

SUBMETIDO 10/06/2022

APROVADO 20/06/2022

PUBLICADO ON-LINE 25/08/2022

PUBLICADO 10/07/2024

EDITORA ASSOCIADA
Ane Cristine Fortes da Silva

DOI: <http://dx.doi.org/10.18265/1517-0306a2022id6986>

ARTIGO ORIGINAL

Revisão bibliométrica e estado da arte do estoque de carbono em pastagem na Amazônia

RESUMO: As alterações no uso e cobertura dos solos florestais podem causar mudanças no balanço de biomassa e carbono dos sistemas, culminando no aumento das emissões de gases de efeito estufa. As áreas com cultivos alternativos, resultantes de alterações na cobertura vegetal, aparentam ser pouco avaliadas. Assim, o objetivo desta pesquisa foi realizar uma revisão bibliométrica das publicações relativas à Amazônia, indexadas na base de dados Scopus. Para tanto, foram utilizadas palavras-chave para obtenção de um banco de dados, resultando em 118 publicações. Os dados passaram por uma triagem, sendo selecionados 48 manuscritos de acordo com critérios preestabelecidos para realização do estado da arte e determinação das métricas de interesse. Na ocasião, foram observados aspectos como o ano de publicação dos trabalhos, autores e suas afiliações, localização dos estudos e métodos de determinação de carbono. A primeira pesquisa registrada foi em 1995, possivelmente em decorrência de conferências internacionais relacionadas ao meio ambiente e clima. O país que mais apresentou estudos relacionados ao tema foi o Brasil. O compartimento mais avaliado foi o solo e, quanto à biomassa, a porção mais avaliada foi a biomassa acima do solo. Foram encontradas lacunas científicas, ou seja, alguns países ainda não desenvolveram pesquisas relacionadas com o tema. Tal fato reforça a importância de realizar avaliações locais para evitar tendências nas estimativas dos teores e estoques de carbono em solos amazônicos.

Palavras-chave: floresta tropical úmida; teor de carbono; *Urochloa brizantha*.

Bibliometric review and state-of-the-art of carbon stock in pasture in the Amazon rainforest

ABSTRACT: Changes in forest land use and cover can cause changes in the carbon and biomass balance in the system, culminating in an increase in greenhouse gas emissions. Areas with alternative land use resulting from changes in vegetation cover appear to be undervalued. Thus, the objective of this research was to conduct a bibliometric review of publications related

 Emmanoella Costa
Guaraná Araujo ^{[1]*}

 Carlos Roberto Sanquetta ^[2]

 Allan Libanio Pelissari ^[3]

 Ana Paula Dalla Corte ^[4]

[1] manugarana@gmail.com

Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais (PGCA), Universidade Federal de Rondônia (UNIR), Brasil

[2] carlossanquetta@gmail.com

[3] allanpelissari@gmail.com

[4] anapaulacorte@gmail.com

Universidade Federal do Paraná (UFPR), Brasil

*Autor para correspondência.

to the Amazon rainforest, indexed in the Scopus database. The query resulted in 118 publications. All papers were screened, and 48 manuscripts were selected according to pre-established criteria to carry out the state of the art and determine the metrics of interest. Aspects observed were year of publication, authors and their affiliations, location of the studies and methods of carbon determination. The first indexed paper was published in 1995, possibly as a result of international conferences related to the environment and climate. The country that presented the most studies related to the topic was Brazil. The most evaluated compartment was the soil, and as for biomass the most evaluated portion was aboveground biomass. Several scientific gaps were found, such as countries that have not yet developed research related to the topic. This reinforces the importance of carrying out local studies to avoid bias when estimating carbon stock in Amazonian soils.

Keywords: carbon content; rainforest; *Urochloa brizantha*.

1 Introdução

A alteração no uso e na ocupação dos solos amazônicos se inicia, de modo geral, com a supressão das espécies de maior interesse econômico, resultando na substituição da vegetação natural por outras formas de cultivo, como pastagem e agricultura (Sanquetta *et al.*, 2020). Tais alterações podem causar uma série de mudanças nos ciclos biogeoquímicos e mudança na quantidade de biomassa do sistema. Esse fato pode acarretar aumento da emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE) e modificação na qualidade dos solos (Bustamante *et al.*, 2018; Dalal *et al.*, 2021; Davidson *et al.*, 2012; Fan *et al.*, 2016).

A mudança no uso e ocupação do solo impacta diretamente nos serviços ecossistêmicos, balanços energético e hídrico e nos estoques de carbono e biomassa dos sistemas (Davidson *et al.*, 2012). Boa parte das terras destinadas às atividades agrícolas e silviculturais estão na América do Sul, e tais atividades são consideradas como um dos principais fatores de desmatamento (FAO, 2017). Existem, no entanto, áreas de regeneração natural e reflorestamentos criadas com o objetivo de recuperar a biodiversidade dos ambientes florestais.

Apesar da importância de estudos relacionados com a mudança no uso do solo, os ambientes florestais ainda parecem ser os mais estudados, enquanto as pastagens e cultivos agrícolas ainda são pouco avaliados. Compreender a forma como a substituição da vegetação natural impacta o ciclo do carbono é imprescindível para se traçarem estratégias de mitigação das mudanças no clima, uma vez que, ao longo dos anos, diversas conferências como a ECO-92 têm gerado desdobramentos para tratar das questões relacionadas ao clima (ONU, 1992).

Assim, é interessante conhecer os trabalhos presentes na literatura, com o objetivo de identificar as lacunas existentes no meio científico. Dessa forma, a revisão sistemática aparece como uma ferramenta de análise que transforma informações bibliográficas em resultados quantitativos, sobretudo com o surgimento de bases científicas como Scopus, plataforma que facilitou a aquisição de grandes volumes de dados (Donthu *et al.*, 2021; Pritchard, 1969).

Assim, este trabalho tem por objetivo realizar a revisão bibliométrica e o estado da arte das publicações relacionadas ao estoque de carbono em pastagem na Amazônia,

indexadas na base de dados Scopus, até o ano de 2021. Nas próximas seções, serão avaliados aspectos como a metodologia do estudo (seção 2), os resultados (seção 3) mostrando o aumento das publicações ao longo do tempo, instituições de afiliação dos autores, agências de fomento das pesquisas, localização dos estudos, espécies de pastagem avaliadas, entre outros aspectos, e as conclusões da pesquisa (seção 4).

2 Material e métodos

A pesquisa consistiu numa busca na base de dados Scopus, utilizando-se termos em inglês para contemplar um maior número de publicações. Essa base de dados foi escolhida por ser considerada o maior banco de publicações científicas revisadas por pares, além do constante aprimoramento e presença de pesquisas com qualidade científica (Gasparyan *et al.*, 2011; Gasparyan; Kitas, 2021; Khudzari *et al.*, 2018; Patro; Misra, 2020). Além do mais, a Scopus tem sido utilizada para complementar a avaliação dos programas de pós-graduação no Brasil e contempla um maior número de publicações indexadas, incluindo a maior parte das pesquisas indexadas em outras bases.

Foi utilizada a seguinte sequência de busca: *(TITLE-ABS-KEY((pasture or grassland) AND (amazonia or amazon)) AND TITLE-ABS-KEY("carbon stock" OR "carbon sink" OR "carbon sequestration" OR "carbon pool")) AND (EXCLUDE (PUBYEAR,2022))*. Os termos foram escolhidos com o objetivo de contemplar o maior número de publicações. A revisão avaliou as publicações indexadas na base Scopus até o ano de 2021. Os trabalhos retornados pela busca foram lidos e submetidos a uma triagem, de acordo com o seguinte critério de inclusão: estar relacionado ao estoque de carbono em pastagens na região da Amazônia. Os trabalhos que atenderam ao critério seguiram para uma avaliação minuciosa, com o objetivo de efetuar a análise bibliométrica e o estado da arte.

Para a análise bibliométrica, foram observados os parâmetros a seguir: a) ano de publicação; b) instituição de afiliação dos autores; c) rede de interligação entre os autores, utilizando-se o programa VOSviewer versão 1.6.15; d) agências e instituições de fomento das pesquisas; e) periódicos de publicações; f) tipo de publicação por documento; e g) áreas da ciência em que os trabalhos estavam inseridos, de acordo com classificação da Scopus. Para o estado da arte, foram observadas as seguintes informações: a) localização do estudo; b) espécies de pastagem avaliadas; c) componente pesquisado, definido como biomassa e/ou solo; d) parte da biomassa analisada; e) método de determinação de carbono; e f) profundidade do solo. Tanto o banco de dados quanto as informações avaliadas em cada trabalho foram tabulados, utilizando-se planilhas eletrônicas e a linguagem de programação R (R CORE TEAM, 2021).

3 Resultados e discussão

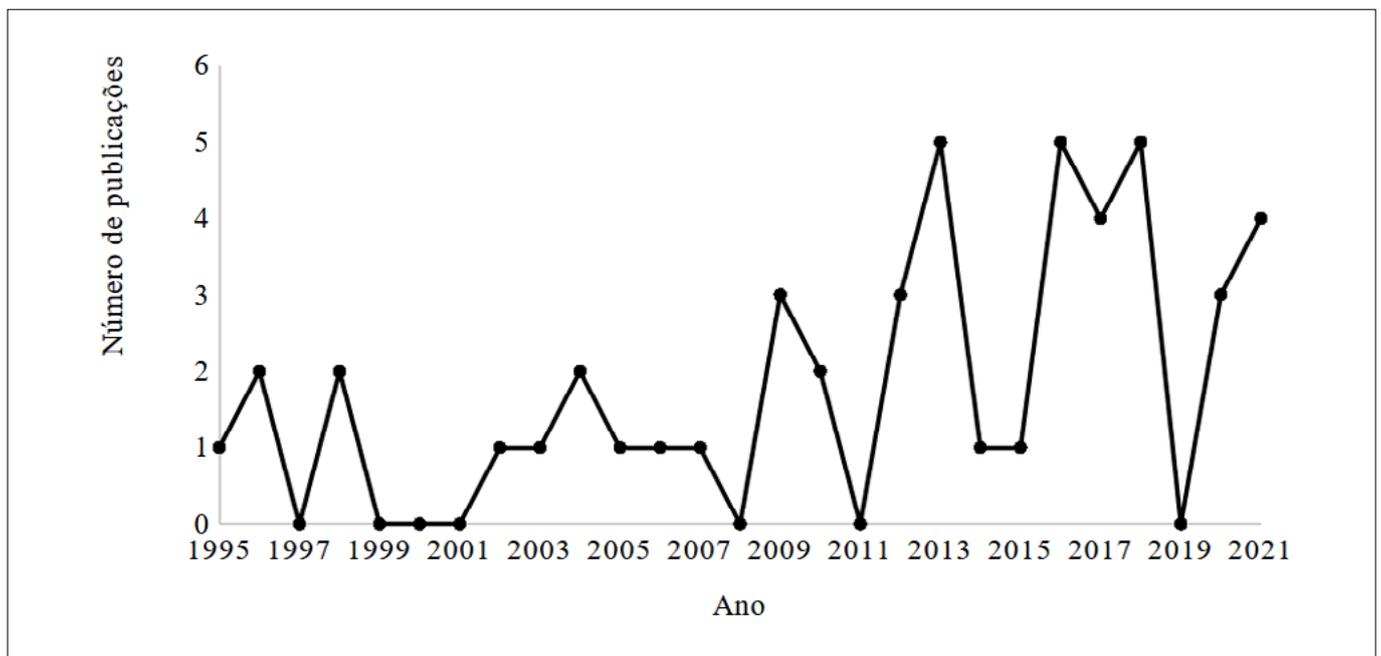
A pesquisa realizada por meio das palavras-chave na base de dados Scopus retornou 118 publicações. Apenas 48 manuscritos, no entanto, atenderam ao critério de seleção, ou seja, avaliaram de fato o carbono da biomassa ou do solo em ambientes de pastagem, o que ressalta a necessidade de estudos para auxiliar no cálculo das emissões de gases de efeito estufa. A base de dados representa uma amostragem de todos os trabalhos da literatura e pode refletir a carência de estudos

dessa temática, mostrando que os efeitos da conversão da biomassa em sistemas alternativos de cultivo ainda são pouco conhecidos. A quantidade de trabalhos encontrados foi baixa, frente à importância do tema. Compreender a mudança no uso e na ocupação do solo é fundamental para auxiliar na tomada de decisão para mitigação das mudanças climáticas.

O número de publicações indexadas oscilou ao longo do tempo, com a primeira pesquisa indexada publicada no ano de 1995 e com os maiores picos de publicação nos anos de 2013, 2016 e 2018 (Figura 1). Em 2019, não foram registrados manuscritos relacionados ao tema, porém, em 2020 e 2021, houve uma retomada de publicações. O interesse por trabalhos que tratam da mudança no uso e na ocupação do solo bem como no estoque de carbono do solo e da biomassa da pastagem cresceu a partir de 1995. Tal crescimento provavelmente ocorreu devido às decisões estabelecidas em eventos como a ECO-92, que tratou das adversidades ambientais existentes e possíveis consequências para o mundo, oficializando o conceito de sustentabilidade e atribuindo responsabilidades com relação aos impactos ambientais gerados (Novaes, 1992; ONU, 1993).

Figura 1 ▼

Número de publicações sobre estoque de carbono em pastagens na Amazônia, indexadas na base de dados Scopus até o ano de 2021.
Fonte: dados da pesquisa

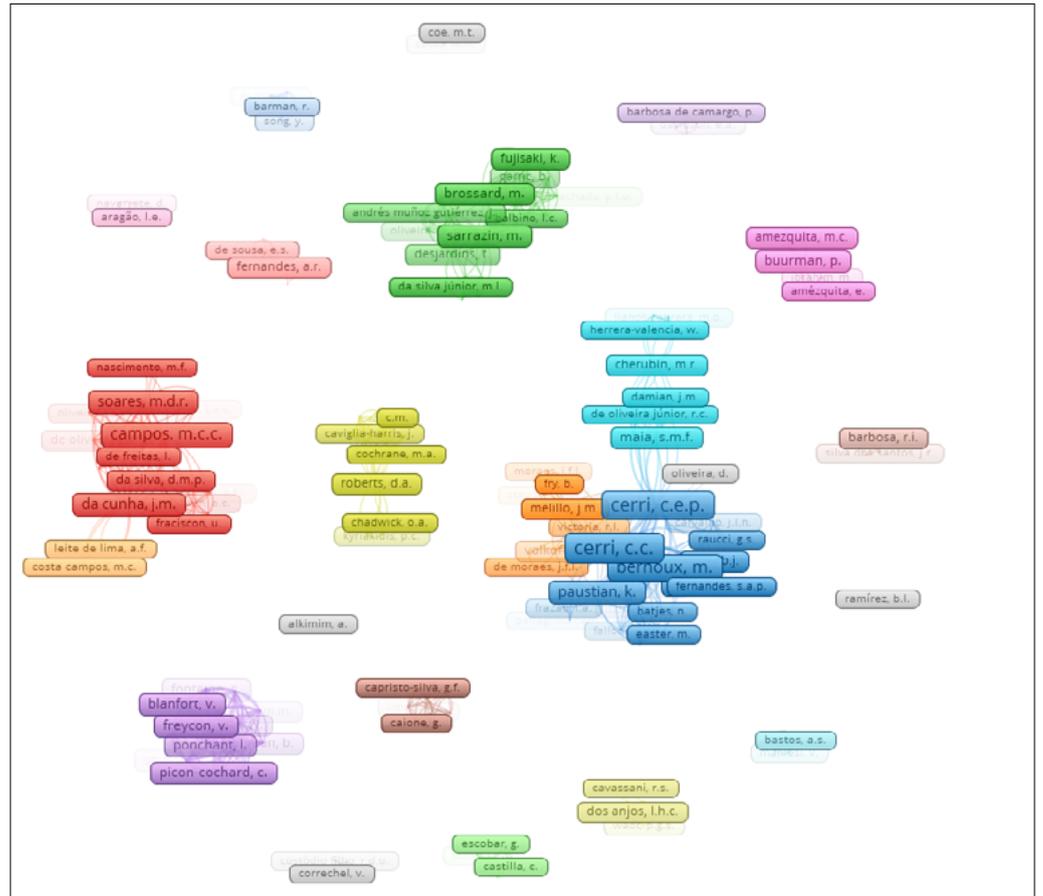


As publicações foram distribuídas em 31 periódicos. Os que apresentaram maior número de trabalhos foram: *Geoderma*, *Agriculture Ecosystems and Environment* e *Global Change Biology*, que, juntos, concentraram quase um terço das publicações. Entre as palavras com maior relevância para as revistas, estão *soil*, *carbon* e *organic*, o que torna o tema interessante para divulgação. O escopo das revistas também indica preferência pelo tema, o que pode justificar a quantidade de trabalhos publicados.

Foram identificados 155 autores responsáveis pelos 48 manuscritos selecionados. Os oito primeiros são autores ou coautores em cerca de 20% das contribuições nas pesquisas. Observando a teia de colaboração entre os autores, é possível identificar aqueles com maior número de contribuição (Figura 2). Aproximadamente metade dos autores é de nacionalidade brasileira, seguida dos norte americanos e franceses.

Figura 2 ▶

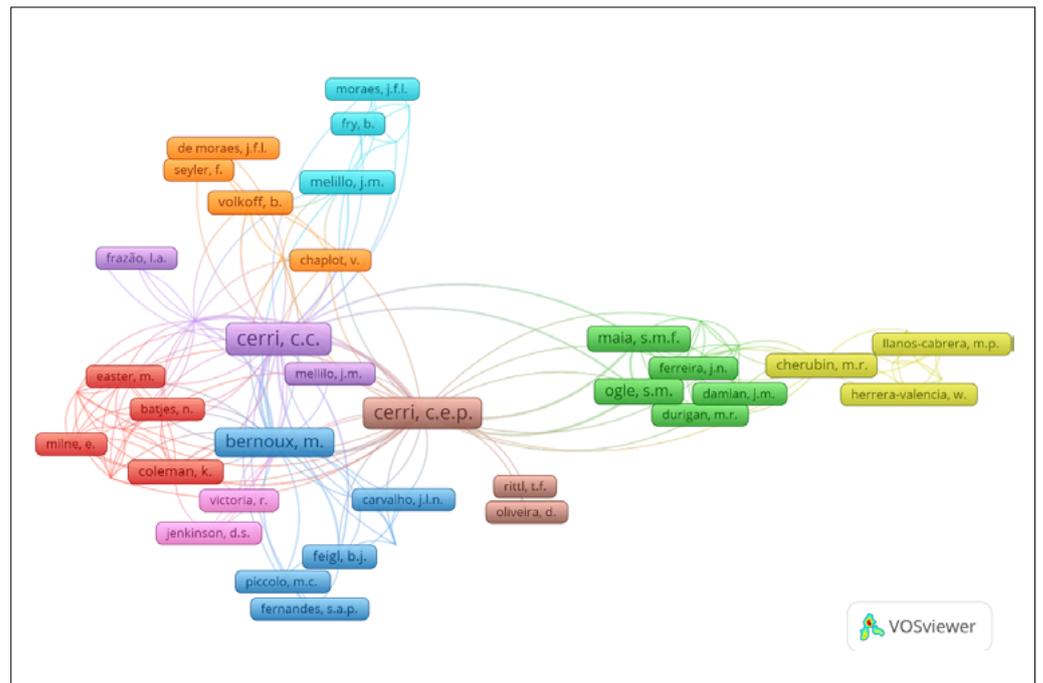
Teia de colaboração entre os autores das pesquisas relacionadas ao estoque de carbono em pastagens na Amazônia, indexadas na base de dados Scopus, até 2021.
 Fonte: elaborada pelos autores



Os pesquisadores Carlos Clemente Cerri, Carlos Eduardo Pellegrino Cerri e Martial Bernoux foram os que mais produziram pesquisas relacionadas ao tema. Além de contribuir em número de publicações, os pesquisadores fazem parte da teia principal de cocitação (Figura 3).

Figura 3 ▶

Teia principal de colaboração entre os autores das pesquisas relacionadas ao estoque de carbono em pastagens na Amazônia, indexadas na base de dados Scopus, até 2021.
 Fonte: elaborada pelos autores



De acordo com a Scopus, o Dr. Carlos Clemente Cerri foi um pesquisador vinculado à Universidade de São Paulo. Com formação em agronomia, esse pesquisador contribuiu com mais de 220 publicações indexadas na base, sendo a maioria delas relacionadas ao carbono orgânico do solo. Já o Dr. Carlos Eduardo Pellegrino Cerri tem 219 artigos indexados até o momento desta pesquisa, e atualmente é professor da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, da Universidade de São Paulo, com trabalhos voltados principalmente para matéria orgânica do solo, mudanças climáticas e geoprocessamento. O Dr. Martial Bernoux atualmente é pesquisador do Institut de Recherche pour le Développement (IRD) e contribuiu até o momento com 134 documentos indexados na Scopus, com ênfase em carbono, sequestro de carbono e emissões de CO₂.

A publicação de Trumbore *et al.* (1995) foi a mais citada até o desenvolvimento desta pesquisa, com 381 menções em trabalhos. O artigo foi escrito em 1995, sendo o manuscrito mais antigo indexado na base Scopus sobre o tema. A publicação avaliou o estoque de carbono no Pará, em solos sob pastagens, e analisou os dez primeiros centímetros de solo, utilizando o método da espectrometria de massa para determinação do carbono. Por ser uma publicação com resultados inovadores, para a época, o artigo pode ter servido de base para muitos outros trabalhos.

O segundo texto mais mencionado foi o de Maia *et al.* (2009), com 127 citações. A pesquisa contou com a participação dos pesquisadores Carlos Clemente Cerri e Carlos Eduardo Pellegrino Cerri. Na ocasião, os pesquisadores avaliaram o estoque de carbono sob pastagens nos trinta primeiros centímetros de profundidade, pelo método da combustão seca. O objetivo da pesquisa foi avaliar os efeitos do manejo da vegetação sobre os estoques de carbono orgânico do solo, por meio da comparação entre ambientes de vegetação nativa e com manejo de pastagens. O estudo concluiu que o manejo de pastagens degradadas diminuiu os estoques em cerca de 0,27 MgC.ha⁻¹.ano⁻¹, enquanto o manejo aprimorado de pastagens não degradadas aumentou os estoques em até 0,72 MgC.ha⁻¹.ano⁻¹, concluindo que, a depender do ambiente de referência e quando bem manejadas as pastagens, estas têm potencial para sequestrar carbono.

A pesquisa de Carvalho *et al.* (2010) foi o terceiro manuscrito mais citado até a aquisição do banco de dados desta pesquisa, contando com 105 menções em outras publicações. O estudo teve por objetivo avaliar a mudança do estoque de carbono no solo, de acordo com os diferentes usos da terra, incluindo sistemas integrados lavoura-pecuária. A publicação mostrou que pastagens não degradadas sob solo fértil apresentaram taxa média de acúmulo de 0,46 MgC.ha⁻¹.ano⁻¹, já a conversão da vegetação nativa para o sistema de integração resultou em perdas de carbono de 1,31 Mg.ha⁻¹ em seis anos e de 0,69 Mg.ha⁻¹ em 21 anos. O estudo ainda constatou que a conversão de uma pastagem não degradada em área de agricultura resultou em emissão média de 1,44 MgC.ha⁻¹.ano⁻¹.

Vale destacar que as três pesquisas mais utilizadas como referência nas publicações sobre estoque de carbono em ambientes de pastagem avaliaram apenas a região edáfica. Avaliações na perda de biomassa, no entanto, são extremamente valiosas dada a importância que a biomassa tem no estoque de carbono do sistema, sem contar que a conversão de floresta natural para pastagem causa uma perda de biomassa significativa, que pode ser percebida visualmente. Esse resultado demonstra a oportunidade de realização de pesquisas inéditas em ambientes de pastagem na região amazônica, com o objetivo de preencher essa lacuna no conhecimento.

Com relação às instituições que desenvolveram pesquisas relacionadas com o tema, a Universidade de São Paulo foi a que mais produziu publicações. Em seguida, apareceram a Colorado State University e o Institut de Recherche pour le Développement. Vale ressaltar que as três instituições que apresentaram o maior número de documentos publicados

não estão localizadas em ambientes no domínio fitogeográfico da Floresta Amazônica. A segunda e a terceira, inclusive, estão em países fora do domínio fitogeográfico. Tal fato mostra o interesse internacional relacionado ao ambiente avaliado e uma pouca quantidade de estudos das intuições presentes no domínio fitogeográfico.

O destaque da Universidade de São Paulo pode ser justificado devido ao fato de os dois pesquisadores com maior número de publicações terem vinculado suas carreiras acadêmicas a ela. O pesquisador Dr. Carlos Eduardo Pellegrino Cerri atualmente é professor do Departamento de Ciência do Solo na Universidade de São Paulo e trabalha diretamente com questões relacionadas ao aquecimento global e às mudanças climáticas, agricultura e mercado de créditos de carbono (Berenguer *et al.*, 2014; Duarte; Glaser; Cerri, 2019).

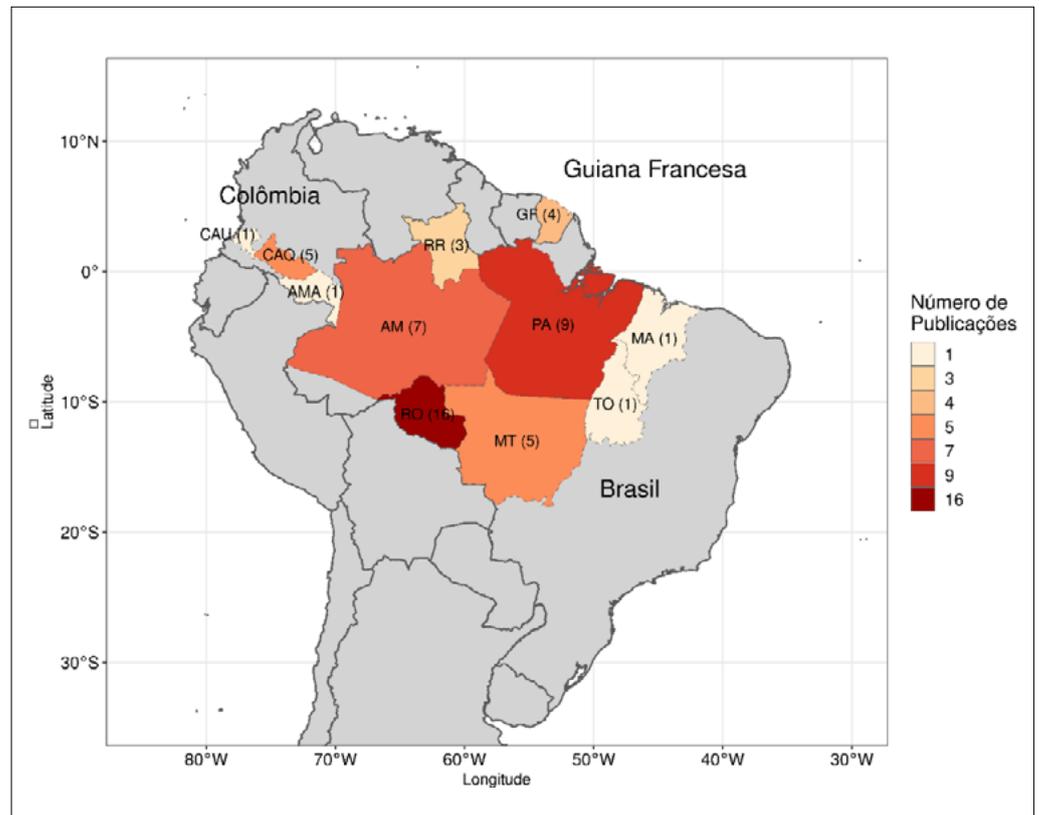
Em se tratando das agências de fomento à pesquisa, a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) foi a que mais contribuiu no financiamento das pesquisas relacionadas ao tema, seguida do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), todas elas, agências brasileiras. Como o Brasil é o país que mais pesquisa sobre o tema, não é difícil compreender os números, sobretudo quando o primeiro órgão é a FAPESP, que financia estudos no estado de São Paulo.

Os trabalhos foram agrupados por localização do estudo, sendo o Brasil o país com maior número de pesquisas, seguido da Colômbia e da Guiana Francesa (Figura 4). A quantidade de trabalhos realizados no Brasil representou quase 80% do total das publicações. Neste país, o estado de Rondônia foi o mais estudado; no entanto, é possível observar que ainda existem regiões com pouco ou nenhum estudo indexado na base Scopus, como o Acre e o Amapá. Tal informação é importante, uma vez que ambos os estados apresentam parte da sua cobertura composta por pastagens, sobretudo o estado do Acre (IBGE, 2017). Vale ressaltar que trabalhos que quantificaram apenas a biomassa, e não o estoque de carbono, não foram incluídos nesta pesquisa.

Figura 4 ►

Distribuição das pesquisas relacionadas ao estoque de carbono em pastagens na Amazônia, indexadas na base de dados Scopus, até 2021.

Fonte: elaborada pelos autores



Entre os trabalhos realizados em Rondônia, apenas 18,75% estudaram o estoque de carbono na biomassa das pastagens (Fujisaka *et al.*, 1998; Moraes *et al.*, 1998; Toomey *et al.*, 2013). O estudo da biomassa é fundamental para compreender de que forma a substituição das florestas por pastagem impacta na dinâmica do carbono, sobretudo porque o cálculo do balanço de carbono depende da informação do estoque de carbono dos diferentes compartimentos do ecossistema bem como sua dinâmica.

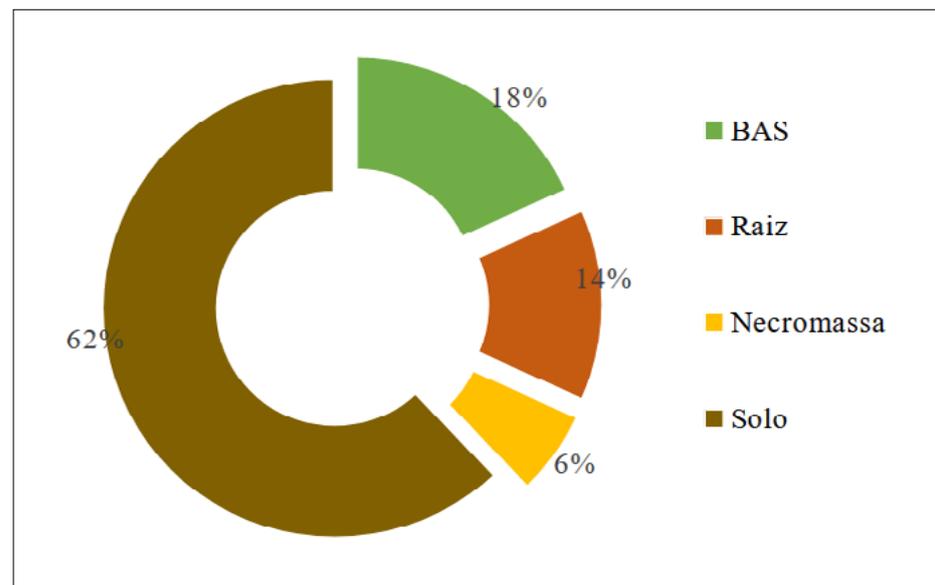
Moraes *et al.* (1998) avaliaram a mudança do uso e ocupação do solo de floresta conservada e de floresta queimada para pastagem, utilizando imagens de satélite e dados da literatura. Na ocasião, os autores perceberam que a substituição da floresta por pastagem gera grande emissão de carbono, apresentando balanço negativo de carbono. Os valores de carbono estocado na pastagem encontrados por Fujisaka *et al.* (1998) foi de 28 Mg.ha⁻¹, o que representou 14% do carbono armazenado na floresta, sendo que, desse valor, cerca de 20 Mg.ha⁻¹ estava estocado nos solos sob pastagem. Já para Toomey *et al.* (2013), as emissões líquidas de carbono geradas por atividades como queimadas, cortes e implantação de pastagens representam cerca de 93% dos estoques iniciais de carbono da floresta.

De acordo com o Censo Agropecuário de 2017, a área de pastagens no Brasil era de 159.497.547 ha, cerca de 19% do seu território, sendo que apenas 30% desse percentual era composto por áreas naturais (IBGE, 2017). As pastagens constituem uma forma eficiente e de baixo custo para alimentação animal. A grande área destinada ao cultivo de pastagem, no Brasil, certamente fez com que importante parte dos pesquisadores demonstrasse interesse em desenvolver seus trabalhos no país. O estado de Rondônia sofre grande mudança no uso e na ocupação do solo – atualmente a área ocupada por pastagens representa mais de seis milhões de hectares (IBGE, 2017).

Quando os componentes estudados foram comparados, o solo foi o mais pesquisado. Foi possível notar que o estoque de carbono na biomassa acima do solo (BAS) foi o segundo componente mais avaliado, com pouca diferença em relação à quantidade de trabalhos que avaliaram as raízes. As avaliações em serapilheira também ocorreram, porém, em menor número (Figura 5).

Figura 5 ►

Componentes avaliados nas pesquisas relacionadas ao estoque de carbono em pastagens na Amazônia, indexadas na base de dados Scopus, até 2021.
Fonte: dados da pesquisa



Estudos recentes na região mostram que a conversão de floresta em ambientes de pastagem teve impactos negativos nas propriedades físicas, químicas e biológicas

do solo (Bastos *et al.*, 2021; Durrer *et al.*, 2021; Lima *et al.*, 2022). Apesar das recentes avaliações realizadas na região edáfica, ainda são poucas as pesquisas que se dedicam aos ambientes de pastagem, sobretudo no que diz respeito ao estoque de carbono na biomassa.

Cerca de 50% dos trabalhos realizados com BAS avaliaram pastagens no estado de Rondônia. Oliveira *et al.* (2013) utilizaram modelos de clima para avaliar o armazenamento do carbono das florestas primárias bem como a produtividade de soja e pastagens na Amazônia Legal brasileira, sob vários cenários de desmatamento, e concluíram que quanto maior a expansão da agricultura e pastagem, menor a produtividade do sítio.

Observando os trabalhos que realizaram coletas de solos para análises, a maioria o fez até os primeiros 30 cm de profundidade. Cerca de 30% dos trabalhos avaliaram profundidades maiores que 30 cm, e 10% não informaram a profundidade avaliada. A abertura de perfis do solo foi o método mais utilizado para coleta das amostras. O IPCC (2006) recomenda justamente que as avaliações do solo sejam realizadas pelo menos nessa profundidade. Ainda assim, avaliações mais profundas são extremamente importantes, porém a dificuldade de coleta nessas camadas mais profundas pode ser fator limitante para grande parte dos trabalhos.

O método da combustão úmida foi o mais utilizado para determinar o carbono, seguido da combustão seca, da espectrometria de massa e do fator de conversão. O método de combustão úmida, entretanto, ainda é propenso a erros de operação e gera grande volume de resíduos, apesar de haver adaptação da metodologia tradicional para redução de 75% na utilização do ácido sulfúrico empregado nas análises (Araujo *et al.*, 2020). Desse modo, o método por combustão seca tem sido o mais recomendado nos últimos anos, pois gera menos resíduos que podem causar impactos ambientais, apresenta maior precisão e reduz a quantidade de amostras e tempo de análise (Silva *et al.*, 2021).

A quantificação adequada dos estoques de carbono é fundamental para traçar estratégias que auxiliem na mitigação de emissão de GEE e, conseqüentemente, com a redução dos efeitos das alterações climáticas. Vale salientar que, com retirada da vegetação natural, além da perda do carbono estocado na biomassa, também há alteração nos solos, uma vez que, com a alteração da vegetação para o sistema de cultivo, aumenta-se a mineralização da matéria orgânica do solo, com alterações edafoclimáticas no microambiente e redução de material vegetal senescente (Kopittke *et al.*, 2017).

4 Conclusão

Ainda existem lacunas a serem preenchidas, sobretudo com relação aos locais a serem estudados. Apenas três países apresentaram pesquisas relacionadas com o tema de estoque de carbono em ambientes de pastagem e indexadas na Scopus. Esses resultados podem estimular o desenvolvimento de pesquisas nessa área de investigação, especialmente em instituições locais. Diante dos resultados encontrados neste estudo, é imprescindível realizar avaliações locais e quantificações laboratoriais do estoque de carbono, para compreender os impactos da conversão no uso do solo em pastagens.

Recomenda-se a avaliação de áreas prioritárias para o desenvolvimento de novas pesquisas e uma maior quantificação do estoque de carbono em biomassa de pastagens, bem como avaliações locais, evitando sub ou superestimativas dos resultados. Além do mais, estudos relacionados ao efluxo de CO₂ são imprescindíveis para a compreensão da dinâmica do carbono com a alteração no uso e ocupação dos solos.

Agradecimentos

Os autores agradecem o Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Financiamento

Este estudo foi parcialmente financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código Financeiro 001.

Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

Referências

ARAÚJO, E. C. G.; SILVA, T. C.; COELHO, J. B. M.; BEZERRA NETO, E.; BARRETO, L. P. Determinação do teor de carbono orgânico total em amostra vegetal pelo método volumétrico com diferentes volumes de ácido sulfúrico. **BIOFIX Scientific Journal**, v. 5, n. 1, p. 50-53, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/biofix.v5i1.67939>.

BASTOS, A. S.; SANQUETTA, C. R.; MANIESI, V.; SANQUETTA, M. N. I.; CORTE, A. P. D. Amazon plinthosols: Carbon stocks and physical properties under different land uses. **Ciência Florestal**, v. 31, n. 2, p. 749-765, 2021. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509838211>.

BERENQUER, E.; FERREIRA, J.; GARDNER, T. A.; ARAGÃO, L. E. O. C.; CAMARGO, P. B.; CERRI, C. E.; DURIGAN, M.; OLIVEIRA JUNIOR, R. C.; VIEIRA, I. C. G.; BARLOW, J. A large-scale field assessment of carbon stocks in human-modified tropical forests. **Global Change Biology**, v. 20, n. 12, p. 3713-3726, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1111/gcb.12627>.

BUSTAMANTE, M. M. C.; SILVA, J. S. O.; CANTINHO, R. Z.; SHIMBO, J. Z.; OLIVEIRA, P. V. C.; SANTOS, M. M. O.; OMETTO, J. P. H. B.; CRUZ, M. R.; MELLO, T. R. B.; GODIVA, D.; NOBRE, C. A. Engagement of scientific community and transparency in C accounting: the Brazilian case for anthropogenic greenhouse gas emissions from land use, land-use change and forestry. **Environmental Research Letters**, v. 13, n. 5, p. 1-11, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aabb37>.

CARVALHO, J. L. N.; RAUCCI, G. S.; CERRI, C. E. P.; BERNOUX, M.; FEIGL, B. J.; WRUCK, F. J.; CERRI, C. C. Impact of pasture, agriculture and crop-livestock systems on soil C stocks in Brazil. **Soil and Tillage Research**, v. 110, n. 1, p. 175-186, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.still.2010.07.011>.

DALAL, R. C.; THORNTON, C. M.; ALLEN, D. E.; OWENS, J. S.; KOPITTKE, P. M. Long-term land use change in Australia from native forest decreases

all fractions of soil organic carbon, including resistant organic carbon, for cropping but not sown pasture. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 311, 107326, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107326>.

DAVIDSON, E. A.; ARAÚJO, A. C.; ARTAXO, P.; BALCH, J. K.; BROWN, I. F.; BUSTAMANTE, M. M. C.; COE, M. T.; DEFRIES, R. S.; KELLER, M.; LONGO, M.; MUNGE, J. W.; SCHROEDER, W.; SOARES-FILHO, B. S.; SOUZA, C. M.; WOFSY, S. C. The Amazon basin in transition. **Nature**, v. 481, n. 7381, p. 321-328, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1038/nature10717>.

DONTHU, N.; KUMAR, S.; MUKHERJEE, D.; PANDEY, N.; LIM, W. M. How to conduct a bibliometric analysis: An overview and guidelines. **Journal of Business Research**, v. 133, , p. 285-296, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.04.070>.

DUARTE, S. J.; GLASER, B.; CERRI, C. E. P. Effect of biochar particle size on physical, hydrological and chemical properties of loamy and sandy tropical soils. **Agronomy**, v. 9, n. 4, p. 165, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy9040165>.

DURRER, A.; MARGENOT, A. J.; SILVA, L. C. R.; BOHANNAN, B. J. M.; NUSSLEIN, K.; HAREN, J. V.; ANDREOTE, F. D.; PARIKH, S. J.; RODRIGUES, J. L. M. Beyond total carbon: conversion of amazon forest to pasture alters indicators of soil C cycling. **Biogeochemistry**, v. 152, n. 2-3, p. 179-194, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10533-020-00743-x>.

FAN, S.; GUAN, F.; XU, X.; FORRESTER, D. I.; MA, W.; TANG, X. Ecosystem carbon stock loss after land use change in subtropical forests in China. **Forests**, v. 7, n. 7, p. 1-12, 2016. DOI: <https://doi.org/10.3390/f7070142>.

FAO. **Faostat**: dados sobre alimentação e agricultura. 2017. Disponível em: <https://faostat.fao.org/>. Acesso em: 20 mar. 2021.

FUJISAKA, S.; CASTILLA, C.; ESCOBAR, G.; RODRIGUES, V.; VENEKLAAS, E. J.; THOMAS, R.; FISHER, M. The effects of forest conversion on annual crops and pastures: Estimates of carbon emissions and plant species loss in a Brazilian Amazon colony. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 69, n. 1, p. 17-26, 1998. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(98\)00091-7](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(98)00091-7).

GASPARYAN, A. Y.; AYVAZYAN, L.; BLACKMORE, H.; KITAS, G. D. Writing a narrative biomedical review: considerations for authors, peer reviewers, and editors. **Rheumatology International**, v. 31, n. 11, p. 1409-1417, 2011. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00296-011-1999-3>.

GASPARYAN, A. Y.; KITAS, G. D. Editorial strategy to get a scholarly journal indexed by Scopus. **Mediterranean Journal of Rheumatology**, v. 32, n. 1, p. 1-2, 2021. DOI: <https://dx.doi.org/10.31138/mjr.32.1.1>.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo agro 2017**. 2017. Disponível em: https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/estabelecimentos.html. Acesso em: 20 jan. 2022.

IPCC – INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **2006 IPCC Guidelines for national greenhouse gas inventories**. 2006. Disponível em: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/>. Acesso em: 20 jan. 2022.

KHUDZARI, J. M.; KURIAN, J.; TARTAKOVSKY, B.; RAGHAVAN, G. S. V. Bibliometric analysis of global research trends on microbial fuel cells using Scopus database. **Biochemical Engineering Journal**, v. 136, p. 51-60, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bej.2018.05.002>.

KOPITTKE, P. M.; DALAL, R. C.; FINN, D.; MENZIES, N. W. Global changes in soil stocks of carbon, nitrogen, phosphorus, and sulphur as influenced by long-term agricultural production. **Global Change Biology**, v. 23, n. 6, p. 2509-2519, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1111/gcb.13513>.

LIMA, A. F. L.; CAMPOS, M. C. C.; ENCK, B. F.; SIMÕES, W. S.; ARAÚJO, R. M.; SANTOS, L. A. C.; CUNHA, J. M. Physical soil attributes in areas under forest/pasture conversion in northern Rondônia, Brazil. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 194, n. 1, 34, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10661-021-09682-y>.

MAIA, S. M. F.; OGLE, S. M.; CERRI, C. E. P.; CERRI, C. C. Effect of grassland management on soil carbon sequestration in Rondônia and Mato Grosso states, Brazil. **Geoderma**, v. 149, n. 1-2, p. 84-91, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2008.11.023>.

MORAES, J. F. L.; SEYLER, F.; CERRI, C. C.; VOLKOFF, B. Land cover mapping and carbon pools estimates in Rondonia, Brazil. **International Journal of Remote Sensing**, v. 19, n. 5, p. 921-934, 1998. DOI: <https://doi.org/10.1080/014311698215793>.

NOVAES, W. Eco-92: avanços e interrogações. **Estudos Avançados**, v. 6, n. 15, p. 79-93, 1992. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-40141992000200005>.

OLIVEIRA, L. J. C.; COSTA, M. H.; SOARES-FILHO, B. S.; COE, M. T. Large-scale expansion of agriculture in Amazonia may be a no-win scenario. **Environmental Research Letters**, v. 8, n. 2, 024021, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1088/1748-9326/8/2/024021>.

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima**. Rio de Janeiro, 1992.

ONU – ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **United Nations Conference on environment and development Environmental Geology**. New York, 1993.

PATRO, P.; MISRA, D. P. Registering and reporting systematic reviews. **Central Asian Journal of Medical Hypotheses and Ethics**, v. 1, n. 2, p. 122-126, 2020. DOI: <https://doi.org/10.47316/cajmhe.2020.1.2.03>.

PRITCHARD, A. Statistical bibliography or bibliometrics? **Journal of Documentation**, v. 25, n. 4, p. 348-349, 1969.

R CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**. Viena: R Foundation for Statistical Computing, 2021. Disponível em: <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=3131254>. Acesso: 12 fev. 2022.

SANQUETTA, C. R.; BASTOS, A. S.; SANQUETTA, M. N. I.; ROSÁRIO, P. H. C. K.; CORTE, A. P. D.; PIVA, L. R. O. Estoque de biomassa e carbono em pastagens cultivadas no Norte de Rondônia. **BIOFIX Scientific Journal**, v. 5, n. 1, p. 102-107, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.5380/biofix.v5i1.67756>.

SILVA, T. C.; ARAUJO, E. C. G.; SANQUETTA, C. R.; COELHO, J. B. M.; BEZERRA NETO, E.; BARRETO, L. P. Comparison of methodologies for determining the carbon content in wood. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 14, supl. 2, e8400, 2021. DOI: <https://dx.doi.org/10.17765/2176-9168.2021v14Supl.2.e8400>.

TOOMEY, M.; ROBERTS, D. A.; CAVIGLIA-HARRIS, J.; COCHRANE, M. A.; DEWES, C. F.; HARRIS, D.; NUMATA, I.; SALES, M. H.; SILLS, E.; SOUZA JUNIOR, C. M. Long-term, high-spatial resolution carbon balance monitoring of the Amazonian frontier: Predisturbance and postdisturbance carbon emissions and uptake. **Journal of Geophysical Research: Biogeosciences**, v. 118, n. 2, p. 400-411, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1002/jgrg.20033>.

TRUMBORE, S. E.; DAVIDSON, E. A.; CAMARGO, P. B.; NEPSTAD, D. C.; MARTINELLI, L. A. Belowground cycling of carbon in forests and pastures of eastern Amazonia. **Global Biogeochemical Cycles**, v. 9, n. 4, p. 515-528, dez. 1995. DOI: <https://doi.org/10.1029/95GB02148>.