

Potencial de sequestro de dióxido de carbono em agroflorestas da Zona da Mata rondoniense

Potential for carbon dioxide sequestration in agroforests in the Zona da Mata of Rondônia

Potencial de secuestro de dióxido de carbono en agroforestales de la Zona da Mata de Rondônia

Kethin Kamilli Gobi Camargo

Discente de graduação na Fundação Universidade Federal de Rondônia (UNIR), *Campus* Rolim de Moura, RO - Departamento de Agronomia

Lattes: <https://lattes.cnpq.br/2564749706246073>

Orcid: <https://orcid.org/0009-0008-4326-2883>

Joicy Gabriely da Silva Santos

Discente de graduação na Fundação Universidade Federal de Rondônia (UNIR), *Campus* Rolim de Moura, RO - Departamento de Agronomia

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7648880996689259>

Orcid: <https://orcid.org/0009-0005-5807-7590>

Valéria de Oliveira Roos

Discente de graduação na Fundação Universidade Federal de Rondônia (UNIR), *Campus* Rolim de Moura, RO - Departamento de Agronomia

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5491129754514625>

Orcid: <https://orcid.org/0009-0002-0271-6267>

Thiago Cardoso Silva

Dr. em Engenharia Florestal pela Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, Paraná, Brasil. Docente da Universidade Federal de Rondônia (UNIR), *Campus* de Rolim de Moura, Rondônia, Brasil.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8962087913561252>

Orcid : [Orcid.org/0000-0001-6553-4204](https://orcid.org/0000-0001-6553-4204)

Adriano Reis Prazeres Mascarenhas

Dr. em Ciência e Tecnologia da Madeira pela Universidade Federal de Lavras – (PPGCTM/UFLA) Lavras, Minas Gerais, Brasil. Docente da Universidade Federal de Rondônia (UNIR), *Campus* de Rolim de Moura, Rondônia, Brasil.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7050276331020244>

Orcid : [Orcid.org/0000-0002-7554-3590](https://orcid.org/0000-0002-7554-3590)

Emmanoella Costa Guaraná Araujo

Dra. em Engenharia Florestal pela Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, Paraná, Brasil. Docente da Universidade Federal de Rondônia (UNIR), *Campus* de Rolim de Moura, Rondônia, Brasil. Laboratório de Economia e Carbono em Agroecossistemas (LECarbon).

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1659011614593700>

Orcida: <https://orcid.org/0000-0002-4493-904X>

Elaine Cosma Fiorelli

Dra. em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente pela Fundação Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho, Rondônia, Brasil. Docente da Universidade Federal de Rondônia (UNIR), *Campus* de Rolim de Moura, Rondônia, Brasil.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1841187891526386>

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9030-9006>

Artur Falqueto Sonsin

Dr. em Física pela Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Maceió, Alagoas, Brasil. Docente da Universidade Federal de Rondônia (UNIR), *Campus* de Rolim de Moura, Rondônia, Brasil.

Lattes : <http://lattes.cnpq.br/6017245825715483>

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-2479-6037>

Emanuel Maia

Dr. em Fitotecnia pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, Minas Gerais, Brasil. Docente da Universidade Federal de Rondônia (UNIR), *Campus* de Rolim de Moura, Rondônia, Brasil.

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4742387914768064>

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5493-2183>

Resumo

Introdução: As alterações climáticas, resultado de emissões de gases de efeito estufa provocadas por atividades antrópicas, demandam ações de mitigação e adaptação. Dentre essas ações destaca-se o uso de sistemas agroflorestais (SAFs). Desta forma, o objetivo deste trabalho foi realizar o levantamento florístico de dois SAFs na região central de Rondônia. Além do mais foi realizada a estimativa da biomassa aérea e de palmeiras, o estoque de carbono na vegetação e o CO₂ equivalente, por meio do uso de fatores de conversão. **Metodologia:** A pesquisa examinou dois SAFs de diferentes idades, para tanto, foi realizado o censo dos indivíduos e a mensuração das alturas e diâmetros à altura do peito (DAP). Posteriormente utilizou-se duas equações alométricas, uma para estimar a biomassa aérea de árvores e o outro de palmeiras. Os dados de biomassa foram convertidos para carbono e, em seguida, para CO₂ equivalente, utilizando os fatores de conversão de 0,5 e 44/12, respectivamente. Todos os resultados foram extrapolados para um hectare. **Resultados:** No levantamento foram encontradas 659 espécies, relacionadas a 14 famílias botânicas com altura média de 10,55 m e DAP médio de 36 cm no SAF A e 17,52 m e 36 cm no SAF B. Entretanto, os maiores valores de biomassa foram encontrados no SAF A. **Conclusão:** O estoque de carbono nos sistemas não variou em função da maior quantidade de indivíduos, DAP e altura, mas sim em função da idade do sistema, no qual o mais antigo apresentou as maiores estimativas.

Palavras-chave: conteúdo de carbono; Floresta Amazônica; serviços ecossistêmicos; sumidouro de carbono.

Abstract

Introduction: Climate change, the result of greenhouse gas emissions caused by anthropogenic activities, requires mitigation and adaptation actions. Among these actions is the use of agroforestry systems (AFSs). The aim of this study was to carry out a floristic survey of two SAFs in the central region of Rondônia. In addition, the aerial and palm biomass, vegetation carbon stock and CO₂ equivalent were estimated using conversion factors. **Methodology:** The research examined two AFSs of different ages. For this purpose, a census of the individuals was carried out

and their heights and diameters at breast height (DBH) were measured. Subsequently, two allometric equations were used, one to estimate the aerial biomass of trees and the other of palm trees. The biomass data was converted to carbon and then to CO₂ equivalent, using conversion factors of 0.5 and 44/12, respectively. All the results were extrapolated to one hectare. **Results:** The survey found 659 species, related to 14 botanical families with an average height of 10.55 m and average DBH of 36 cm in AFS A and 17.52 m and 36 cm in AFS B. However, the highest biomass values were found in AFS A. **Conclusion:** The carbon stock in the systems did not vary according to the greater number of individuals, DBH and height, but according to the age of the system, in which the oldest had the highest estimates.

Keywords: carbon content; Amazon rainforest; ecosystem services; carbon sink.

Resumen

Introducción: El cambio climático, resultado de las emisiones de gases de efecto invernadero causadas por actividades antropogénicas, requiere acciones de mitigación y adaptación. Entre estas acciones se encuentra el uso de sistemas agroforestales (SAFs). El objetivo de este estudio fue realizar un relevamiento florístico de dos SAFs en la región central de Rondônia. Además, se estimó la biomasa aérea y palmar, el stock de carbono de la vegetación y el CO₂ equivalente utilizando factores de conversión. **Metodología:** La investigación examinó dos SAFs de diferentes edades. Para ello, se realizó un censo de los individuos y se midieron sus alturas y diámetros a la altura del pecho (DAP). Posteriormente, se utilizaron dos ecuaciones alométricas, una para estimar la biomasa aérea de los árboles y otra de las palmeras. Los datos de biomasa se convirtieron en carbono y después en CO₂ equivalente, utilizando factores de conversión de 0,5 y 44/12, respectivamente. Todos los resultados se extrapolaron a una hectárea. **Resultados:** Se encontraron 659 especies, relacionadas con 14 familias botánicas, con una altura media de 10,55 m y un DAP medio de 36 cm en el SAF A y de 17,52 m y 36 cm en el SAF B. Sin embargo, los mayores valores de biomasa se encontraron en el SAF A. **Conclusión:** El stock de carbono en los sistemas no varió en función del mayor número de individuos, DAP y altura, sino en función de la edad del sistema, en el que los más antiguos presentaron las mayores estimaciones.

Palabras clave: contenido de carbono; selva amazónica; servicios ecosistémicos; sumidero de carbono.

1 INTRODUÇÃO

As alterações climáticas, causadas por atividades antrópicas, são a consequência de mais de um século de emissões líquidas de gases de efeito estufa (GEE) (IPCC, 2023). Neste sentido é preciso propor ações de mitigação e adaptação para o enfrentamento das consequências do efeito estufa antropogênico.

A Contribuição Nacionalmente Determinada (NDC) do Brasil, estipula que o país pretende alcançar uma redução de 48% em suas emissões de GEE até 2025 e de 53% até 2030, em relação aos níveis de 2005 (NDC, 2023). Além do mais, o Brasil reafirmou seu compromisso de atingir emissões líquidas neutras até 2050.

Para tanto, é preciso adotar práticas sustentáveis como o plantio de espécies florestais, sobretudo em sistemas agroflorestais (SAF) para promover o aumento da captura do CO₂ atmosférico.

Frente a esse desafio, é preciso desenvolver pesquisas para compreender como os sistemas agroflorestais contribuem para fomentar a biodiversidade, avaliando tanto seu valor econômico quanto sua contribuição com serviços ecossistêmicos, por meio de parâmetros como a quantificação da biomassa.

Diante disso, o uso do SAF para o aumento da biodiversidade foi reconhecido como uma maneira de enriquecer os métodos tradicionais de conservação (Boffa et al., 2008). No entanto, há uma lacuna a ser preenchida devido à escassez de estudos que investiguem a produção de biomassa nestes sistemas de produção (Araujo et al., 2023).

Assim, este trabalho teve por objetivo realizar o levantamento florístico de dois SAFs. Além do mais foi realizada a estimativa da biomassa aérea, o estoque de carbono e o CO₂ equivalente das árvores e palmeiras em dois sistemas agroflorestais da região central de Rondônia.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa foi conduzida em dois SAFs com idades distintas, localizados no município de Cacoal, na região central de Rondônia. A região apresenta um clima tropical de monção (Am), segundo a classificação de Köppen-Geiger, com temperatura média anual entre 24°C e 26°C e uma precipitação média anual variando de 2.000 mm a 3.000 mm, com um período de menor precipitação de abril a setembro e maior de outubro a março (Alvares et al., 2013). O solo predominante na região é do tipo Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico, com relevo suave ondulado, com altitudes entre 100 m a 600m e tipologia florestal predominante Floresta Ombrófila Aberta Aluvial (IBGE, 2012).

Os SAFs avaliados neste estudo foram selecionados por meio de entrevistas e aplicação de questionários, para compreensão dos arranjos produtivos. Posteriormente, foi realizado o censo para mensuração das alturas e diâmetros à altura do peito (DAP).

Foram mensurados todos os indivíduos florestais com $DAP \geq 5$ cm. Além do DAP e das alturas, foram registrados os nomes comum e as famílias dos indivíduos. A identificação botânica foi realizada com o auxílio de um especialista, consulta em herbários, livros, chaves de identificação e literatura especializada (APG, 2016; Re flora, 2017; Tropicos, 2023).

Após a coleta dos dados, foram utilizados dois modelos alométricos (Higuchi et al., 1998) para estimar a biomassa aérea de árvores e de palmeiras nos dois sistemas agroflorestais. Os dados de biomassa foram convertidos para carbono utilizando fator de conversão de 0,5 (Chave et al., 2005; IPCC, 2006; IPCC, 2008). Em seguida os valores de carbono foram convertidos para CO_2 equivalente, multiplicando seu valor pelo fator de conversão de 44/12, na qual é uma relação estequiométrica entre o CO_2 e o carbono (Araujo et al., 2023). Todos os resultados foram extrapolados para um hectare.

3 RESULTADOS

Após avaliação dos questionários, foram escolhidos os SAFs A e B (Quadro 1). O SAF A foi escolhido por ser o mais antigo e o SAF B o segundo com maior idade. O objetivo foi avaliar a capacidade de captação de carbono, dos sistemas, após quatro anos.

No presente censo foram encontrados 659 indivíduos, pertencentes a 14 famílias botânicas com altura média de 10,55 m e DAP médio de 36 cm no SAF A e 17,52 m e 36 cm no SAF B. Sendo que as famílias mais representativas foram Malvaceae, Rutaceae e Fabaceae (Tabela 1).

Quadro 1 - Caracterização dos sistemas agroflorestais localizados no município de Cacoal, região central de Rondônia.

SAF	Tamanho (ha)	Idade (anos)	Coordenadas	Nome popular	Nome Científico
SAF A	0,52	42	11° 21' 49.92"S 61° 20' 3.72" W	Consórcio de Cacaueiro, Abacateiro, além de outras espécies em menor densidade como Cedro, Goiabeira, Ipê, Biribazeiro e Baginha.	Consórcio de <i>Theobroma cacao</i> , <i>Persea americana</i> , além de outras espécies em menor densidade como, <i>Cedrela fissilis</i> , <i>Psidium guajava</i> , <i>Handroanthus serratifolius</i> , <i>Annona mucosa</i> e <i>Enterolobium schomburgkii</i> .
SAF B	0,94	38	11° 20' 41.44"S 61° 20' 1.80" W	Consórcio de Cacaueiro, Mamica de cadela, Cedro, Embaúba e Garrote.	Consórcio <i>Theobroma cacao</i> , <i>Zanthoxylum rhoifolium</i> , <i>Cedrela fissilis</i> , <i>Cecropia engleriana</i> e <i>Bagassa guianensis</i> .

Tabela 1. Número de indivíduos (n), média do diâmetro a altura do peito (DAP, em cm), média da altura (H, em m), biomassa média por indivíduo (kg) e total equivalente em CO₂ (Mg) do componente arbóreo e de palmeiras dos sistemas agroflorestais, localizados no município de Cacoal, região central de Rondônia.

Família	Nome popular	N	DAP (cm)	H (m)	Biomassa (Mg.ha ⁻¹)	Carbono (Mg.ha ⁻¹)	CO ₂ eq (Mg.ha ⁻¹)
SAF A							
Anacardiaceae	Mangueira	2	83,08	20,50	11,82	5,91	21,66
Annonaceae	Graviola	2	28,43	10,00	0,59	0,29	1,08
Arecaceae	Coco da Bahia	1	25,05	7,00	0,49	0,25	0,90
Bignoniaceae	Ipê	2	31,40	11,30	0,85	0,42	1,56
Fabaceae	Pata de vaca	12	40,09	14,90	14,34	7,17	26,29
Lauraceae	Abacateiro	6	30,60	9,80	2,14	1,07	3,92
Malvaceae	Cacaueiro	106	17,50	7,10	43,22	21,61	79,24
Meliaceae	Cedro	5	26,95	11,00	1,55	0,78	2,85
Moraceae	Jaqueira	2	54,97	11,00	2,79	1,40	5,12
Myrtaceae	Goiabeira	1	24,96	9,00	0,21	0,10	0,38
Rutaceae	Laranjeira	2	6,96	4,50	0,02	0,01	30,07
Total		141			78,01	39,01	173,06
SAF B							
Bignoniaceae	Baginha	1	15,31	9,00	0,08	0,04	0,14
Fabaceae	Ipê	3	42,41	18,67	4,18	2,09	7,66
Lecythydaceae	Jequitibá	1	30,24	9,00	0,31	0,15	0,56
Malvaceae	Cacaueiro	491	12,59	4,74	16,54	8,27	30,33
Meliaceae	Cedro	1	76,87	30,00	6,08	3,04	11,14
Moraceae	Garrote	2	32,47	23,00	1,66	0,83	3,04
Myrtaceae	Goiabeira	2	17,98	7,25	0,17	0,09	0,32
Rubiaceae	Genipapeiro	2	63,10	24,00	6,69	3,34	12,26
Rutaceae	Mamica de cadela	13	48,64	28,08	31,17	15,58	57,14
Urticaceae	Embaúba	2	28,85	21,50	1,75	0,87	3,20
Total		518			68,61	34,31	125,79

Ao analisar a distribuição espacial entre os sistemas, nota-se que o SAF B demonstrou maior número de indivíduos. Entretanto, os valores mais substanciais relacionados à biomassa e remoção de CO₂ estão concentrados no SAF A. Isso reforça ainda mais a relevância do uso e da preservação de sistemas agroflorestais, uma vez que eles exibem um considerável potencial para o sequestro de carbono e a mitigação de gases do efeito estufa (GEE), sobretudo com o passar do tempo (Cardozo et al., 2022).

O SAF A obteve o maior número de famílias, totalizando 11, enquanto o SAF B apresentou o menor, com 10 famílias. Quando se analisa individualmente cada sistema e o potencial de sequestro de carbono, destaca-se que SAF B apresentou os maiores valores em relação a número de indivíduos, DAP e altura, comparado ao SAF A. Entretanto, não obteve o mesmo êxito em relação ao CO₂ equivalente. Isso pode ter ocorrido pela maior diversidade do SAF A em relação ao SAF B. Além do mais, a idade do SAF A pode ter colaborado para o aumento dessa biomassa. Contudo o benefício da diversidade sobre produtividade torna as comunidades mais eficientes, assim comunidades heterogêneas são mais produtivas do que monoculturas (Smith et al., 2008).

Foi observado em comum nos dois SAFs a família Malvaceae correspondendo diretamente com 90,59% de todas as espécies encontradas, nos dois sistemas. A presença da espécie é o reflexo da colonização do estado de Rondônia, que ocorreu na década de 1970, no auge da prosperidade do cacau, o que levou muitas famílias a implantar cultivos na região.

Em relação à contribuição de carbono nos sistemas A e B apresentaram valores de 39,01 Mg C.ha⁻¹ e 34,31 Mg C.ha⁻¹. Vale salientar que para tais observações a idade para os dois sistemas são diferentes, o que tendência aos sistemas mais velhos apresentarem as maiores estimativas (Bolfe et al., 2012).

Assim, uma justificativa para utilização de sistemas agroflorestais reside na sua eficácia como alternativa sustentável. Esses sistemas empregam práticas de manejo conservacionistas, otimizando o manejo de espécies vegetais e animais

com arranjos temporais diversificados. Além disso, proporcionam elevada produção de biomassa, acúmulo de carbono e contribuem para a redução da queima de recursos vegetais (Mattsson et al., 2015; Mascarenhas et al., 2017).

4 CONCLUSÃO

O presente trabalho demonstra o papel dos sistemas agroflorestais e sua funcionalidade na mitigação dos gases de efeito estufa. Podendo ser utilizado como exemplo para fomentação de novas áreas modelos de alta potencialidade de absorção de carbono.

Apesar dos sistemas agroflorestais mais jovens apresentarem as menores estimativas, é importante ressaltar que eles conseguem apresentar valores anuais satisfatórios em comparação a áreas de monocultivo. O que pode ser compensado pelo uso da diversidade de famílias.

O sistema agroflorestal A foi o que apresentou maiores valores para biomassa, correspondendo a 173 Mg.ha⁻¹ do CO₂ equivalente. O estoque de carbono nos sistemas não variou em função da quantidade de indivíduos, DAP e altura, mas sim do sistema agroflorestal mais velho onde apresentou as maiores estimativas.

REFERÊNCIAS

- ALVARES, Clayton Alcarde *et al.* Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711-728, dez. 2013. DOI: 10.1127/0941-2948/2013/0507. Disponível em: https://www.schweizerbart.de/papers/metz/detail/22/82078/Koppen_s_climate_classification_map_for_Brazil?af=crossref. Acesso em: 22 fevereiro 2024.
- APG. The Angiosperm Phylogeny Group. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society*, v. 181, n. 1, p. 1-20, abr. 2016. DOI: 10.1111/boj.12385. Disponível em: <https://academic.oup.com/botlinnean/article/181/1/1/2416499>. Acesso em: 22 fevereiro 2024.



ARAUJO, Emmanoella Costa Guaraná *et al.* Global review and state-of-the-art of biomass and carbon stock in the Amazon. *Journal of Environmental Management*, *in press*, v. 331, 117251, abr. 2023. DOI: 10.1016/j.jenvman.2023.117251.

Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479723000397?via%3Dihub>. Acesso em: 23 fevereiro 2024.

BOFFA, Jean-Marc *et al.* Management of tree diversity in agricultural landscapes around Mabira Forest Reserve, Uganda. *African Journal of Ecology*, v. 46, p. 24-32, 2008. DOI: 10.1111/j.1365-2028.2008.00926.x. Disponível em:

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1365-2028.2008.00926.x>. Acesso em: 24 fevereiro 2024.

BOLFE, Édson Luis *et al.* Correlação de variáveis espectrais e estoque de carbono da biomassa aérea de sistemas agroflorestais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 47, n. 9, set. 2012. DOI: 10.1590/S0100-204X2012000900011. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/pab/a/Fn9dznTBgm36cfw8F9NWN8P/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 22 fevereiro 2024.

CARDOZO, Ernesto Gómez *et al.* Agroforestry systems recover tree carbon stock faster than natural succession in Eastern Amazon, Brazil. *Agroforestry Systems*, v. 96, p. 941-956, jul. 2022. DOI: 10.1007/s10457-022-00754-7. Disponível em:

<https://link.springer.com/article/10.1007/s10457-022-00754-7>. Acesso em: 24 fevereiro 2024.

CHAVE, Jerome *et al.* Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Oecologia*, v. 145, n. 1, p. 87-99, 2005. DOI: 10.1007/s00442-005-0100-x. Disponível em:

<https://link.springer.com/article/10.1007/s00442-005-0100-x>. Acesso em: 22 fevereiro 2024.

HIGUCHI, Niro *et al.* Biomassa da parte aérea da vegetação da floresta tropical úmida de terra-firme da Amazônia brasileira. *Acta Amazonica*, v. 28, n. 2, p. 153-166, 1998. DOI: 10.1590/1809-43921998282166. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/aa/a/vk3TPF6vZPXpvvdqCN7Y3WF/#>. Acesso em: 22 fevereiro 2024.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Manual técnico da vegetação brasileira: Sistema fitogeográfico Inventário das formações florestais e campestres Técnicas e manejo de coleções botânicas Procedimentos para mapeamentos*. Rio de Janeiro: IBGE; 2012. 271 p.

IPCC. Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas. *AR4 Climate Change 2007: Synthesis Report*. IPCC; 2008. Disponível em:

<https://bitly.ws/3dZq5>. Acesso em: 22 fevereiro 2024.



- IPCC. Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas. *Guidelines for national greenhouse gas inventories*. IPCC; 2006. Disponível em: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/>. Acesso em: 22 fevereiro 2024.
- IPCC. Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas. *Relatório de síntese AR6: mudanças climáticas 2023*. IPCC; 2023. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/>. Acesso em: 23 fevereiro 2024.
- MASCARENHAS, Adriano Reis Prazeres *et al.* Atributos físicos e estoques de carbono do solo sob diferentes usos da terra em Rondônia, Amazônia Sul-Occidental. *Pesquisa Florestal Brasileira*, v. 37, n. 89, p. 19-27, 2017. DOI: 10.4336/2017.pfb.37.89.1295. Disponível em: <https://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/1295>. Acesso em: 23 fevereiro 2024.
- MATTSSON, Eskil *et al.* Quantification of carbon stock and tree diversity of homegardens in a dry zone area of Moneragala district, Sri Lanka. *Agroforestry Systems*, v. 89, n. 3, p. 435-445, 2015. DOI: 10.1007/s10457-014-9780-8. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10457-014-9780-8>. Acesso em: 23 fevereiro 2024.
- NDC. Contribuição Nacionalmente Determinada. *NDC brasileira com metas corrigidas para 2025 e 2030*. Rio de Janeiro: Talanoa; 2023. Disponível em: <https://institutotalanoa.org/publicacoes/>. Acesso em: 23 fevereiro 2024.
- REFLORA. *Herbário Virtual*. Reflora, 2017. Disponível em: <http://reflora.jbrj.gov.br/reflora/herbarioVirtual/ConsultaPublicoHVUC/ConsultaPublicoHVUC.do?idTestemunho=2634695>. Acesso em: 22 fevereiro 2024.
- SMITH, Richard *et al.* Effects of crop diversity on agroecosystem function: crop yield response. *Ecosystems*, v. 11, n. 3, p. 355-366, mar. 2008. DOI: 10.1007/s10021-008-9124-5. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10021-008-9124-5>. Acesso em: 23 fevereiro 2024.
- TROPICOS. *Database*. Saint Louis: Missouri Botanical Garden; 2023. Disponível em: <https://www.tropicos.org/home>. Acesso em: 22 fevereiro 2024.