

A Floresta Nacional de Carajás sob o olhar científico: uma análise bibliométrica

RESUMO

A Floresta Nacional de Carajás (Flona), situada na Amazônia brasileira, destaca-se por sua rica biodiversidade e, sobretudo, por integrar um dos mais importantes geossistemas ferruginosos do mundo. Este estudo tem como objetivo analisar, por meio de uma abordagem bibliométrica, a produção científica sobre a Flona de Carajás indexada na base Scopus entre os anos de 2006 e 2022, com foco em identificar a presença de abordagens relacionadas à geodiversidade e temas correlatos. A metodologia envolveu a coleta de dados bibliográficos e a aplicação das ferramentas *Litstudy (Python)* e *Bibliometrix (R)*, permitindo a análise de frequência de termos, agrupamentos temáticos e autoria. Os resultados revelam que a maioria das publicações concentra-se nas ciências biológicas, com ênfase na descrição da flora e fauna, evidenciando um predomínio de estudos descritivos e uma lacuna significativa quanto à articulação com aspectos da geodiversidade. A partir do panorama da Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), observa-se a ausência de uma reflexão crítica sobre os impactos sociais, ambientais e políticos relacionados à mineração, atividade central na região. Conclui-se que é urgente fomentar uma agenda científica interdisciplinar, voltada à justiça ambiental e à valorização da geodiversidade, promovendo a construção de um conhecimento comprometido com a sustentabilidade dos geossistemas ferruginosos.

PALAVRAS-CHAVE: Bibliometria. Flona. Carajás. Floresta Nacional.

Lais Freitas dos Santos

Universidade Federal de Minas
Gerais, Belo Horizonte, Minas
Gerais, Brasil
laisfds@ufmg.br

Úrsula de Azevedo Ruchkys

Universidade Federal de Minas
Gerais, Belo Horizonte, Minas
Gerais, Brasil
tularuchkys@yahoo.com.br

Helena Campos Ratton

Universidade Federal de Minas
Gerais, Belo Horizonte, Minas
Gerais, Brasil
helenacr@ufmg.br

INTRODUÇÃO

A consecução de nossos objetivos de conservação ambiental é prejudicada pela degradação tanto da natureza viva quanto da natureza não viva. Essa degradação, decorrente das mudanças globais causadas pelas atividades humanas, também representa sérias ameaças à saúde e ao bem-estar humanos, os quais dependem significativamente da natureza. No entanto, ao concentrarmos exclusivamente na biodiversidade, temos uma visão simplificada da natureza e subestimamos a importância da geodiversidade para a conservação ambiental (Alahuhta et al., 2022). Em geossistemas sensíveis, como os geossistemas ferruginosos, uma abordagem integrada que valorize estudos tanto da natureza biótica quanto da natureza abiótica é crucial para assegurar sua conservação e gestão apropriada.

Geossistemas ferruginosos são definidos como complexas unidades espaciais formadas por rochas ferruginosas com enorme potencial para fornecer informações científicas, em decorrência dos aspectos da sua geodiversidade (Ruchkys et al., 2018). A Flona de Carajás é uma das áreas incluídas no Geossistema Ferruginoso Carajás, localizado no sudeste do estado do Pará, na Amazônia Brasileira abrangendo também o Parque Nacional (PARNA) Campos Ferruginosos, unidades de conservação geridas pelo ICMBIO (Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade).

A pressão antropogênica na região está associada principalmente a exploração mineral, em especial das Formações Ferríferas Bandadas (BIFs) da Formação Carajás. Segundo Lobato et al. (2005) os corpos de minério de ferro de alto teor (> 64% de Fe) estão contidos nas camadas de jaspilito que ocorrem na denominada Dobra de Carajás separadas em duas cristas norte e sul, em função de um sistema transcorrente. Este sistema transcorrente é composto por um grupo de linhas interrompidas situadas em direção geral leste-oeste.

A Flona de Carajás representa a principal estrutura nesse sistema e influencia o curso dos rios, escarpas e desenvolvimento de cavernas. Para Piló e Auler (2009), essa é uma das principais províncias espeleológicas do Brasil com grande potencial de descoberta de novas cavernas que se desenvolvem nas formações ferríferas e nas coberturas de canga.

Devido à extensa biodiversidade da fauna e flora, que inclui variedade de espécies raras na região, no ano de 2017, foi estabelecida a unidade de conservação de Proteção Integral, Parque o Parque Nacional dos Campos Ferruginosos de Carajás (Vidal, 2020). A proteção fornecida por lei tem como objetivo conciliar a conservação da natureza com o uso sustentável de parte dos recursos naturais, no caso da FLONA, e a proteção integral, no caso do PARNA. A partir do exposto, questiona-se: o que tem sido produzido cientificamente sobre a Floresta Nacional de Carajás ao longo dos anos e se as publicações apresentam uma abordagem relacionada a temas correlatos à geodiversidade?

É importante para os pesquisadores refletirem sobre o conhecimento produzido e coletado, com o intuito de fomentar novas contribuições, discernir tendências de pesquisa, compreender os tópicos abordados, os métodos e teorias empregados, além de identificar a estrutura intelectual, o corpo de conhecimento e as áreas de enfoque para futuras investigações em um campo específico (Ferreira

et al., 2014). Isso se torna ainda mais relevante em uma era em que a disponibilidade de fontes de informação é vasta, tornando a exaustão de um tema uma tarefa praticamente impossível. Nessa seara, a Ciência da Informação se posiciona como um campo de estudo dedicado a compreender as dinâmicas de geração e difusão do conhecimento dentro das várias esferas do saber (Curty e Delbianco, 2020).

Dentro da perspectiva da Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) o objeto de estudo pode ser representado por características sociais presentes na ciência e na tecnologia e a compreensão de como os aspectos sociais influenciam mudanças científicas e tecnológicas (Palacios et al., 2003), partindo do entendimento que a ciência e tecnologia devem promover a igualdade social (Dagnino, 2004). Nesse sentido, a produção científica deve se aproximar dessa função social de colaborar na resolução de problemas sociais, ambientais, pois a produção e desenvolvimento da ciência e tecnologia está intrinsecamente interligada a fatores sociais, políticos, econômicos e ecológicos da sociedade (Dagnino, 2004).

A perspectiva da CTS é amplamente difundida no âmbito do ensino básico, na formação de professores e possibilita a construção de uma alfabetização científica crítica, em que a ciência e tecnologia têm imensurável importância social (Machado, 2019). No entanto, o contexto social, econômico e político influenciam o tipo de conhecimento científico e tecnológico a ser produzido, pois uma sociedade capitalista tende a não fomentar mudanças que vão de encontro aos seus interesses (Dagnino, 2004). Nesse sentido, a produção de ciência pode ser analisada sob a perspectiva da CTS.

Portanto, este estudo tem como objetivo analisar as tendências de pesquisas científicas sobre a Flona de Carajás, com a intenção de compreender se existem lacunas significativas em relação a abordagem relacionada à geodiversidade e temas correlatos e a perspectiva da CTS, especialmente considerando que Carajás é reconhecido como um dos geossistemas ferruginosos mais importantes do mundo. Essa análise será realizada na base Scopus no período de 2006 a 2023 por meio da bibliometria. A busca pelo avanço do conhecimento científico é um processo contínuo que se fundamenta na acumulação e expansão do saber existente (Chueke; Amatuucci, 2015). Estudos destinados a explorar e esmiuçar uma área de conhecimento desempenham um papel vital, proporcionando as bases necessárias para a realização de novas pesquisas.

Nesse contexto merece destaque a bibliometria, uma área de pesquisa intrínseca à Ciência da Informação que se dedica a estudar e medir a produção, disseminação e impacto da literatura científica. Ela utiliza métodos quantitativos para analisar documentos científicos, como artigos, livros e patentes, com o objetivo de entender tendências, relações entre autores e instituições, bem como avaliar a importância e o impacto de trabalhos de pesquisa.

A bibliometria como área do conhecimento ganhou repercussão a partir da obra de Alna Pritchard (1969) que aplica o termo para designar estudos quantitativos que envolvem estatística e matemática para analisar meios de comunicação científica com a finalidade de mapear o conhecimento pensando em futuras pesquisas e intervenções (Momesso; Noronha, 2017). Assim, esse tipo de análise permite identificar padrões e tendências na produção bibliográfica relacionada aos diferentes campos da ciência (Egghe e Rousseau, 1990; Glänzel e Moed, 2002). Embora sejam uma parte da Ciência da Informação, os estudos

métricos da informação são intrinsecamente interdisciplinares e recebem diversas classificações com base no objeto de análise. Essas categorias englobam a bibliometria, infometria, cientometria, cibermetria, webometria, patentometria e arquivometria (Curty e Delbianco, 2020). Conforme destacado por Fonseca (1986), Araújo (2006), Franca (2012) e Chueke e Amatucci (2015), a análise bibliométrica segue um método sólido, apoiado por três princípios ou leis que fornecem um alicerce sólido para a análise quantitativa, auxiliando na compreensão da complexidade do panorama científico: lei de Lotka, que investiga a produtividade de autores (Lotka, 1926); lei de Bradford, que avalia a produtividade de periódicos (Bradford, 1934); e a lei de Zipf, que analisa a frequência de palavras (Zipf, 1972). Para alcançar os objetivos desta pesquisa foi utilizada uma metodologia de análise bibliométrica que se caracteriza como uma análise quantitativa apresentada na seção a seguir.

METODOLOGIA

Este estudo bibliométrico é baseado em uma abordagem dividida em três etapas: i. Definição dos termos de busca e Coleta de dados; ii. Processamento dos dados com uso de ferramentas de análise bibliométrica *Litstudy* e *Bibliometrix*; iii. análises dos resultados.

Definição dos parâmetros de busca e coleta de dados

A busca foi conduzida em novembro de 2023 e resultou na identificação de 131 artigos publicados de 2006 a 2022. A coleta de dados foi realizada na plataforma *Scopus* que é uma plataforma de base de dados bibliográficos criada em 2004 que reúne artigos, resumos, indicadores bibliométricos, citações de diferentes áreas (Mesquita, 2006).

A busca foi realizada utilizando termo: “ TITLE-ABS-KEY (flona OR (floresta W/1 nacional)) AND TITLE-ABS-KEY (carajas)” que delimita a busca em documentos que citaram no título, resumo e palavras-chave, “flona ou floresta nacional” e “carajás” nos artigos e artigos de revisão.

Processamento dos dados com o uso de ferramentas de análise bibliométrica *Litstudy* e *Bibliometrix*

O *Litstudy* é um pacote em linguagem de programação *python* para a exploração de literatura científica sendo capaz de fornecer inúmeras ferramentas de análise bibliométrica, como por exemplo, extração de metadados científicos, filtragem, seleção de documentos, calcular a estatística dos metadados dos documentos, análise de agrupamentos de palavras dos metadados etc. (Heldens et al., 2022).

Para a análise bibliométrica desta pesquisa, o *litstudy* foi utilizado para analisar as tendências da produção científica sobre a Flona de Carajás. Inicialmente foram analisados descritivamente os metadados dos 88 documentos sobre a Flona, nessa primeira análise foram descritas informações sobre o número de publicações, principais autores, número de autores por publicação, países dos autores correspondentes, principais afiliações. Para os dois últimos itens dessa análise utilizou-se o *Bibliometrix*, que é também uma ferramenta desenvolvida para análise bibliométrica em linguagem R de programação e foi desenvolvida por Aria e Cuccurullo (2017).

No segundo momento, foram analisados o conteúdo dos textos para identificar as palavras mais frequentes, grupo de palavras obtida por meio da detecção automática de conjunto de tópicos, onde cada tópico apresenta um conjunto de palavras e cada documento denota um peso (Heldens, 2022). Além disso, foram analisados os conteúdos dos principais artigos de pelo menos uma palavra em destaque de cada tópico e o conteúdo dos artigos que apresentaram as palavras “*caves, mining, ferruginous system, geoethics e geoparks*”. Essas palavras foram utilizadas como termos norteadores para testar a hipótese se as publicações sobre a Flona abordavam estudos em geodiversidade e temas correlatos.

DESAFIOS DA CTS FRENTE AS QUESTÕES AMBIENTAIS EM ÁREAS PROTEGIDAS

A Floresta Nacional de Carajás é uma área de conservação ambiental, localizada no estado do Pará, a Flona foi criada no ano de 1998 e possui 411.948,87 hectares. As Florestas Nacionais apresentam algumas restrições quanto a atividades de mineração e agricultura intensiva, mas permitem residências, extração sustentável com plano manejo. Frente ao avanço da exploração dos recursos naturais e crescentes danos ambientais advindos das atividades antrópicas, gerir a conservação de áreas protegidas constitui um problema sistêmico e exigem a integração dos diversos setores da sociedade e tipos de conhecimento (Bezerra, 2017).

A Flona de Carajás se localiza no bioma amazônico e a atividade minerária é a principal ameaça a conservação da biodiversidade, os impactos dessa atividade consistem não apenas por ocorrência da mudança dos habitats naturais, mas por ser uma atividade que fomenta grandes fluxos migratórios, está relacionada a contaminação ambiental e a impactos nos serviços ecossistêmicos (Bezerra, 2017). Além disso, impacta a sociedade que está nas proximidades a essas atividades, como a população dos municípios que compõem o mosaico de Carajás, que são a Terra Indígena Xikrin do Cateté, Florestas Nacionais de Itacaiúnas, de Tapirapé-Aquiri e de Carajás, Proteção Ambiental do Igarapé Gelado, Reserva Biológica do Tapirapé.

A situação planetária atual coloca em voga a necessidade de ampliar as reflexões sobre os impactos das atividades humanas e a crise climática para uma reorientação da ciência e seu aparato para a resolução desses problemas (Vilches et al., 2011). Uma das ferramentas que contribuem para a formação de cidadãos ativos socialmente e que interajam nos processos decisórios é o movimento CTS. A abordagem ganhou força por volta da década de 1970 a partir dos estudos sobre filosofia e sociologia da ciência e tem importante influência na educação científica (Pinheiro et. al., 2007).

A educação CTS tem como objetivo provocar o interesse dos estudantes em estabelecer a relação entre os aspectos científicos, tecnológicos e sociais, promover discussões sobre consequências sociais e éticas na utilização da ciência e tecnologia, construir o pensamento crítico e autonomia intelectual, formar cidadãos capazes de tomarem decisões independentes (Auler, 2007). Sendo assim, o processo de ensino-aprendizagem deixa de ter a característica de um produto já finalizado e toma aspectos de um processo construído pelos alunos e pelo

professor a partir da resolução de problemas cotidianos e por meio da pesquisa (Biscaino, 2018).

Na perspectiva da CTS, que a ciência e tecnologia deve possuir uma finalidade social com objetivos de promoção de uma educação científica para maior integração social nos processos de fazer ciência e em processos de tomada de decisão que envolvam a sociedade. Nesse sentido, evidencia-se a importância dos estudos que associem tanto o desenvolvimento de uma abordagem CTS para educação ambiental, quanto a produção científica que considere a abordagem CTS para que a ciência e tecnologia cumpra essa finalidade de estar em prol da resolução dos problemas da sociedade. A grande contribuição dessa interação consiste na capacidade de ser formar cidadãos que participem dos processos de tomada de decisão (Vilches et al., 2011).

A educação ambiental no contexto do bioma amazônico é fundamental para preservação e conservação dos recursos naturais a longo prazo, para avaliação ambiental e para compreensão da população inserida nesta localidade sobre sua realidade (Silva et al., 2023). As unidades de conservação são propícias a se tornar um lugar de fomento de práticas educacionais de modo a integrar as questões sociais, culturais, ambientais e econômicas de uma localidade (Souza; Aguiar, 2018). A Flona de Carajás é localizada na maior província mineral do mundo e marcada historicamente pelas atividades de mineração (Bezerra, 2017).

As questões socioambientais das atividades de mineração na Flona de Carajás são inúmeras e apresentam elevado interesse social e científico e a necessidade de adoção de medidas educativas para difundir o conhecimento da realidade da população inserida nesta localidade (Marinho et al.; Silva et al., 2023). Existem iniciativas de sensibilização para educação ambiental na região de Carajás realizadas pelo Centro de Educação Ambiental de Parauapebas (CEAP) voltadas para as questões socioambientais através de projetos de Educação Ambiental consolidados com o Projeto Escola vai à FLONA (PEF), Projeto Formação de Professores (PFP), Projeto Jovem Ambientalista (PJA), Projeto Crianças Ambientalista (PCA), Projeto Carajás Vai À Escola (CVE), dentre outros (Silva et al., 2023). Os projetos apresentados por Silva et al. (2023), evidenciam a importância da Educação Ambiental para a sociedade, já que as iniciativas geraram maior integração com a sociedade, subsídio ao sistema de ensino do município de Parauapebas e enriquecimento curricular.

Embora os projetos citados não utilizem abertamente de uma abordagem CTS, apresentam algumas similaridades evidenciadas principalmente no objetivo de um conhecimento crítico sobre impactos ambientais na região estudada. A abordagem CTS nas questões ambientais da Flona se mostra ferramenta imprescindível para a construção de caminhos sustentáveis e socialmente justos para a sociedade. A construção de pontes de diálogo com a comunidade e o reconhecimento dos saberes tradicionais pode colaborar para a elaboração de Tecnologias Sociais, que pode ser entendida como a participação coletiva para elaboração de um produto que contribua na superação de dificuldades locais (Busko, 2020).

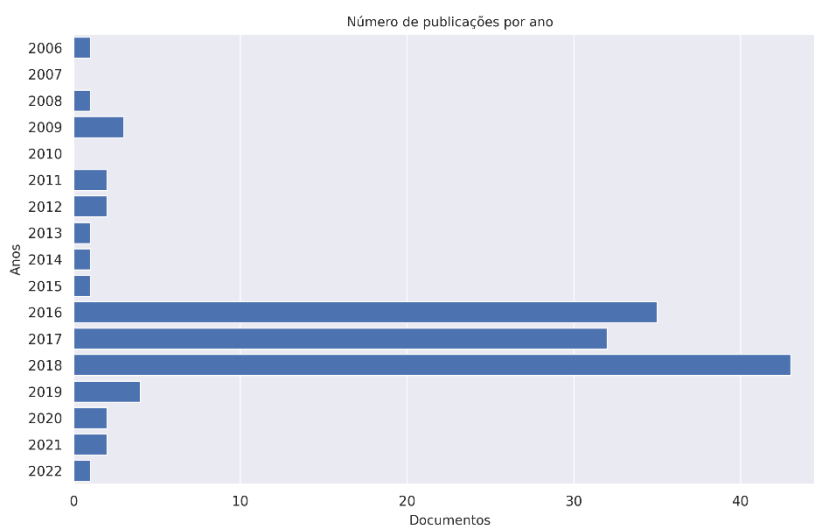
A Flona de Carajás é uma área de interesse de inúmeros atores sociais, pela sua importância ecológica e socioeconômica. É uma região que foi estabelecida com objetivo ambíguo de preservação da biodiversidade e exploração minerária, devido aos impactos gerados por essas atividades é importante o estabelecimento

de práticas de educação ambiental utilizando as ferramentas da CTS, tanto em ações pontuais quanto na produção científica sobre a região, considerando sua multidimensionalidade.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A pesquisa bibliográfica acerca da Flona de Carajás resultou na identificação de 131 documentos, incluindo artigos e artigos de revisão científica. A análise dos dados relativos à produção anual de pesquisa nesse campo revelou que a primeira publicação ocorreu em 2006, com um pico notável em 2018, quando mais de 40 artigos foram publicados. Os anos de 2016, 2017 e 2018 se destacaram como períodos de maior atividade editorial, indicando um crescente interesse na Flona de Carajás.

Figura 1: Evolução das publicações sobre a Flona Carajás ao longo dos anos.



Fonte: elaborado pelas autoras.

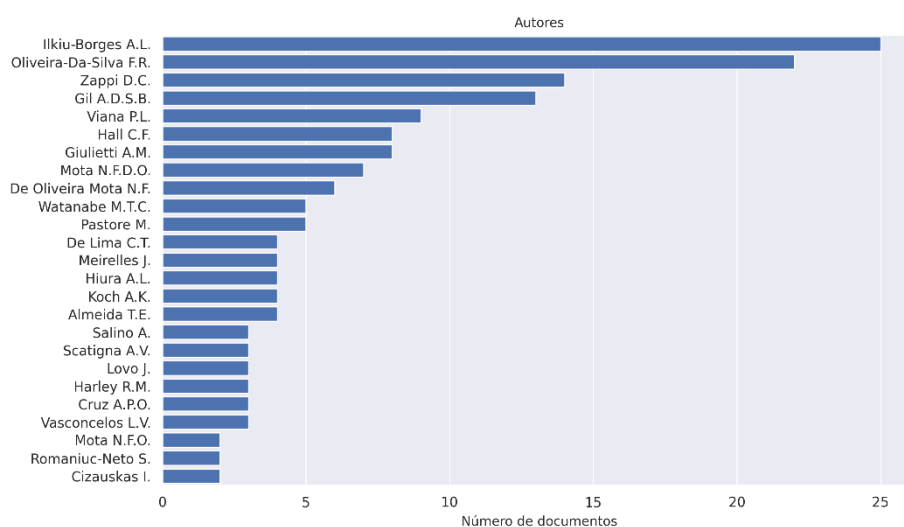
No ano de 2016, observou-se um notável aumento nas publicações em comparação a 2015, quando foram registrados mais de 30 artigos sobre a Flona de Carajás. Esse aumento coincide com a divulgação da Portaria nº 39 de 06 de Maio de 2016, a qual estabelece as diretrizes para o Plano de Manejo da Floresta Nacional de Carajás (BRASIL, 2016). A maioria dos artigos publicados em 2016, 2017 e 2018 estavam vinculados a uma edição especial intitulada “Flora das Cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil” do periódico *Rodriguesia*, concentrando-se na descrição das espécies da flora encontradas na Flona de Carajás. Notavelmente, um artigo de Ferreira et. al (2016) merece destaque, pois abordou a comparação dos impactos da introdução de uma espécie não nativa de grama com as espécies nativas na regeneração de áreas degradadas pelas atividades de mineração. Além

disso, o ano 2018 em que há maior número de publicações esse periódico publicou dois volumes relacionados ao projeto da Flora das Cangas.

As publicações na rodriguesia são resultado do Projeto Flora das Cangas da Serra dos Carajás, iniciado em fevereiro de 2015 e com duração de três anos, e com objetivo de contribuir no preenchimento da lacuna sobre o conhecimento florístico brasileiro e estreitar o diálogo entre os envolvidos no setor produtivo e órgãos ambientalistas no Carajás (Viana e Giuletty-Harley, 2016). O projeto envolveu a publicação de quatro volumes entre 2016 e 2018, reunindo inúmeros pesquisadores de diferentes instituições entre elas, o Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG) e o Instituto Tecnológico Vale (ITVDS), a Fundação de Amparo e Desenvolvimento da Pesquisa (FADESP) (Viana e Giuletty-Harley, 2016).

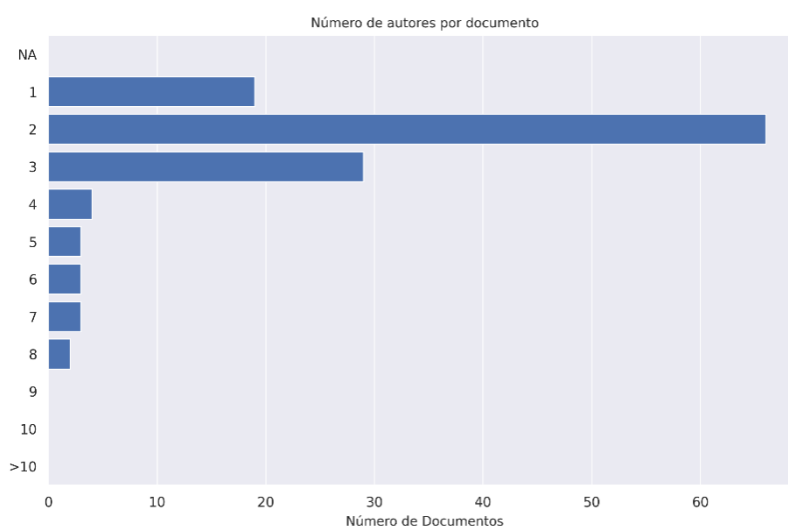
Destacando-se na pesquisa sobre a Flora de Carajás, os autores que mais contribuíram com publicações foram Ilkiu Borges A. L. e Oliveira da Silva F. R., cada um com um impressionante número superior a 20 artigos abordando a Flora de Carajás em suas obras. Notavelmente, a maioria das publicações (mais de 60 documentos) foi realizada por dois autores trabalhando em conjunto. Além disso, aproximadamente 29 documentos resultaram de colaborações de três pesquisadores, enquanto também se observa uma série de artigos com autoria única, totalizando mais de 10 documentos nesse formato (Figuras 2 e 3).

Figura 1 - Autores e números de publicações



Fonte: elaborado pelas autoras.

Figura 2: Distribuição do Número de Autores por Publicação



Fonte: elaborado pelas autoras.

Destacando-se como fonte proeminente de publicações sobre a Flona de Carajás, a revista *Rodriguésia*, afiliada à área das ciências biológicas do Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, merece destaque. Essa publicação tem como foco central a pesquisa no campo da biologia vegetal e abriga uma série de artigos relacionados à Flona, concentrando-se na descrição das diversas espécies vegetais que habitam essa floresta.

A maioria das publicações sobre a Flona originou-se no Brasil, com 120 artigos de autoria única e 8 que contaram com a colaboração de outros pesquisadores. A maior parte dos autores correspondentes é de nacionalidade brasileira e está afiliada a diversas instituições, incluindo o Programa de Capacitação Institucional, Instituto Tecnológico Vale, Instituto Tecnológico Vale de Desenvolvimento Sustentável, entre outras (Figura 4, Tabela 1).

Além disso, vale ressaltar que em 21 casos não foi possível identificar as afiliações dos autores, embora, de maneira geral, essas afiliações estejam distribuídas entre instituições públicas e privadas. Notavelmente, o Instituto Tecnológico Vale e o Instituto Tecnológico Vale de Desenvolvimento Sustentável estão vinculados a empresa Vale S.A., uma empresa privada atuante no setor de mineração. Esses institutos se destacam devido ao considerável número de autores afiliados que contribuíram com artigos sobre a Flona de Carajás, evidenciando o financiamento significativo de pesquisas relacionadas a essa região por parte da empresa.

Tabela 1 - Afiliação dos autores dos artigos

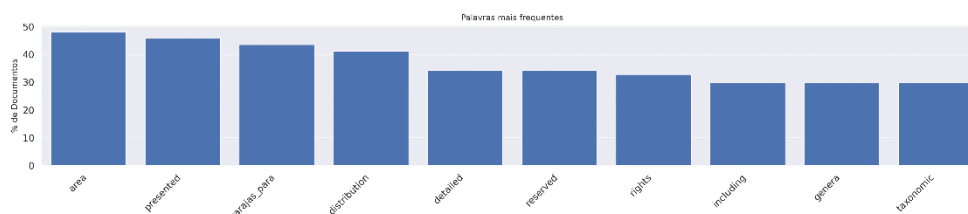
Afiliação	Artigos
Prog.Capacitação Institucional	41
Instituto Tecnológico Vale	35
Not Reported	21
Instituto Tecnológico Vale e Desenvolvimento Sustentável	20
Universidade Federal Rural da Amazônia	13

Universidade Federal do Oeste do Pará	10
Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro	9
Instituto Butantan	6
Universidade de São Paulo	6
Universidade do Estado do Rio de Janeiro	6

Fonte: elaborado pelas autoras.

Das palavras mais frequentes nos artigos, listadas em ordem decrescente de ocorrência, as 10 principais foram: “*area, presented, Carajás-Pará, distribution, detailed, reserved, rights, including, genera, taxonomic*”. A análise dessas palavras sugere que os documentos sobre a Flona Carajás abordam aspectos como as características gerais da floresta, taxonomia das espécies e a descrição de diferentes gêneros (Figura 4).

Figura 4 - As dez palavras mais frequentes nos artigos



Fonte: elaborado pelas autoras

A partir da perspectiva da relação entre ciência, tecnologia e sociedade, observa-se que a produção científica sobre a Flona de Carajás reflete um campo ainda dominado por abordagens biológicas tradicionais, com pouca abordagem interdisciplinar sobre as implicações sociais, políticas e econômicas da presença da mineração em uma área de rica geodiversidade e pouca articulação crítica a participação social sobre as questões múltiplas que atravessam o território.

O fato de poucos estudos tratarem diretamente de temas como geodiversidade, geoética, conflitos ambientais e mineração, apesar da centralidade desses aspectos para a região da Flona, reforça a necessidade de se promover uma nova agenda de pesquisa que articule saberes ecológicos, geológicos e sociais, conforme defendido por Dagnino (2004). Tal articulação é especialmente urgente em geossistemas sensíveis como os ferruginosos, onde a ciência não pode ser pensada de forma descolada das implicações éticas e políticas de seu uso, financiamento e impacto.

No processo de agrupamento de palavras foram identificados 10 tópicos ou grupos. Esses tópicos representam os artigos que compartilham maior similaridade entre si. Nas palavras destacadas, encontramos a indicação da relevância de cada termo em relação a seu respectivo tópico (Figura 5).

Figura 6: Agrupamentos de Palavras em Tópicos dos Artigos



Fonte: elaborado pelas autoras

No conjunto, os artigos que compõem os tópicos de palavras são estudos da área de biologia que se concentram na identificação e caracterização de espécies da flora e fauna da Floresta Nacional de Carajás no Pará. No tópico 1 a palavra “botânico” em destaque está associada a artigos dos autores como Oliveira-da-Silva et al. (2018) e Zappi (2018), que abordaram espécies presentes na FLONA. Já no tópico 2, a palavra “*morphologic_comment*” se relaciona com três artigos de Ilkiu-Borges et al. (2017), que tratam do estudo das espécies da flora da Flona de Carajás.

Ainda assim, alguns tópicos englobaram estudos que exploraram características menos específicas, como o Tópico 4, no qual se destacou a palavra *endemic*. Os artigos dos autores Skirycz et. al (2014) examinaram os aspectos ambientais relacionados à vegetação da canga, um ecossistema associado às crostas ferruginosas de Minas Gerais-MG e da Flona de Carajás-PA. Eles abordaram a biodiversidade da canga e as estratégias para proteger esse ecossistema. Outro artigo do Tópico 4, de Fonsceca-da-Silva et al. (2020), documentou as espécies vegetais encontradas na canga da Serra Arqueada, concluindo que a área era apropriada para fins conservacionistas. No estudo de Giulietti (2019) os autores avaliaram as espécies endêmicas da canga com objetivo de orientar os planos de conservação da região.

O Tópico 8, com destaque para a palavra *forest*, nos artigos de Rolim et al. (2006), os autores investigaram o volume florestal na Floresta Nacional Tapirapé-Aquirí em Carajás. Por sua vez Rezende Cardoso et. al. (2015) identificaram uma nova espécie *Uleiorchis* na Flona de Carajás, enquanto Gumier-Costa et al. (2009) analisaram as ocorrências de atropelamentos de animais vertebrados em diferentes trechos de estrada dentro da FLONA de Carajás.

Os grupos de artigos referentes aos Tópicos 4 e 8 por apresentar distinções no conteúdo das publicações. Em termos gerais, os artigos abordando a Flona de Carajás exibiram características distintas. Eles se caracterizam como estudos voltados para a conservação, predominantemente focados nas áreas das ciências biológicas. Esses estudos exploraram minuciosamente a fauna e a flora que compõem o ecossistema da Floresta Nacional de Carajás.

As correspondências entre os tópicos podem ser observadas na Figura 7, que representa a similaridade em um espaço bidimensional, revelando as afinidades entre os artigos de cada tópico. Os tópicos exibem uma variedade de trabalhos que compartilham semelhanças entre si, embora alguns deles estejam mais

intimamente relacionados, tais como Tópicos 1 e 6, os Tópicos 4,5 e 8, e finalmente, os Tópicos 2, 3,7,9 e 10.

Na busca por termos norteadores desta pesquisa, encontramos um número limitado de artigos que faziam menção às palavras-chave “*Caves, Mining, Ferruginous Systems, Geoethics, Geoparks*”. Os artigos de Mota et al. (2018) e da-Fonseca-da-Silva et al. (2020), que incluíram o termo “ferrugionosos”, discutiam aspectos relacionado à flora na Floresta de Carajás. O termo “*mining*” foi identificado em dois artigos: Skirycz et al. (2014), onde os autores abordaram a vegetação característica do ecossistema de Cangas e a necessidade de proteção desse ambiente, além da importância do diálogo entre as partes envolvidas nas atividades de mineração. Em Ferreira et al. (2016), os autores mencionaram o termo ao descrever os impactos das atividades de mineração na Floresta Nacional de Carajás, incluindo a formação de grandes depressões no solo, bem como o uso de uma plantas exóticas para controlar a erosão do solo resultante da mineração.

Figura 7: Representação bidimensional tópicos de palavras



Fonte: elaborado pelas autoras.

Por outro lado, o termo “*caves*”, foi mencionado em quatro artigos, incluindo o trabalho de Brescovit et al. (2021), onde os autores utilizaram a referência às cavernas para identificar o habitat natural de duas espécies de aranhas do genero *Ochyrocera Simon*, encontradas nas cavernas da Flona de Carajás. Nesse contexto, ressaltaram a importância do uso sustentável dos recursos naturais como meio de preservar a biodiversidade presente nos geossistemas ferruginosos. Em outro estudo do mesmo autor, Brescovit et al.(2018), foram identificadas sete novas espécies de aranhas.

No artigo de Pelligrini et al. (2022), foram reportadas três novas espécies de besouros troglóbios do gênero *Coarazuphium*, encontrados em cavernas. O estudo ressaltou a importância da manutenção da gestão por parte de órgãos ambientais como elemento fundamental na preservação das cavernas. Para concluir, o artigo de Oliveira Bernardi et al. (2019) identificou o primeiro caso de albinismo em uma espécie de morcego nas cavernas da Flona de Carajás.

Foram identificados artigos que citavam apenas as palavras: *mining*, *caves* e *Ferruginos*, enquanto os demais temas não foram encontrados nos títulos, resumos e palavras-chave dos documentos relacionados à Flona de Carajás. Em geral, os trabalhos que abordam esses termos específicos se dedicaram a explorar a fauna e da flora da região, ressaltando importância da preservação e conservação na Floresta Nacional de Carajás.

Apesar da relevância ecológica e geocientífica da Floresta Nacional de Carajás, observou-se que a maior parte das publicações científicas identificadas não contemplam uma abordagem integrada que considere os aspectos da geodiversidade, tampouco incorporam reflexões críticas alinhadas ao campo CTS. Outra questão observada, a ausência de publicações que fomentem práticas de educação ambiental que considerem aspectos socioambientais, como defendido nas abordagens CTS, denotando a carência de estudos que interrelacionem meio ambiente, ciência, tecnologia e sociedade e toda a complexidade dessas discussões (Luz et al., 2019).

As questões ambientais não se resumem exclusivamente aos pressupostos ecológicos, inovações tecnológicas, valorização de recursos naturais e culturais e etc, devem incluir a diversidade étnica e cultural e o estímulo a práticas de manejo adequadas em consonância com a natureza (Leff, 2001).

Mesmo com a notável importância da taxonomia de espécies em ecossistemas ferruginosos para fins de conhecimento da biodiversidade, no suporte a práticas conservacionistas, faz-se necessário abordagens que considerem aspectos sociais e econômicos. No caso da Flona de Carajás, o perfil de parte dos artigos publicados está em conformidade com os interesses das instituições financiadoras dessas pesquisas.

A ciência é uma construção humana e parte inerente da cultura, sendo que sua expressão pode refletir em mudanças sociais, políticas e econômicas, a partir de uma visão crítica, como defendido na abordagem CTS (Biscaino, 2018). Nesse sentido, a Flona de Carajás necessita de estudos e abordagens mais amplas e multidimensionais, considerando os aspectos econômicos, ambientais e sociais numa visão crítica das atividades econômicas que ocorrem naquela região e a população atingida por essas atividades.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A revisão bibliométrica é uma ferramenta eficaz e acessível para investigações científicas, pois permite, de forma objetiva, identificar padrões de publicações, lacunas no conhecimento e tendências de pesquisa. Os resultados encontrados na análise bibliométrica da Floresta Nacional de Carajás apontaram a extensa biodiversidade existente, as ameaças que as atividades econômicas representam

a essa biodiversidade e a necessidade de práticas de conservação e proteção do meio ambiente. Além disso, foi observado a ausência de artigos que considerassem os aspectos sociais relacionados a Flona. Sob a ótica da CTS, a produção científica sobre a Flona de Carajás, se apresentou de maneira descontextualizada de elementos sociais, da educação ambiental e de uma perspectiva crítica.

A Floresta Nacional de Carajás é um dos sistemas ferruginosos mais importantes do mundo, abrigando extensa biodiversidade de animais e plantas e uma rica geodiversidade. A área apresenta também as atividades econômicas relacionadas a mineração que podem provocar mudanças irreversíveis para biodiversidade e a paisagem.

Assim, ressalta-se a importância que pesquisadores, instituições, os órgãos gestores incentivem o desenvolvimento de pesquisas que considerem a abordagem da CTS, com ênfase na geodiversidade, na educação ambiental e na participação social. A Flona de Carajás, enquanto geossistema ferruginoso de relevância global, carece urgentemente de estudos que integrem as dimensões ecológicas, geológicas e humanas de forma ética, inter e transdisciplinar. Do exposto acreditamos ser fundamental pelos órgãos gestores e de fomento uma agenda para o desenvolvimento de pesquisas focadas na geodiversidade da Flona Carajás. A geodiversidade é um tópico emergente com potencial inexplorado para garantir a funcionalidade dos ecossistemas e boas condições de vida para as pessoas em um momento de mudanças globais, em especial em geossistemas sensíveis com os geossistemas ferruginosos.

The Carajás National Forest from a scientific perspective: a bibliometric analysis

ABSTRACT

The Carajás National Forest (Flona), located in the Brazilian Amazon, stands out for its rich biodiversity and, above all, for being part of one of the most important ferruginous geosystems in the world. This study aims to analyze, through a bibliometric approach, the scientific production on the Carajás National Forest indexed in the Scopus database between 2006 and 2022, focusing on identifying the presence of approaches related to geodiversity and related topics. The methodology involved the collection of bibliographic data and the application of the Litstudy (Python) and Bibliometrix (R) tools, allowing the analysis of term frequency, thematic groupings, and authorship. The results reveal that most publications focus on the biological sciences, with an emphasis on the description of flora and fauna, evidencing a predominance of descriptive studies and a significant gap in the articulation with aspects of geodiversity. From the perspective of Science, Technology and Society (STS), we can observe the absence of critical reflection on the social, environmental and political impacts related to mining, a central activity in the region. We conclude that it is urgent to foster an interdisciplinary scientific agenda, focused on environmental justice and the valorization of geodiversity, promoting the construction of knowledge committed to the sustainability of ferruginous geosystems.

KEYWORDS: Bibliometrics. Flona. Carajás. National Forest.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Instituto Brasileiro de Desenvolvimento e Sustentabilidade (IABS) pela gestão operacional do projeto Valores da geodiversidade em Parques Nacionais considerado sua contribuição na conservação e valorização do patrimônio espeleológico, contemplado por meio do Edital de Chamada Pública 01/2021, do TCCE 1/2018/ICMBio e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), processo 88887.694986/2022-00.

REFERÊNCIAS

ALAHUHTA, J. et al. Acknowledging geodiversity in safeguarding biodiversity and human health. **Lancet Planet Health**, v. 6, n. 12, p. e987–e992, 1 dez. 2022.

AULER, D. Enfoque ciência-tecnologia-sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. **Ciência e Ensino**. v. 1, número especial. 2007.

ARAÚJO, C. A. A. Bibliometria: evolução histórica e questões atuais. **Em Questão**, Porto Alegre, v.12, n.1, p.11–32, 2006. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/EmQuestao/article/view/16>. Acesso em: 27 nov. 2023.

ARIA, M.; CUCCURULLO, C. bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of informetrics*, v. 11, n. 4, p.959-975, 2017.

BEZERRA, L.; RIBEIRO A.F. Plano de pesquisa geossistemas ferruginosos da Floresta Nacional de Carajás: Temas prioritários para pesquisa e diretrizes para ampliação do conhecimento sobre os geossistemas ferruginosos da Floresta Nacional de Carajás e seu entorno. Brasília: **ICMBIO**, 2017. Disponível em: https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/biodiversidade/unidade-de-conservacao/unidades-de-biomas/amazonia/lista-de-ucs/flona-de-carajas/arquivos/plano_de_pesquisa_flona_carajas_-_06-09-2017_-_final_2.pdf. Acessado em: 10 Jun. 2025.

BISCAINO, A. P. A imparcialidade da ciência e suas possibilidades para educação CTS. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 14, n. 31, 2018.

BRADFORD, S. C. Classic paper: Sources of information on specific subjects. **Collection Management**, v. 1, n. 3-4, p. 95-104, 1976.

BRASIL. Portaria. 39, 06 de maio de 2016. Plano de Manejo da Floresta Nacional de Carajás - PA. Cláudio Carrera Maretti. Ministério Público. **Diário Oficial da União** 2.200-2, p.130, 09 de Maio de 2016. Disponível em:<https://www.gov.br/icmbio/pt-br/acesso-a-informacao/legislacao/portarias/portarias2016/dcom_portaria_39_de_06_de_mai_de_2016.pdf>. Acesso em: 01 set. 2023.

BRESCOVIT, A. D.; CIZAUSKAS, I.; MOTA, L. P. Seven new species of the spider genus *Ochyrocera* from caves in Floresta Nacional de Carajás, PA, Brazil (Araneae, Ochyroceratidae). **ZooKeys**, n. 726, p. 87, 2018. Disponível em: <<https://zookeys.pensoft.net/article/19778/list/8/>>. Acesso em: 01 set. 2023.

BRESCOVIT, A. D.; ZAMPAULO, R. DE A.; CIZAUSKAS, I. The first two blind troglobitic spiders of the genus *Ochyrocera* from caves in Floresta Nacional de Carajás, state of Pará, Brazil (Araneae, Ochyroceratidae). **ZooKeys** v. 1031, p. 143, 2021. Disponível em: <<https://zookeys.pensoft.net/article/62181/list/9/>>. Acesso em: 01 set. 2023.

BUSKO, P. S. Relato de experiência: tecnologias sociais e práticas freireanas aplicadas na educação CTS. *Revista Extensão & Cidadania*, n. 8, v. 14, p. 191-202, 2020.

CHUEKE, G. V.; AMATUCCI, M. O que é bibliometria? Uma introdução ao Fórum. **Internext**, v. 10, n. 2, p. 1-5, 2015. Disponível em: <<https://internext.emnuvens.com.br/internext/article/view/330>>. Acesso em: 21 set. 2023.

CURTY, R. G.; DELBIANCO, N. R. As diferentes metrias dos estudos métricos da informação: evolução epistemológica, inter-relações e representações. **Encontros Bibli: revista eletrônica de biblioteconomia e ciência da informação**, v. 25, p. 01-21, 2020. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/eb/article/view/74593/53795#info>>. Acesso em: 21 set. 2023.

DAGNINO, R. A tecnologia social e seus desafios. **Tecnologia social: uma estratégia para o desenvolvimento**, 187-209, 2004.

DA SILVA, E. L.; MARINHO, A. C. S. M.; GOMES, P. B. N.; NETO, T. F. S.; DE ALMEIDA MOURÃO, E. C.; PEREIRA, P. S.; PONTES, A. N. Educação Ambiental na região de Carajás: trajetória e impactos do Centro de Educação Ambiental de Parauapebas-CEAP. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, v. 18, n. 4, p. 461-476, 2023.

EGGHE, L.; ROUSSEAU, R. Introduction to informetrics: quantitative methods in library, documentation and information science. **Elsevier Science**. 1990.

FERREIRA, L. V. et al. The effect of exotic grass *Urochloa decumbens* (Stapf) RD Webster (Poaceae) in the reduction of species richness and change of floristic composition of natural regeneration in the Floresta Nacional de Carajás, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. v. 88, p. 589-597, 2016. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/aabc/a/GTQm5tNJxskCQGLK5SfWDRh/?lang=en>>. Acesso em: 21 set. 2023.

FERREIRA, M. A. S. P. V.; REIS, N. R.; SERRA, F. A. R.; COSTA, B. K. Understanding the footprint of the RBV in international business studies: the last twenty years of

research. **Brazilian Business Review**, v. 11, n. 4, p. 53-83, 2014. Disponível em: <<https://bbronline.com.br/index.php/bbr/article/view/250>>. Acesso em: 21 set. 2023.

FONSECA, E. N. Bibliometria: teoria e prática. In: **Bibliometria: teoria e prática**. 2013. p. 141-141.

FONSECA-DA-SILVA, T. L.; LOVO, J.; ZAPPI, D. C.; MORO, M. F.; LEAL, E. D. S.; MAURITY, C.; VIANA, P. L. Plant species on Amazonian canga habitats of Serra Arqueada: the contribution of an isolated outcrop to the floristic knowledge of the Carajas region, Para, Brazil. **Brazilian Journal of Botany** v. 43, n. 2, p. 315-330, 2020. Disponível em: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s40415-020-00608-5#citeas>>. Acesso em: 11 set. 2023.

FRANCA, M. B. Pesquisa bibliométrica da produção científica sobre tomada de decisão. **Revista Ciências Administrativas**, v. 18, n. 2, 2012. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=475647551003>>. Acesso em: 21 set. 2023.

GIULIETTI, A. M. et al. Edaphic Endemism in the Amazon: Vascular Plants of the canga of Carajás, Brazil. **Botanical Review**, v. 85, n. 4, p. 357–383, 8 out. 2019.

GLÄNZEL, W.; MOED, H.F. Journal impact measures in bibliometric research. **Scientometrics** 53, 171–193 (2002). Disponível em: <<https://doi.org/10.1023/A:1014848323806>>. Acesso em: 19 set. 2023.

GRAY, M. Geodiversity: valuing and conserving abiotic nature. **Chichester, UK: John Wiley & Sons**, 2013.

GUMIER-COSTA, F.; SPERBER, C. F. Atropelamentos de vertebrados na Floresta Nacional de Carajás, Pará, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 39, p. 459–466, 2009. Disponível em: <<https://acta.inpa.gov.br/fasciculos/39-2/PDF/v39n2a27.pdf>>. Acesso em: 21 set. 2023.

HELDENS, S.; SCLOCCO, A.; DREUNING, H.; VAN WERKHOVEN; B., HIJMA, P.; MAASSEN, J.; VAN NIEUWPOORT, R. V. litstudy: A Python package for literature reviews. **SoftwareX**, 20, 101207, 2022.

ILKIU-BORGES, A. L.; OLIVEIRA-DA-SILVA, F. R. Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: Cephaloziaceae. **Rodriguésia**, v. 68, p. 803-805, 2017.

_____. Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: Plagiochilaceae. **Rodriguésia**, v. 68, p. 823-825, 2017.

_____. Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: Calypogeiaceae. **Rodriguésia**, v. 67, p. 1129-1131, 2016.

LEFF, E. Saber ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexidade, poder. Vozes, Petrópolis, Rio de Janeiro, p. 55-64, 2001.

LOBATO, L.M.; ROSIÈRE, C.A.; SILVA, R.C.F.; ZUCCHETTI, M.; BAARS, F.J.; SEOANE, J.C.S.; RIOS, F.J.; PIMENTEL, M.; MENDES, G.E.; MONTEIRO, A.M. A mineralização hidrotermal de ferro da Província Mineral de Carajás – Controle estrutural e contexto na evolução metalogenética da província. In: Marini O.J.; Queiroz E.T. de, Ramos B.W. (eds.), **Caracterização de depósitos minerais em distritos mineiros da Amazônia**. ADIMB, Brasília, p. 25-92, 2005.

LOTKA, A. J. The Frequency Distribution of Scientific Productivity. **Journal of the Washington Academy of Sciences**, v. 16, n. 12, p. 317-323, 1926. Disponível em: <<http://www.jstor.org/stable/24529203>>. Acesso em: 21 set. 2023.

LUZ, R.; QUEIROZ, M. B. A.; PRUDÊNCIO, C. A. V. CTS ou CTSA: o que (não) dizem as pesquisas sobre educação ambiental e meio ambiente?. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 12, n. 1, 31-54, 2019.

MACHADO, T. A.; DA CRUZ, Y. K. S.; FREITAS, C. C. G.; DE SOUZA POLETTO, R. Ciência, tecnologia e sociedade na formação inicial de professores em ciências biológicas: uma análise curricular. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 15, n. 35, 2019.

MARINHO, A. C. S. M.; BICHARA, C. N. C.; PONTES, A. N. Práticas de Educação Ambiental na microrregião de Parauapebas (PA). **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, v. 15, n. 3, p. 246–257, 2020.

MESQUITA, R.; BRAMBILLA, S.; LAIPELT, R. D. C.; MAIA, M. D. F.; VANZ, S.; CAREGNATO, S. E. Elaboração e aplicação de instrumentos para avaliação da base de dados Scopus. **Perspectivas em ciência da informação**, v. 11, 187-205, 2006.

MOMESSO, A. C.; Noronha, D. P. Bibliométrie ou Bibliometrics: o que há por trás de um termo? **Perspectivas em ciência da informação**, v. 22, p. 118-124, 2017.

MOTA, N. F. de O. et al. Amazon canga: the unique vegetation of Carajás revealed by the list of seed plants. **Rodriguésia**, v. 69, p. 1435-1488, 2018.

OLIVEIRA-DA-SILVA, F. R.; ILKIU-BORGES, A. L. Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: Pilotrichaceae. **Rodriguésia**, v. 69, p. 1025-1027, 2018.

OLIVEIRA BERNARDI, L. F.; PROUS, X.; RIBEIRO, M. S.; MASCARENHAS, J.; GENELHÚ, S. M. C.; SIMÕES, M. H.; BEZERRA, T. First record of albinism for the doglike bat, *Peropteryx kappleri* Peters, 1867 (Chiroptera, Emballonuridae). **Subterranean Biology**, v. 30, p. 33-40, 2019. Disponível em: <<https://subtbiol.pensoft.net/article/34223/list/9/>>. Acesso em: 21 set. 2023.

_____. Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: Hypnaceae. **Rodriguésia**, v. 69, p. 983-987, 2018.

PALACIOS, E. M. G.; GALBARTE, J. C. G.; BAZZO, W. Introdução aos estudos CTS (Ciência, Tecnología e Sociedade). Brasília, Brazil: Organización de Estados Iberoamericanos para educación, ciência e cultura (OEI), p. 1- 168, 2003.

PELLEGRINI, T. G. et al. Three new troglobitic *Coarazuphium* (Coleoptera, Carabidae, Zuphiini) species from a Brazilian hotspot of cave beetles: exploring how the environmental attributes of caves drive ground-beetle niches. **Subterranean Biology**, v. 43, p. 97-126, 2022.

PILÓ, L. B.; AULER, A. S. Geoespeleologia das cavernas em rochas ferríferas da região de Carajás, PA. In: **Congresso Brasileiro De Espeleologia**, v. 30, p.181-186, 2009. Disponível em: <https://www.cavernas.org.br/anais_cbe/30o-congresso-brasileiro-de-espeleologia/>. Acesso em: 21 set. 2023.

PINHEIRO, N. A. M., SILVEIRA, R. M. C. F., BAZZO, W. A. Ciência, tecnologia e sociedade: a relevância do enfoque CTS para o contexto do ensino médio. **Ciência e Educação**. v. 13, n. 1. 2007.

ROLIM, S. G. et al. Modelos volumétricos para a floresta nacional do Tapirapé-aquirí, Serra dos Carajás (PA). **Acta Amazonica**, v. 36, p. 107-114, 2006.

REZENDE CARDOSO, A. L.; LIKIU-BORGES, A. L.; RODRIGUES, T. M. A new species of *Uleiorchis* (Gastrodieae, Orchidaceae) from the Brazilian Amazon. **Phytotaxa**, v. 205, p. 117-122, 2015. Disponível em: <<https://www.mapress.com/phytotaxa/content/2015/f/p00205p122f.pdf>>. Acesso em: 21 set. 2023.

RUCHKYS, U.A.; CASTRO, P. T. A.; SANTOS, D. J.; RODRIGUES, J. S. B. Patrimônio em geossistemas ferruginosos: potencial de uso para o geoturismo. **RELACult - Revista Latino-Americana de Estudos em Cultura e Sociedade**, v. 4, n. 2, 2018. Disponível em: <<https://periodicos.claec.org/index.php/relacult/article/view/902/515>>. Acesso em: 21 set. 2023.

SILVEIRA, A. P. de C.; SANTOS, T. C.; Chrispino, A. uma análise do conceito de interdisciplinaridade no ensino CTS brasileiro. **REVISTA EDUCAÇÃO E FRONTEIRAS ON-LINE**, v. 9, n. 25, p. 166-182, 2019. CHUEKE, G. V.; AMATUCCI, M. O que é bibliometria? Uma introdução ao Fórum. **Internext**, v. 10, n. 2, p. 1-5, 2015. Disponível em: <<https://internext.emnuvens.com.br/internext/article/view/330>>. Acesso em: 21 set. 2023.

SKIRYCZ, A. et al. Canga biodiversity, a matter of mining. **Frontiers in Plant Science**, v. 5, p. 653, 2014.

SOUZA, W. de; AGUIAR, R. G. Educação Ambiental em duas escolas localizadas no entorno da Reserva Biológica do Jaru – Amazônia Ocidental. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, v. 13, n. 1, p. 172–191, 2018.

TUKIAINEN, H.; TOIVANEN, M.; MALINIEMI, T. Geodiversity and biodiversity. In: L. Kubalíková, P. Coratza, M. Pál, Z. Zwolinski, P. N. Irapta, & B. van Wyk de Vries (Eds.), **Viesages of Geodiversity and Geoheritage. Geological Society of London Special Publications**, v. 530, n. 1, 2022. Disponível em: <<https://www.lyellcollection.org/doi/full/10.1144/SP530-2022-107>>. Acesso em: 21 set. 2023.

VIANA, P. L.; GIULIETTI-HARLEY, A. M. Editorial. **Rodriguésia**, v. 67, n. 5spe, 2016.

VILCHES, A.; GIL-PÉREZ, D.; PRAIA, J. De CTS a CTSA: educação por um futuro sustentável. CTS e Educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisa, p. 161-184, 2011.

VIDAL, M. R.; DOS SANTOS MASCARENHAS, A. L.. Mapeamento geoecológico no Parque Nacional dos Campos Ferruginosos de Carajás/Pará-Brasil. **Ateliê Geográfico**, v.14, n. 3, 2020. Disponível em: <<https://revistas.ufg.br/ateliê/article/view/59613>>. Acesso em: 21 set. 2023.

ZAPPI, D. C. Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: Ochnaceae. **Rodriguésia**, v. 69, p. 1279-1284, 2018.

ZIPF, G. K. Human behavior and the principle of least effort: an introduction to human ecology. New York: **Hafner Publishing Company**, 1972.

Recebido: 22/03/2024

Aprovado: 24/06/2025

DOI: 10.3895/rts.v21n64.18320

Como citar:

SANTOS, Laís Freitas; RUCHKYS, Úrsula de Azevedo; RATTON, Helena Campos. A Floresta Nacional de Carajás sob o olhar científico: uma análise bibliométrica.

Rev. Tecnol. Soc., Curitiba, v. 21, n. 64, p. 182 - 203., abr./jun., 2025. Disponível em:

XXXXX

Acesso em: XXX.

Correspondência:

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.

