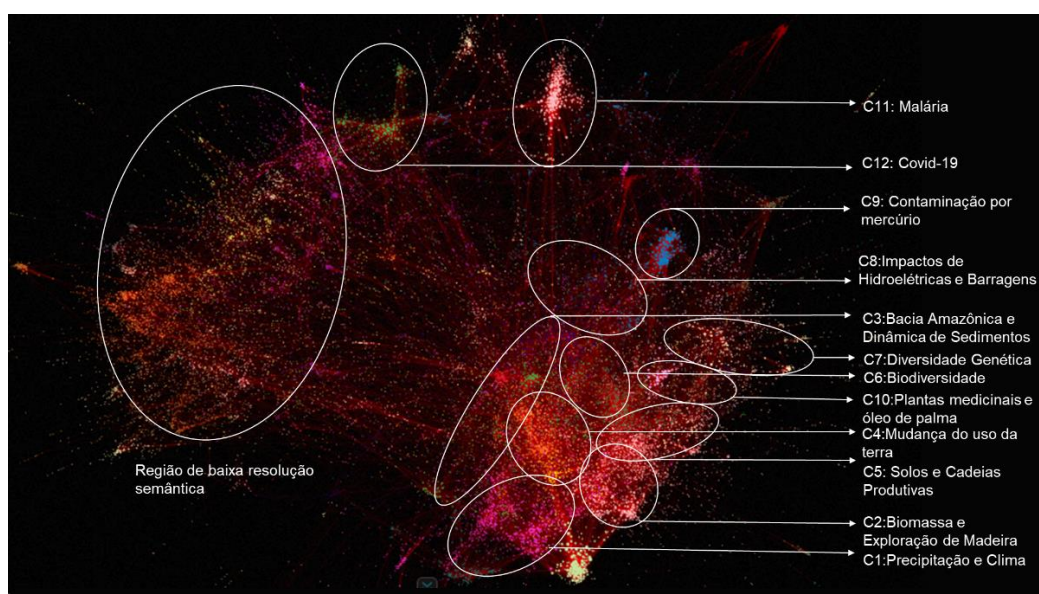


Figura 10: Clusters analisados no processo de caracterização da rede. Fonte: Do autor, 2022.

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.

avaliam impactos, propõem explicações e soluções e discutem sobre modelos e cenários para o futuro. As Figuras 11 e 12 apresentam a nuvem de palavras-chaves do cluster e os 5 países que mais publicaram no tema, respectivamente. Observe dentro os top 5 que apenas o Brasil é um país amazônico, com 417 artigos.



Figura 11: Nuvem de palavras-chaves do cluster Precipitação e Clima. Fonte: Do autor, 2022.

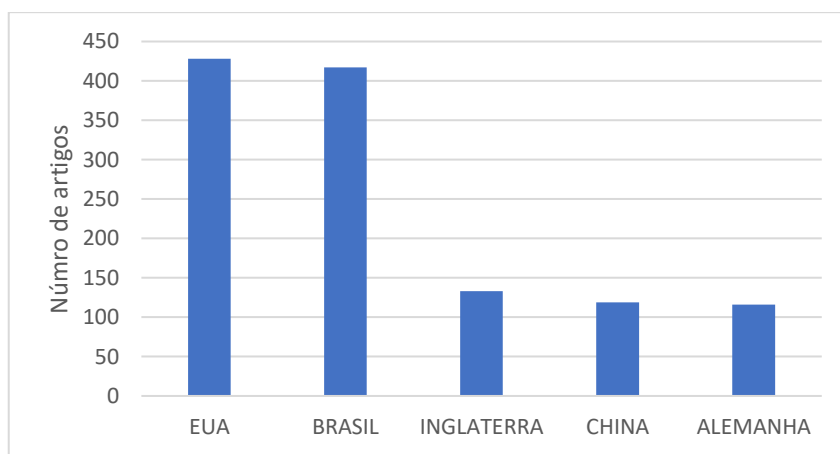


Figura 12: Países que mais publicam no cluster Precipitação e Clima. Fonte: Do autor, 2022.

Cluster 2 – Biomassa e exploração de madeira

O segundo cluster está associado a biomassa de madeira e a sua exploração, também conhecida como **logging**. O **logging seletivo**, isto é, um método que foca no corte de árvores selecionadas de forma a manter as menos produtivas na floresta, foi um tema bastante frequente na rede. O **logging seletivo** foi discutido de diversas formas, dentre as quais: impactos da ação em diferentes espécies da fauna e flora, mudanças no perfil de emissão de carbono, avaliação do processo

de recuperação do ecossistema e desenvolvimento de ferramentas digitais para otimizar e avaliar o processo.

De maneira geral o cluster focou na biomassa de madeira. Além dos vários estudos sobre logging também foram identificados estudos dessa biomassa para produção de biocombustíveis, uso das cinzas para fertilizantes e aditivos de solos, produção para geração de créditos de carbono, entre outros. As Figuras 13 e 14 apresentam a nuvem de palavras-chaves do cluster e os 5 países que mais publicaram no tema, respectivamente. Para este cluster o Brasil se destacou como o país que mais publicou, com 579 artigos.



Figura 13: Nuvem de palavras-chave do cluster Biomassa e Exploração de Madeira. Fonte: Do autor, 2022.

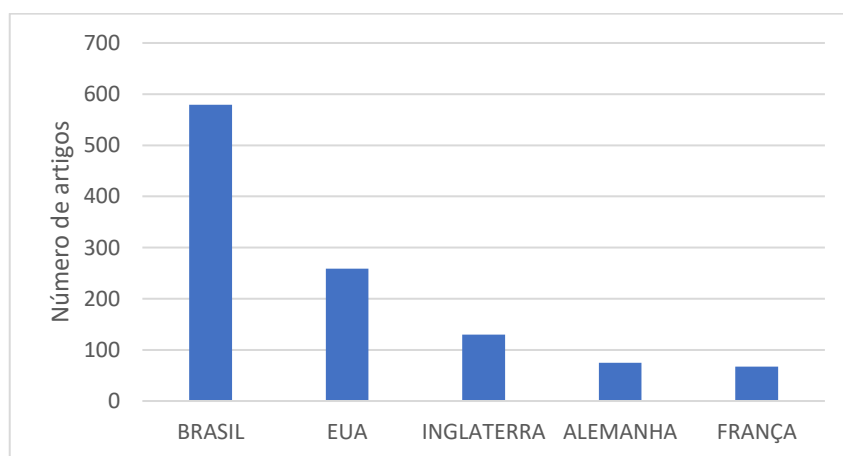


Figura 14: Países que mais publicam no cluster Biomassa e Exploração de Madeira. Fonte: Do autor, 2022.

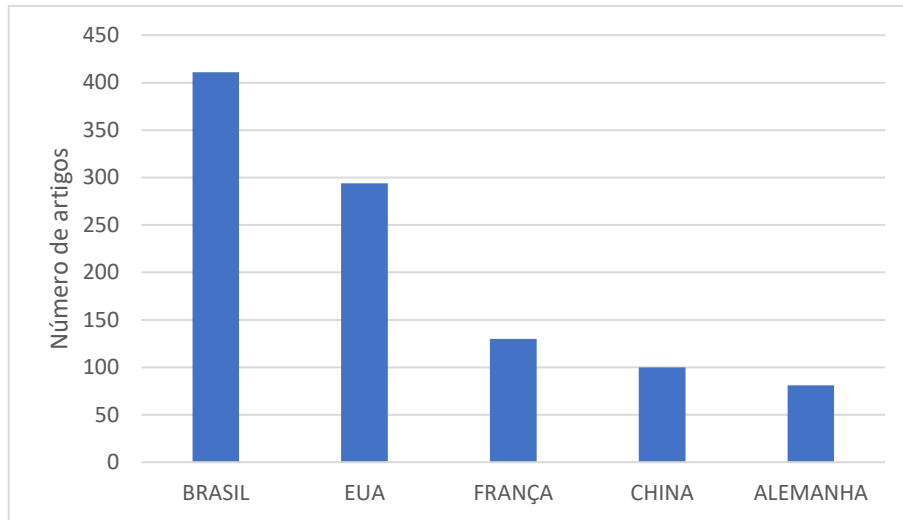


Figura 16: Países que mais publicam no cluster Bacia Amazônica e Dinâmica de Sedimentos. Fonte: Do autor, 2022.

Cluster 4 – Mudança do Uso da Terra

O quarto cluster é bastante concentrado e agrupa artigos sobre o tema de mudança do uso da terra. A maioria dos artigos discutem o desmatamento da região amazônica sob várias perspectivas, tais como: impacto da agricultura - principalmente com a monocultura de soja –; relação do desmatamento com longos períodos de seca, mudança na dinâmica hídrica da região e perda de biodiversidade; modelos para estimar e medir regiões de desmatamento; avaliação de emissões de carbono associado a mudança do uso da terra; e estudos sobre o papel, as formas de atuação e os resultados de ações de proteção legal. As Figuras 17 e 18 apresentam a nuvem de palavras-chaves do cluster e os 5 países que mais publicaram no tema, respectivamente. Novamente o Brasil é o principal país que publica no tema, com 400 artigos no cluster.

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.

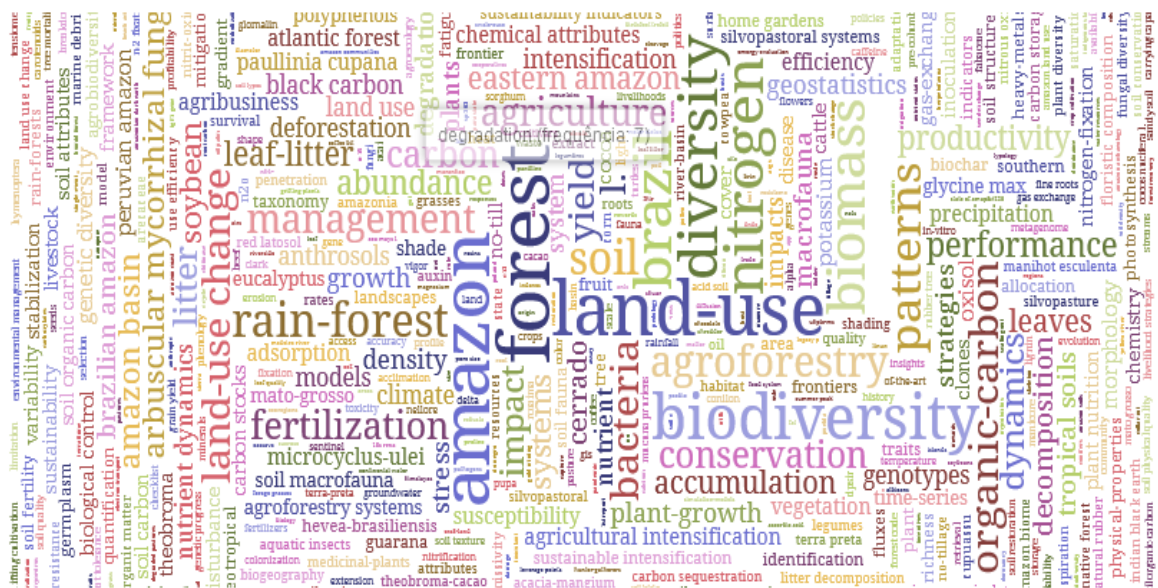


Figura 19: Nuvem de palavras-chave do cluster Solo e Produtos Amazônicos. Fonte: Do autor, 2022.

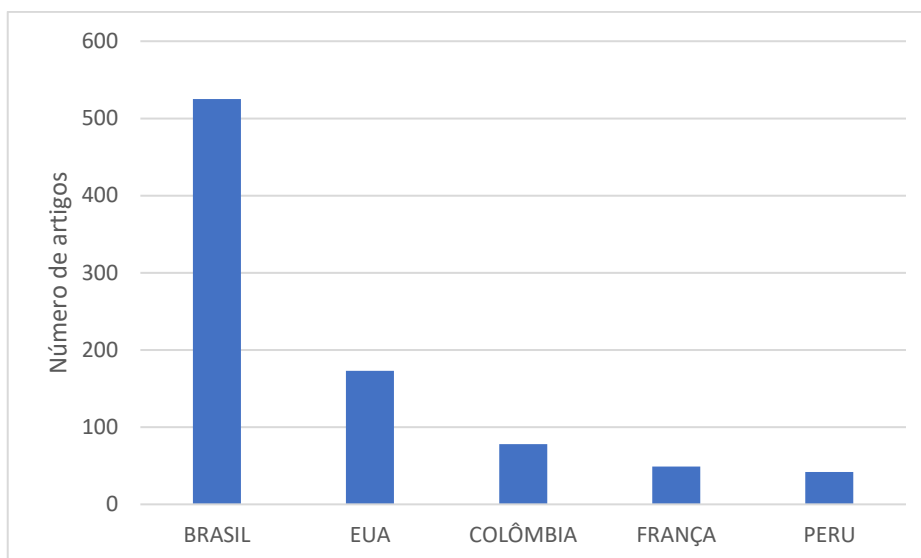


Figura 20: Países que mais publicam no cluster Solo e Produtos Amazônicos. Fonte: Do autor, 2022.

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.

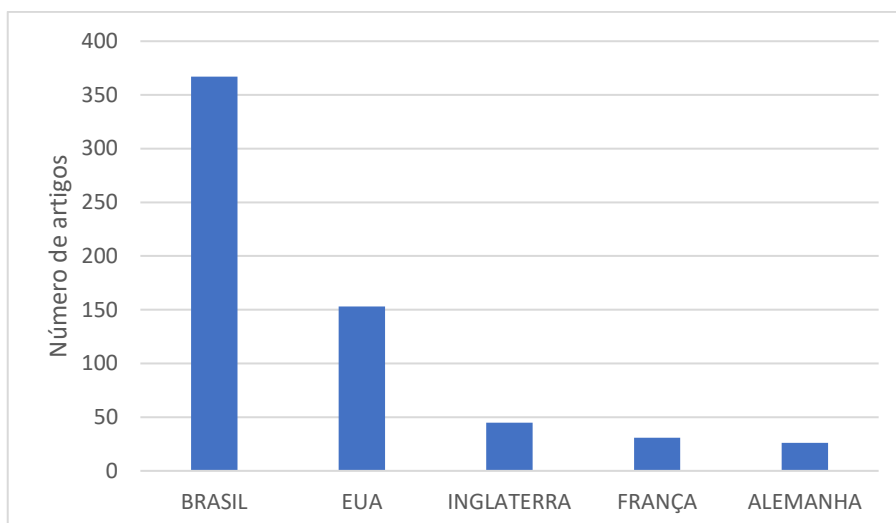


Figura 26: Países que mais publicam no cluster Impactos de Hidroelétricas e Barragens. Fonte: Do autor, 2022.

Cluster 9 – Contaminação por mercúrio e outros metais pesados.

O nono cluster é um dos mais concentrado da rede e tem foco voltado para a contaminação de humanos e do ecossistema amazônico por mercúrio e outros tipos de bioacumulação. A mineração de ouro artesanal e de pequena escala geram a disseminação de uma grande quantidade de mercúrio para o meio ambiente que acabam por se acumular no solo, nas plantas, nos animais e nos seres humanos, principalmente através do consumo de peixes. Muito dos estudos focam em medir 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-chaves do cluster e os 5 países que mais publicaram no tema

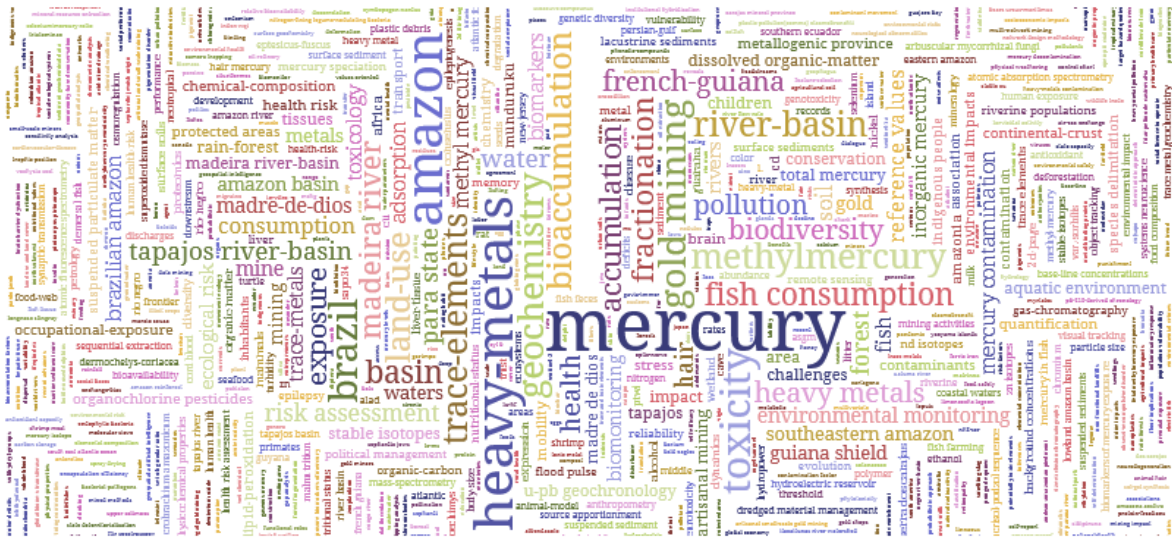


Figura 27: Nuvem de palavras-chave do cluster Contaminação por mercúrio e outros metais pesados. Fonte: Do autor, 2022.

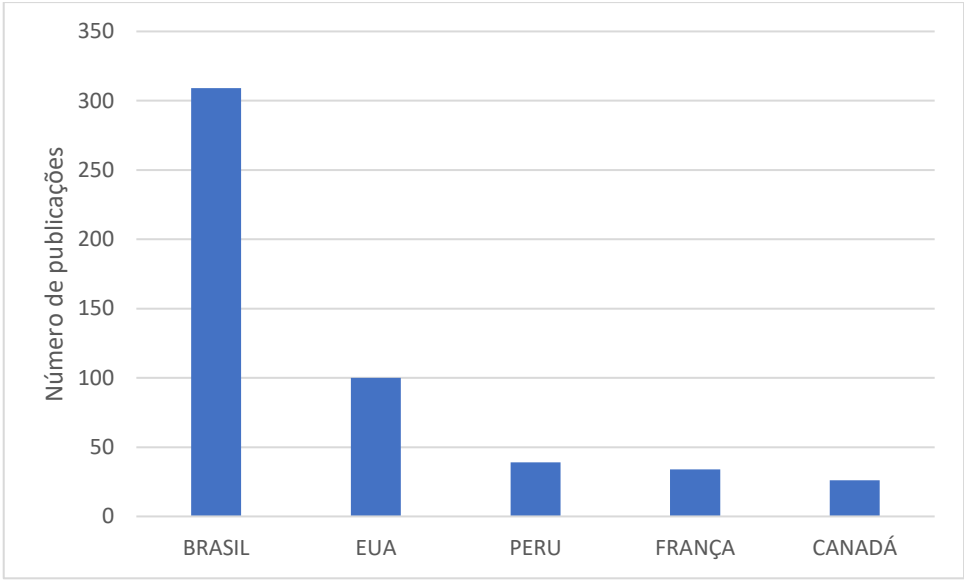


Figura 28: Países que mais publicam no cluster Contaminação por mercúrio e outros metais pesados. Fonte: Do autor, 2022.

Cluster 10 – Plantas Medicinais e Óleo de Palma

O décimo cluster está dividido em duas regiões, uma maior mais dispersa, com temas mais variados, e uma mais concentrada. A nuvem de palavras-chaves do décimo cluster pode ser vista na Figura 29. No primeiro caso, os artigos tratam de uma variedade de plantas e substâncias com efeitos medicinais. Vários estudos

análise das propriedades antioxidantes, antibacterianas, além de caracterizar diversos tipos de óleos essenciais.

No segundo caso, uma parte dos artigos ficou concentrada sobre o tema de óleo de palma. Vários estudos analisam os impactos tanto da monocultura quanto do modelo agroflorestal para a produção de óleo de palma. No caso especial do Brasil, há estudos sobre o impacto do Programa Federal de Produção Sustentável de Óleo de Palma (PSOP) de 2010. Além do destaque para o Brasil como principal país que publica no tema, pelo gráfico da Figura 30, vale destacar pela primeira vez o Equador entre os 5 países que mais publicam no cluster.



Figura 29: Nuvem de palavras-chave do cluster Plantas Mediciniais e Óleo de Palma. Fonte: Do autor, 2022.

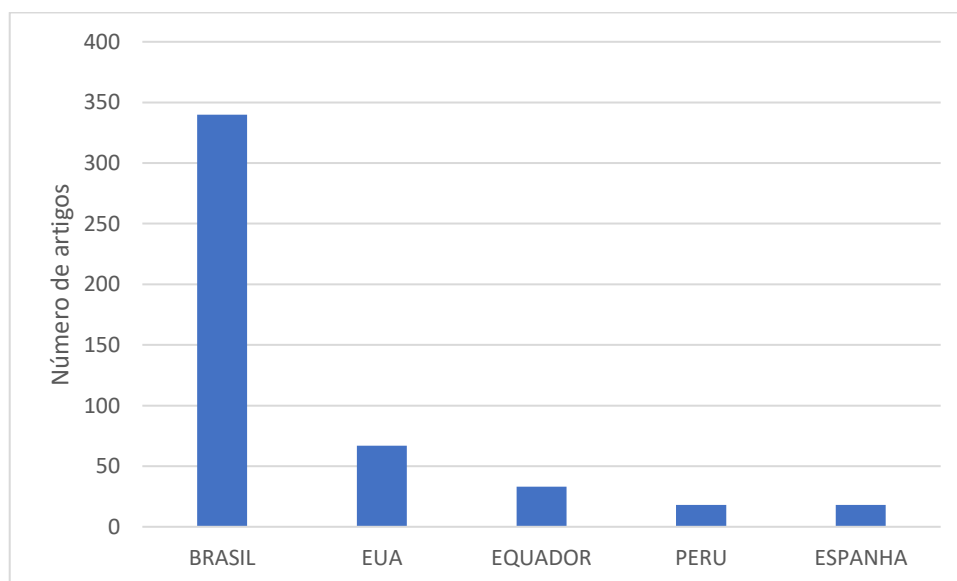


Figura 30: Países que mais publicam no cluster Plantas Mediciniais e Óleo de Palma. Fonte: Do autor, 2022.

Cluster 11– Malária

O décimo primeiro cluster é um dos mais concentrados da rede e gira em torno de um tema bem específico, a malária. A Figura 31 mostra a nuvem de palavras-chaves do cluster. A malária é uma doença infecciosa que ainda acomete muitas pessoas na região Amazônica. Os estudos focam principalmente sobre análises da disseminação da doença, mas também tratam de outros temas, como tratamentos e impactos de políticas de saúde pública. A Figura 32 mostra o Brasil como o país que mais publica sobre o tema seguido dos EUA.



Figura 31: Nuvem de palavras-chave do cluster Plantas Malária. Fonte: Do autor, 2022.

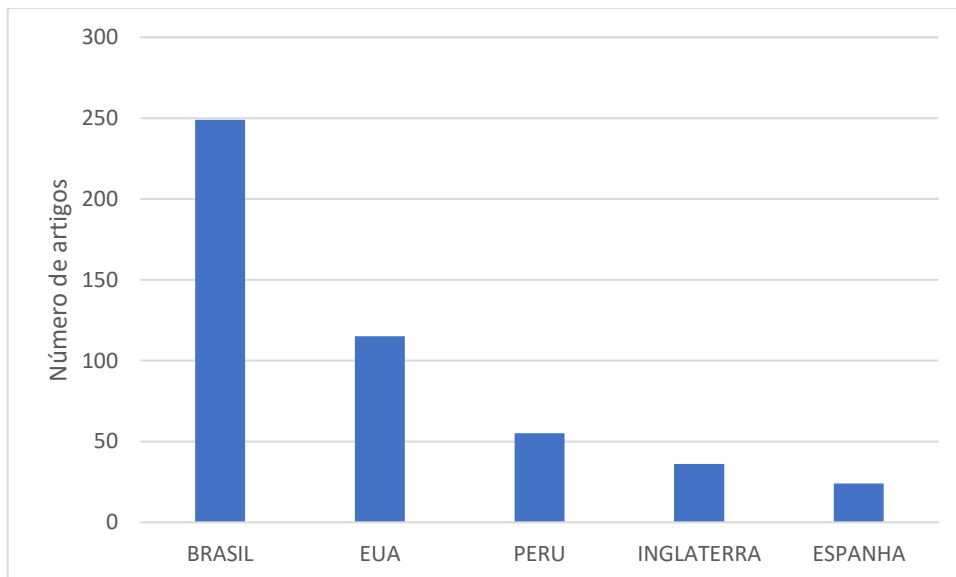


Figura 32: Países que mais publicam no cluster Malária. Fonte: Do autor, 2022.

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 (8.21%) é resultado da parceria exclusiva Brasil-EUA. A Figura 34 mostra um mapa de calor com as parcerias que o Brasil realizou com outros países.

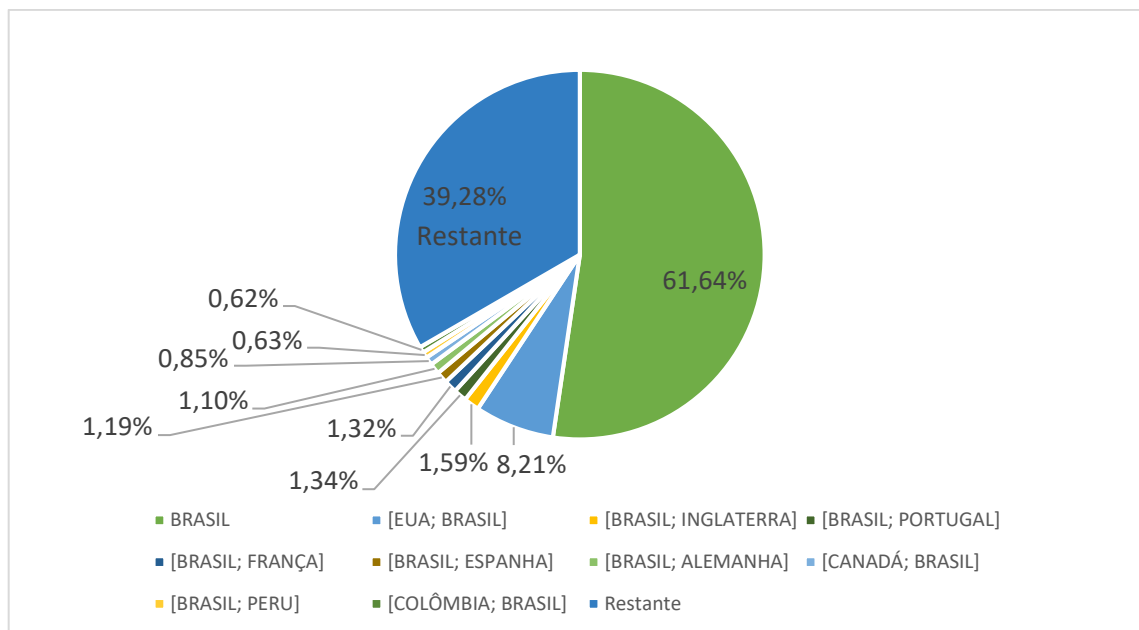


Figura 33: Distribuição de parceria entre os países nas publicações nacionais. Fonte: Do autor, 2022.

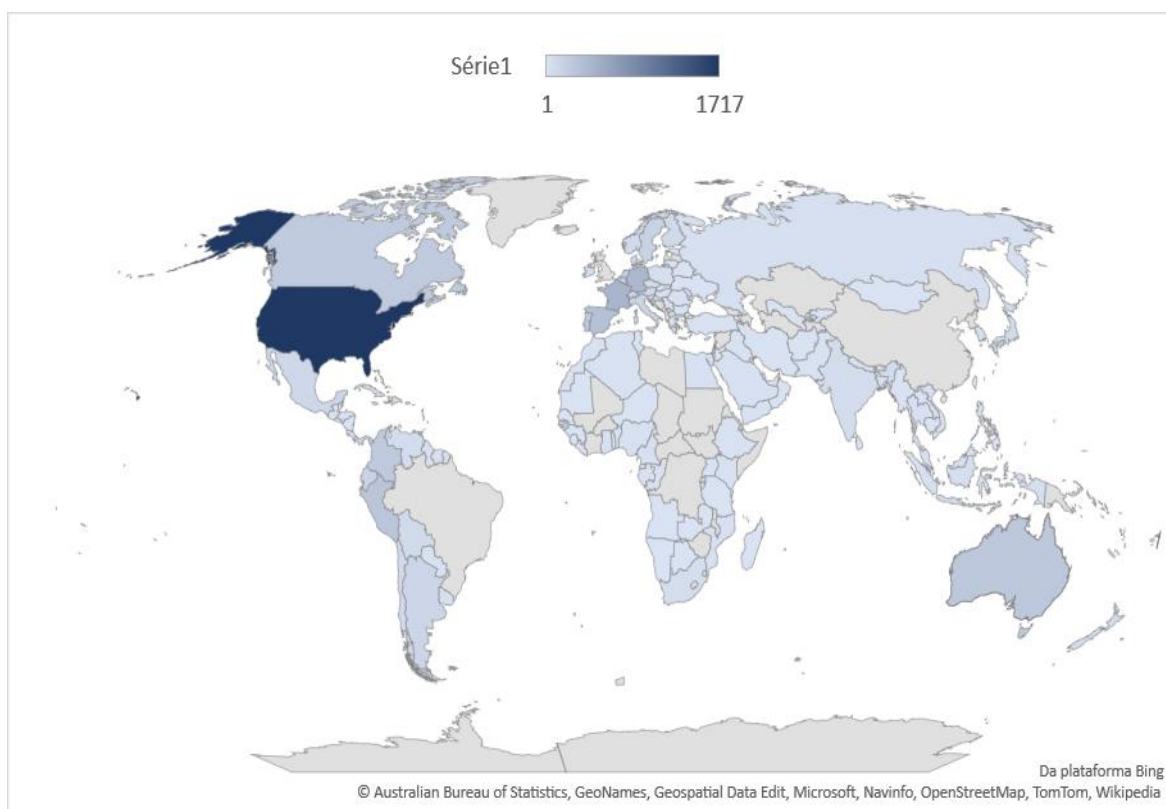


Figura 34: Parceiras internacionais para as publicações sobre Amazônia. Fonte: Do autor, 2022.

A Figura 35 mostra a nuvem de palavras-chaves das publicações brasileiras. Essa análise foi feita para buscar identificar possíveis características próprias dos artigos nacionais. Quando comparada à Figura 4, a Figura 35 apresentou poucas

diferenças. Dentre as 20 palavras-chaves mais citadas, as diferenças foram principalmente as palavras: **infection** e **brazilian amazon**. Esta última é claramente uma orientação esperada sobre o território nacional, porém a primeira indica um tema que pode ser uma particularidade do Brasil. Quando buscada na rede completa, a palavra **infecção** aparece 184 vezes das quais 150 são em publicações brasileiras. Esses artigos são bastante variados sobre os diversos tipos de doenças infecciosas. É possível perceber a presença de alguns deles no cluster 11 sobre a malária. Apesar dessa pequena diferença, não é possível concluir que haja um tema extremamente particular ao caso brasileiro.



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

Figura 36 apresenta as instituições brasileiras que mais publicaram na rede Amazônia. 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).

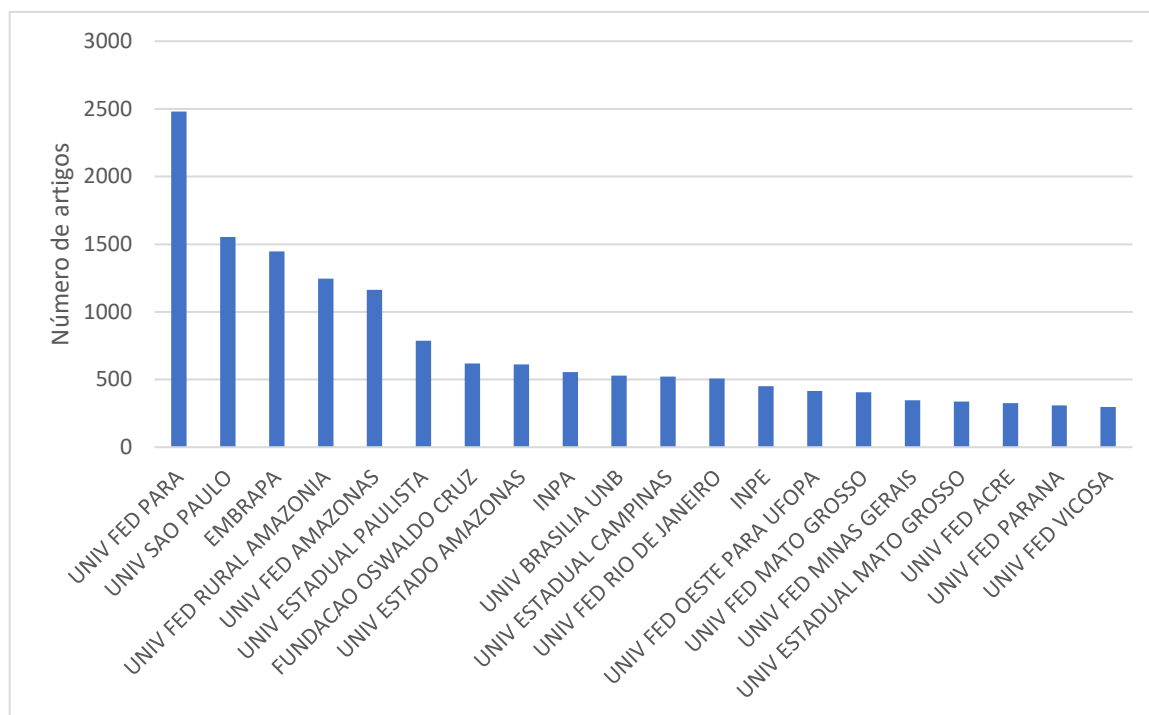


Figura 36: Instituições brasileiras que mais publicaram na rede. Fonte: Do autor, 2022.

4.2.5. Contribuições para a Bioeconomia Amazônica

A subseção 4.2.3 apresentou um conjunto de clusters temáticos da rede Amazônia. Mas para aprofundar na identificação de potenciais da bioeconomia amazônica na rede, optou-se por uma busca sobre algumas das matérias-primas de grande potencial desse bioma. Para selecionar as matérias-primas tomou-se como referências três fontes que investigaram algumas dessas produtos: COI (2022), o projeto Amazônia 4.0 e o estudo Bioeconomia da sociobiodiversidade no estado do Pará. Foram levadas em consideração também as discussões nos GTs da Coalizão Brasil Clima, Florestas e Agricultura e Concertação pela Amazônia.

Foram inicialmente levantadas 14 matérias-primas para uma busca inicial da rede e em seguida foram selecionadas seis que apareciam em maior quantidade para uma análise temática. Foram estas: açaí (139), castanha do Pará (80), cacau (63), piper (45), guaraná (37) e buriti (32). A Figura 37 mostra a resultado da identificação dos artigos na rede juntamente com as suas palavras-chaves.

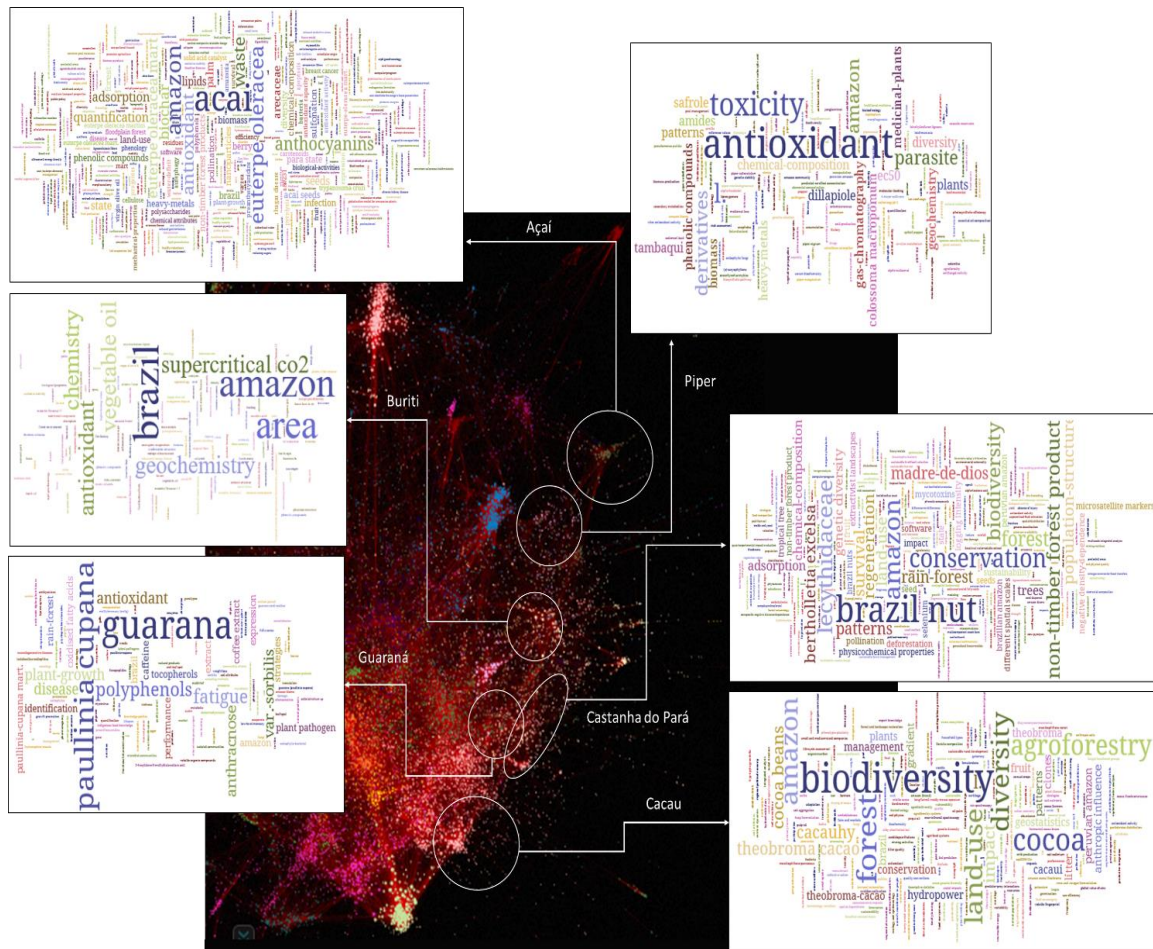


Figura 37: Identificação de artigos sobre as matérias-primas amazônica. Fonte: Do autor, 2022.

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 anti-inflamatórias 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 antioxidante e anti-inflamatório.

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 das partes interessadas

– sejam elas de caráter governamental, acadêmico, empresarial – no desenvolvimento de uma bioeconomia nacional baseada em biodiversidade.

As informações trazidas aqui, através do mapeamento exploratório de iniciativas e da análise de artigos científicos, visam contribuir para o melhor entendimento da complexidade da região amazônica, mas também sobre sua importância e seu potencial. 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 metodológico 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.

ABBI – Associação Brasileira de Bioinovação. Identificação das oportunidades e o potencial do impacto da bioeconomia para a descarbonização do Brasil. Disponível em: https://abbi.org.br/wp-content/uploads/2022/06/Bioeconomia_Descarbonizacao_Nov2022_Final2.pdf.

Acesso em janeiro de 2023.

AmIT - Amazon Institute of Technology. 2022. Executive Summary version 1.2. Disponível em: <https://amit.institute/sum%C3%A1rio-executivo>. Acessado 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.

Nobre, I. & Nobre, C. 2019. Projeto “Amazônia 4.0”: Definindo uma Terceira Via para a Amazônia. Fundação FHC. Disponível em: <https://medium.com/fundação-fhc/projeto-amazônia-4-0-definindo-uma-terceira-via-para-a-amazônia-46d221951ac6>. Acessado 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.