



BIOECONOMIA E SETOR FLORESTAL NO BRASIL: uma análise comparativa entre os anos censitários de 2006 e 2017

Eixo Temático: GT 4 – Desenvolvimento Rural, Agricultura Familiar, Economia Agrícola, Meio Ambiente e Sustentabilidade.

Camila Cristina Simão da Silva¹
Maíra Ferraz de Oliveira Silva²

Resumo

A Bioeconomia propõe um modelo econômico baseado no uso e produção de recursos renováveis com ênfase na transição gradual do uso de matérias-primas fósseis para o uso da biomassa. Nessa perspectiva, o objetivo desse trabalho é identificar e mensurar produtos ecológicos provenientes do setor florestal no Brasil e discutir suas alternativas de (re)aproveitamento. A partir de uma revisão da literatura técnico-científica especializada, foram identificados parâmetros e coeficientes que permitiram o cálculo dos volumes de biomassa e resíduos a partir de estimativas da produção do setor, extraídas do MapBiomass e Censos Agropecuários de 2006 e 2017. Os resultados demonstram a diversidade de possibilidades e os significativos volumes de geração produtos ecológicos a partir da produção e manejo do setor florestal na perspectiva de minimização de impactos ambientais relevantes associados à essa atividade produtiva e as potencialidades das diversas regiões do país para dinamização desse setor segundo a abordagem da Bioeconomia Florestal.

Palavras-chave: Bioeconomia, Serviços Ambientais, Produtos ecológicos, Produção Florestal, Brasil.

1. Introdução

O sentido deste trabalho é oferecer algumas considerações para reflexão sobre as relações natureza-sociedade, o que traz à tona novas abordagens para a gestão e o uso dos recursos naturais. No setor florestal, essas novas perspectivas têm sido fundamentais para moldar práticas mais sustentáveis e inovadoras. Entre essas abordagens, a Bioeconomia emerge como uma abordagem que oferece uma reavaliação significativa das interações entre economia e meio ambiente.

Entre 2006 e 2017, o setor florestal testemunhou uma transição significativa de uma abordagem predominantemente voltada para a exploração econômica para uma abordagem que integra de maneira mais robusta os princípios da Bioeconomia. Essa evolução reflete uma crescente compreensão da importância de harmonizar a exploração dos recursos florestais com a necessidade de conservar e regenerar os ecossistemas, promovendo práticas que não apenas atendam às demandas

¹ Graduanda em Engenharia Florestal pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB). Discente vinculada ao Programa de Iniciação Científica Voluntária da UESB. E-mail: 202010033@uesb.edu.br.

² Orientadora. Doutora em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Professora do Departamento de Ciências Sociais Aplicadas da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB). E-mail: mairaferraz@uesb.edu.br.



econômicas, mas também garantam a sustentabilidade a longo prazo.

A Bioeconomia representa uma abordagem estratégica para melhorar a eficiência e reduzir os custos no setor florestal brasileiro. Ao promover a valorização de resíduos, aumentar a eficiência do manejo florestal, diversificar produtos, reduzir impactos ambientais e estimular a pesquisa e a inovação, oferece soluções sustentáveis e econômicas para um setor que é vital tanto para a economia quanto para o meio ambiente no Brasil.

Nesse contexto, este estudo tem o objetivo de identificar e mensurar produtos ecológicos provenientes do setor florestal no Brasil e discutir suas alternativas de (re)aproveitamento, comparando o período compreendido entre os anos censitários de 2006 e 2017. O objeto de estudo principal são os produtos proporcionados pela serrapilheira, camada de matéria orgânica composta por folhas, galhos e outros detritos vegetais que se depositam no solo das florestas. A serrapilheira desempenha um papel crucial na ciclagem de nutrientes, como nitrogênio, potássio e fósforo, essenciais para a fertilidade do solo e o crescimento das plantas.

Esses produtos que a serrapilheira proporciona são de extrema importância para a sustentabilidade do setor florestal do Brasil, considerando as alternativas propostas pela Bioeconomia, que promovem a utilização eficiente de todos os componentes das florestas, não apenas a madeira de qualidade superior. Resíduos e subprodutos, como galhos, cascas e serragem, podem ser transformados em bioprodutos de valor agregado, como bioenergia, biocompostos e produtos químicos. Isso reduz o desperdício e diminui a necessidade de descartes, o que pode diminuir custos associados à gestão de resíduos.

Além desta introdução, este estudo está organizado em mais quatro seções. Na próxima seção será discutido o conceito de Bioeconomia, sua aplicação ao setor florestal e uma breve caracterização do setor florestal brasileiro. Em seguida, são detalhados os procedimentos de cálculo para a mensuração dos produtos ecológicos do setor no país e na quarta seção são apresentadas as estimativas calculadas e discutidos os resultados. Por fim são tecidas as conclusões finais do estudo.

2. Bioeconomia e o setor florestal

No contexto mais amplo de análise das consequências do modelo econômico baseado em recursos fósseis (crise econômica, aquecimento global, agravamento de disparidades, incidentes recorrentes de poluição etc.), há um consenso sobre a necessidade de um modelo econômico que considere a biomassa como elemento central para conduzir as diversas atividades agrícolas, florestais e industriais de maneira sustentável, nessa perspectiva,

(...) bioeconomia significa a extração sustentável, exploração, crescimento e produção de recursos renováveis da terra e do mar e sua conversão ecológica em alimentos, rações, combustíveis, fibras, produtos químicos e materiais, para serem consumidos e reciclados de forma sustentável (SILLANPÄÄ e NCIBI, 2017, p. 31, tradução nossa).

Identificam-se três narrativas principais sobre o conceito de bioeconomia, orientadas para a ciência (biotecnologia), para a biomassa (biorrecursos) e para a sustentabilidade ou os limites da biosfera (bioecologia) cuja defesa se orienta pelos interesses específicos de seus formuladores. Assim é perceptível as diferentes ênfases conceituais aos ciclos de energia e materiais da natureza (visão da bioecologia), na geração de biotecnologia para fins comerciais e industriais (visão da biotecnologia) e na atualização e conversão de biomassa (visão dos biorrecursos), prevalecendo o foco em evolução em direção à mobilização industrial de biomassa para o crescimento econômico, considerado como um “sequestro conceitual” do termo original (Bugge et al., 2016; Vivien et al., 2019).

No que se refere ao setor florestal, Piplani e Smith-Hall (2021) definiram a bioeconomia florestal como o conjunto de atividades econômicas que incluem cultivar, colher, processar, reutilizar, reciclar e vender produtos e serviços associados aos ecossistemas florestais. Identificaram cinco abordagens distintas (biotecnologia, tecno-biorecursos, socio-biorecursos, ecoeficiência e eco sociedade) como possíveis ferramentas sistemáticas que permitem analisar os principais paradigmas, objetivos de políticas públicas, produtos ou serviços vendidos, partes interessadas, economia informal, vias de transição prováveis e força da sustentabilidade ambiental. Como principal conclusão afirmam que a bioeconomia florestal vai além da minimização dos resíduos, da substituição de recursos ou da inovação biotecnológica podendo contribuir também para a redução da pobreza, a conservação da biodiversidade e o consumo sustentável.

Parron e Garcia (2015) ao analisarem a dependência do bem-estar humano e funcionamento do sistema econômico do capital natural (água, ar, solo, fauna e flora) e dos serviços resultantes do funcionamento dos ecossistemas, definem os bens e serviços ecossistêmicos ou serviços ambientais como “benefícios que as pessoas obtêm dos ecossistemas”, resultantes da intervenção humana com valor econômico ou valor de uso implícito, classificando-os em bens e serviços de provisão, regulação, culturais e de suporte. A partir dessa concepção, adotaremos neste estudo o termo produtos ecológicos para designar o capital natural e serviços ambientais, sejam estes utilizados como insumos ou produtos resultantes de dinâmicas econômico-ecológicas entre o sistema econômico e ecossistemas naturais.

O setor florestal no Brasil compreende diversos produtos e uma cadeia de atividades e segmentos que abrange a produção e transformação da madeira *in natura* (celulose, papel, painéis de madeira, pisos laminados, madeira serrada, carvão vegetal e móveis), além dos produtos florestais

não madeireiros (ou PFNM como: alimentos, bebidas, plantas medicinais e extratos, farelos e forragem, cortiça, resinas, taninos, extratos industriais, plantas ornamentais, musgos, samambaias, óleos essenciais, etc.) além dos serviços florestais como proteção (contra erosão dos solos provocada pelo vento, pela água ou outros fenômenos); valores sociais e econômicos (caça e pesca, outras atividades de lazer, tais como recreativas, esportivas e turísticas); e valores estéticos, culturais, históricos, espirituais e científicos (Moreira e Oliveira, 2017; Fidler, Soares e Silva, 2008).

O setor florestal vem alcançando importante relevância na distribuição das terras entre as atividades agropecuárias e florestais no país (Tabela 1). De forma geral, observa-se a evolução da área (em hectares) do uso da terra para atividades do setor agropecuário e florestal no país apresentando um aumento de mais de 105 milhões de hectares entre 1970 e 2017. Cabe destacar que na década de 1970 houve grande estímulo ao crescimento das atividades agropecuárias e florestais no Brasil através do incentivo à modernização das práticas produtivas via crédito rural subsidiado.

Tabela 1 – Evolução do uso da terra, em hectares, pelos estabelecimentos agropecuários no Brasil, entre 1970 e 2017

Utilização das terras	1970	1975	1980	1985	1995	2006	2017
Total	246.003.507	276.375.537	311.771.607	320.319.738	313.788.525	320.675.572	351.289.816
Lavouras permanentes	7.984.068	8.385.395	10.472.135	9.903.487	7.541.626	11.679.152	7.755.817
Lavouras temporárias	25.999.728	31.615.963	38.632.128	42.244.221	34.252.829	48.913.424	55.761.988
Pastagens naturais	124.406.233	125.950.884	113.897.357	105.094.029	78.048.463	57.633.189	47.323.399
Pastagens plantadas	29.732.296	39.701.366	60.602.284	74.094.402	99.652.009	102.408.873	112.174.148
Matas naturais	56.222.957	67.857.631	83.151.990	83.016.973	88.897.582	95.306.715	92.711.613
Matas plantadas	1.658.225	2.864.298	5.015.713	5.966.626	5.396.016	4.734.219	22.522.104

Fonte: Elaborado pelas autoras utilizando informações dos Censos Agropecuários do IBGE.

Em termos de importância na utilização das terras no país, considerando a ano de 2017, verifica-se a predominância de Pastagens plantadas, seguida por Matas naturais e Lavouras temporárias. É interessante notar a inversão entre os setores de Pastagens plantadas que obteve o maior crescimento no período (mais de 82 milhões de hectares) e Pastagens naturais com a maior redução (mais de 77 milhões de hectares). Quanto ao setor florestal, destaca-se a evolução do segmento comercial de Matas plantadas que experimentou um crescimento em 2017 quase cinco vezes superior a 2006.

A evolução da ocupação das terras com atividades agropecuárias e florestais no Brasil demonstra a capacidade do país em gerar uma infinidade de produtos ecológicos com as mais diversas possibilidades de aplicação no âmbito da Bioeconomia. Na próxima seção serão identificados alguns destes produtos e métodos para sua quantificação, explorando algumas de suas possíveis aplicações.

3. Mensuração de produtos ecológicos do setor florestal brasileiro

Os produtos ecológicos tratados neste estudo foram quantificados a partir de coeficientes técnicos identificados na literatura em estudos de pesquisadores do setor florestal e de instituições de pesquisa agropecuária, conforme detalhada no Quadro 1.

Quadro 1 – Coeficientes de cálculo, em kg/ha, do volume de resíduos e biomassa gerados a partir da produção florestal brasileira, para espécies selecionadas

MERCADORIAS ECOLÓGICAS	TIPO DE PRODUÇÃO/ESPÉCIE						
	Floresta Nativa	Eucalipto	Acácia mangium	Acácia negra	Mogno	Pinheiro Brasileiro (Araucária)	Sabiá
Folha/Acícula	2,52	8,44	6.392	7.197,44	0,1	5,12	6.499
Galhos	2,76	3,54	457	8.083,72	---	1,83	1.726
Cascas	0,64	0,25	183	4.265,98	---	---	508
Carbono	2,69	5,58	---	---	---	---	---
Nitrogênio	87,6	83,6	147	262,15	---	10,76	211
Fósforo	11,2	---	4,4	12,33	---	1,42	11,5
Potássio	37,8	---	21	150,22	1,56	3,46	28
Cálcio	269,2	---	60	90,6	1.074,10	45,96	80
Magnésio	29,9	---	11	25,43	136,14	2,42	24

Fonte: Elaborado pelas autoras.

No Quadro 2 identificam-se as referências dos estudos pesquisados para a definição dos produtos ecológicos e seus respectivos coeficientes de cálculo. Neste estudo considera-se os produtos proporcionados pela serrapilheira, camada de matéria orgânica composta por folhas, galhos e outros detritos vegetais que se depositam no solo das florestas. A serrapilheira desempenha um papel crucial na ciclagem de nutrientes, como nitrogênio, potássio e fósforo, essenciais para a fertilidade do solo e o crescimento das plantas.

Quadro 2 – Referências de estudos dos coeficientes de cálculo de resíduos e biomassa gerados da produção florestal brasileira, para espécies selecionadas

MERCADORIAS ECOLÓGICAS	TIPO DE PRODUÇÃO/ESPÉCIE						
	Floresta Nativa	Eucalipto	Acácia mangium	Acácia negra	Mogno	Pinheiro Brasileiro (Araucária)	Sabiá
Folha/Acícula	Barbosa et al. (2017)	Barbosa et al. (2017)	Andrade, Costa e Faria (2000)	Caldeira, Schumacher e Santos (2001)	Santos (2021)	Schumacher et. al. (2004)	Andrade, Costa e Faria (2000)
Galhos					---		
Cascas					---		
Carbono					---		
Nitrogênio	Santos (2021)	---	Andrade, Costa e Faria (2000)	Caldeira, Schumacher e Santos (2001)	---	Schumacher et. al. (2004)	Andrade, Costa e Faria (2000)
Fósforo					---		
Potássio					---		
Cálcio					---		
Magnésio	---	---	---	---	Santos (2021)	---	---

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Os coeficientes citados estão expressos em quilos por hectares e para isso foi necessário buscar as informações sobre a área em hectares do setor florestal no Brasil. Os dados sobre a área ocupada pelo setor foram coletados e tabulados a partir das plataformas do projeto MapBiomas e do sistema IBGE de recuperação automática (SIDRA).

Para aplicação dos coeficientes selecionados na literatura utilizou-se os dados da área, em hectares, de floresta nativa extraídos do mapeamento anual de cobertura do uso da terra disponibilizado pelo sistema MapBiomas. A partir do mapeamento anual da cobertura e uso da terra descrita na coleção 8 “Cobertura e transições bioma & estados” que disponibiliza dados de área em (ha) por bioma e estado de 1985 a 2022 foram extraídas as informações referentes à formação de floresta, classificada como natural para representar o setor de florestas nativas. Para compatibilizar o período do estudo com os censos agropecuários foram utilizados os dados dos anos de 2006 e 2017.

Para as demais espécies foram extraídas informações sobre a atividade de silvicultura no Brasil a partir dos censos agropecuários dos anos de 2006 e 2017, utilizando a plataforma SIDRA. Pelo fato de o IBGE não disponibilizar a área em hectares para a atividade de silvicultura, apenas a área cortada, optou-se por extrair a informação acerca do número de pés plantados e assim calcular a área plantada da atividade. Para calcular a área a partir do número de plantas utilizou-se a delimitação 3x3, padrão utilizado para respeitar o crescimento da copa das árvores e evitar competitividade entre plantas. Os espaçamentos mais usuais são 2m x 2m (2.500 plantas/ha) e 3m x 2m (1.667 plantas/ha) de acordo com a EMBRAPA.

Sobre a importância dos produtos ecológicos (nutrientes) presentes na serrapilheira (biomassa), o carbono (C), encontrado em maior proporção nos solos, é um importante elemento do solo, para o crescimento de plantas e faz parte da produção de matéria seca das culturas, as árvores sequestram boa parte desse carbono disponível para que a fotossíntese continue a ocorrer. Os demais nutrientes como o Nitrogênio (N), o Fósforo (P) e o Potássio (K) que são elementos essenciais para as plantas, em sua grande maioria estão presentes em níveis inferiores nos solos, e por isso são frequentemente adicionados para melhorar o crescimento das plantas e aumentar a produtividade das colheitas.

Esses produtos ecológicos (resíduos) podem ser utilizados economicamente em forma de fertilizantes, substratos e adubos orgânicos. Além disso, o uso adequado de nutrientes através das adubações balanceadas pode aumentar significativamente o potencial de sequestro de carbono, uma vez que culturas mais produtivas tendem a aumentar os níveis de carbono orgânico dos solos e sequestro do CO₂ atmosférico (Stewart, 2002).

3. Estimativas e (re)aproveitamento de produtos ecológicos provenientes do setor florestal no Brasil

A partir dos coeficientes de cálculo pesquisados foi calculado o volume dos produtos ecológicos procedentes da serrapilheira da floresta nativa e espécies utilizadas para a produção florestal nos anos de 2006 e 2017, a fim de realizar uma análise comparativa no período. Salienta-se que estes produtos que são imprescindíveis para a nutrição do solo e regulação de ecossistemas.

Observando a Tabela 2, que apresenta o volume de produtos ecológicos, por espécie florestal, para o Brasil, verifica-se o significativo volume de biomassa incorporado aos solos da produção florestal brasileira. Considerando os resíduos de nutrientes presentes nesse material, evidencia-se a importância de sua integração nesses solos.

Tabela 2 – Produtos ecológicos, por espécie, em quilogramas, Brasil, 2006-2017

PRODUTO ECOLÓGICO ¹	ESPÉCIE FLORESTAL							
	Floresta nativa	Eucalipto	Acácia Mangium	Acácia Negra	Mogno	Pinheiro Brasileiro (Araucária)	Sabiá	VOLUME TOTAL
2006								
Folha/Acícula ²	967.290	18.408	---	914.161	0,02	45	13.245	1.913.150
Galhos	1.059.413	7.721	---	1.026.729	---	16	3.518	2.097.397
Cascas	245.661	545	---	541.831	---	---	1.035	789.072
Carbono	1.032.544	12.170	---	---	---	---	---	1.044.715
Nitrogênio	33.624.856	182.338	---	33.296	---	95	430	33.841.015
Fosforo	4.299.068	---	---	1.566	---	12	23	4.300.670
Potássio	14.509.356	---	---	19.080	0,28	30	57	14.528.523
Calcio	103.331.178	---	---	11.507	195	404	163	103.343.448
Magnésio	11.476.977	---	---	3.230	25	21	49	11.480.302
2017								
Folha/Acícula ²	947.169	75.847	124.861	1.037.727	0,84	89	140.229	2.325.923
Galhos	1.037.376	31.813	8.927	1.165.511	---	32	37.242	2.280.900
Cascas	240.551	2.247	3.575	615.069	---	---	10.961	872.402
Carbono	1.011.066	50.145	---	---	---	---	---	1.061.211
Nitrogênio	32.925.415	751.281	2.872	37.797	---	187	4.553	33.722.104
Fosforo	4.209.642	---	86	1.778	---	25	248	4.211.779
Potássio	14.207.542	---	410	21.659	13	60	604	14.230.288
Calcio	101.181.755	---	1.172	13.063	8.885	798	1.726	101.207.399
Magnésio	11.238.241	---	215	3.666	1.126	42	518	11.243.808

¹Os dados da área em hectares utilizados para as estimativas foram extraídos do mapeamento anual de cobertura do uso da terra do MapBiomass (para floresta nativa) e dos Censos Agropecuários do IBGE (para as outras espécies florestais).

²Acícula: termo utilizado somente para a espécie de pinheiro brasileiro (araucária).

Fonte: Elaborado pelas autoras

Comparando-se os dois períodos é possível afirmar que, com os resultados de volume total, o ano de 2017 apresentou maiores quantidades de produtos ecológicos o que pode ser visto como uma evolução positiva sobre o crescimento do setor florestal e conseqüentemente, o aumento de bens e serviços ecossistêmicos advindos da geração de produtos ecológicos.

O cálculo das mercadorias ecológicas comparando o período entre 2006 e 2017 para as

grandes regiões do Brasil (Tabelas 3 à 7), demonstra uma grande evolução do setor florestal e a utilização de diversas espécies para a produção de produtos provenientes da floresta no geral.

Na Tabela 3, os resultados da região norte em 2006 evidenciam uma grande quantidade de floresta nativa utilizada para a produção florestal, muito disso deve-se ao fato de que para a região norte o manejo florestal por espécie é uma inovação com potencial de agregar renda e sustentabilidade à região amazônica. Adequar a intensidade de exploração, diâmetros e os ciclos de corte às peculiaridades de cada espécie, e não ao volume total de árvores nas áreas manejadas, garante retorno econômico mais rápido ao produtor e mantém o equilíbrio da diversidade da floresta (EMBRAPA, 2020).

Tabela 3 – Produtos ecológicos, por espécie, em quilogramas, Região Norte, 2006-2017

PRODUTO ECOLÓGICO ¹	ESPÉCIE FLORESTAL							VOLUME TOTAL
	Floresta nativa	Eucalipto	Acácia Mangium	Acácia Negra	Mogno	Pinheiro Brasileiro (Araucária)	Sabiá	
2006								
Folha/Acícula ²	727.543	498	---	14.488	0,01	---	---	742.529
Galhos	796.832	209	---	16.273	---	---	---	813.314
Cascas	184.773	15	---	8.587	---	---	---	193.375
Carbono	776.623	329	---	---	---	---	---	776.952
Nitrogênio	25.290.769	4.931	---	528	---	---	---	25.296.228
Fosforo	3.233.523	---	---	25	---	---	---	3.233.548
Potássio	10.913.140	---	---	302	0,22	---	---	10.913.443
Calcio	77.720.035	---	---	182	149	---	---	77.720.367
Magnésio	8.632.352	---	---	51	19	---	---	8.632.422
2017								
Folha/Acícula ²	705.401	2.326	108.549	3.009	0,110	0,005	---	819.285
Galhos	772.582	976	7.761	3.379	---	0,002	---	784.698
Cascas	179.149	69	3.108	1.783	---	---	---	184.109
Carbono	752.988	1.538	---	---	---	---	---	754.526
Nitrogênio	24.521.082	23.042	2.496	110	---	0,011	---	24.546.730
Fosforo	3.135.115	---	75	5	---	0,001	---	3.135.195
Potássio	10.581.015	---	357	63	2	0,004	---	10.581.436
Calcio	75.354.740	---	1.019	38	1.117	0,046	---	75.356.914
Magnésio	8.369.639	---	187	11	142	0,002	---	8.369.978

¹Os dados da área em hectares utilizados para as estimativas foram extraídos do mapeamento anual de cobertura do uso da terra do MapBiomass (para floresta nativa) e dos Censos Agropecuários do IBGE (para as outras espécies florestais).

²Acícula: termo utilizado somente para a espécie de pinheiro brasileiro (araucária).

Fonte: Elaborado pelas autoras

Nota-se que a Região Norte (Tabela 3) abrange maiores quantidades de espécies da floresta nativa, enquanto o mogno aparece em menor quantidade e a araucária e o sabiá não há registros neste ano, uma explicação para esses números seria o clima da região, em que a araucária se adapta melhor a regiões frias, ou seja, está mais presente no sul do Brasil e o sabiá se adapta melhor a regiões quentes e secas, ou seja, é uma espécie abundante no nordeste do Brasil (caatinga).

Os resultados da Tabela 3 para o ano de 2017 em comparação com os resultados de 2006, revelam um crescimento significativo no aumento de algumas espécies voltadas a produção florestal, principalmente o mogno que quase não era abrangente na região.

Houve também a entrada de uma nova espécie no ano de 2017, a Acácia mangium bastante utilizada para arborização, recuperação de solos, sequestro de carbono, produção de carvão vegetal e geração de energia em termelétricas. A Acácia mangium também se configurou nas demais regiões do Brasil nesse mesmo ano de 2017. Com a produção de uma espécie diferente em todas as regiões, é cabível dizer que o setor florestal, e sua produção em diferentes ramos, cresceram gradativamente ao longo destes anos e este fato fez com que surgisse mais opções para os produtores que vivem desse setor tão importante para a economia brasileira, de acordo com o Sistema Nacional de Informações Florestais (SNIF) do ano de 2021, o setor apresenta importância econômica, e apenas as florestas plantadas contribuíram com 1,2% do PIB nacional.

Os resultados da região Nordeste (Tabela 4) em 2006 evidenciam uma significativa presença de floresta nativa utilizada para a produção florestal. Essa situação deve-se, em grande parte, ao fato de que, para o Nordeste, o manejo florestal por espécie representa uma inovação com potencial para agregar renda e sustentabilidade à região.

Tabela 4 – Produtos ecológicos, por espécie, em quilogramas, Região Nordeste, 2006-2017

ESPÉCIE FLORESTAL								
PRODUTO ECOLÓGICO ¹	Floresta nativa	Eucalipto	Acácia Mangium	Acácia Negra	Mogno	Pinheiro Brasileiro (Araucária)	Sabiá	VOLUME TOTAL
2006								
Folha/Acícula ²	51.065	2.482	---	29	0,00	0,52	13.173	66.750
Galhos	55.929	1.041	---	32	---	0,19	3.499	60.501
Cascas	12.969	74	---	17	---	---	1.030	14.089
Carbono	54.510	1.641	---	---	---	---	---	56.151
Nitrogênio	1.775.125	24.587	---	1,05	---	1,10	428	1.800.141
Fosforo	226.957	---	---	0,05	---	0,14	23	226.980
Potássio	765.979	---	---	0,60	0,00	0,35	57	766.036
Calcio	5.455.064	---	---	0,36	2,2	4,7	162	5.455.234
Magnésio	605.893	---	---	0,10	0,27	0,25	49	605.942
2017								
Folha/Acícula ²	48.248	9.091	6.162	1.699	0,040	0,010	139.923	205.123
Galhos	52.843	3.813	441	1.908	---	0,004	37.161	96.165
Cascas	12.253	269	176	1.007	---	---	10.937	24.643
Carbono	51.503	6.011	---	---	---	---	---	57.513
Nitrogênio	1.677.190	90.052	142	62	---	0,022	4.543	1.771.988
Fosforo	214.435	---	4,2	2,9	---	0,003	248	214.690
Potássio	723.719	---	20	35	0,577	0,007	603	724.378
Calcio	5.154.105	---	58	21	396	0,09	1.722	5.156.303
Magnésio	572.466	---	11	6,0	50	0,01	517	573.049

¹Os dados da área em hectares utilizados para as estimativas foram extraídos do mapeamento anual de cobertura do uso da terra do MapBiomass (para floresta nativa) e dos Censos Agropecuários do IBGE (para as outras espécies florestais).

²Acícula: termo utilizado somente para a espécie de pinheiro brasileiro (araucária). **Fonte:** Elaborado pelas autoras.

Observa-se que, na região Nordeste, há uma diversidade considerável de espécies nativas da floresta, com destaque para a espécie sabiá. O sabiá é particularmente relevante para a região, uma vez que se adapta bem a condições de clima quente e seco, características predominantes na caatinga, a vegetação típica do Nordeste do Brasil. Em contraste, espécies como o mogno e a araucária são menos representadas nessa região.

Na região Nordeste do Brasil, algumas espécies relacionadas à produção florestal cresceram significativamente, de acordo com os resultados da tabela de 2017. O aumento da presença de espécies de eucalipto é um fato significativo. Isso se deve à sua rápida taxa de crescimento e à sua versatilidade para uma variedade de usos, incluindo papel e celulose, bem como para projetos de reflorestamento e recuperação de áreas degradadas.

A presença do sabiá cresceu rapidamente no nordeste brasileiro, pois se adapta bem aos climas quentes e secos da caatinga. Ao ajudar a diversificar a produção florestal e fornecer benefícios ecológicos, como a proteção do solo e a manutenção da biodiversidade local, o sabiá tem se mostrado uma opção importante para o manejo florestal na região.

Além disso, a acácia mangium apresenta-se como uma nova espécie local no ano de 2017. Esta espécie tem se destacado por suas várias aplicações. O desenvolvimento de espécies como acácia mangium, eucalipto e sabiá mostra uma mudança significativa na abordagem de manejo florestal no Nordeste que se ajusta às necessidades financeiras e ambientais da área.

Os dados de 2006 indicam que a região Sudeste (Tabela 5) demonstram uma significativa área de floresta nativa voltada para a produção florestal. Esse panorama é, em grande medida, resultado da adoção do manejo florestal por espécie, uma abordagem inovadora que promete aumentar tanto a renda quanto a sustentabilidade na região. A produção de eucalipto tem mostrado um crescimento notável na região Sudeste. Já a espécie sabiá não está representada na região devido as condições em que a espécie melhor se adapta.

Observando a Tabela 5 verifica-se o avanço da presença do eucalipto na região sudeste no ano de 2017 em relação ao ano de 2006, o que demonstra uma grande evolução no setor florestal em busca de alternativas mais favoráveis, econômicas e rápidas de produzir madeira, papel e celulose sem degradar o meio ambiente, além do fato de o eucalipto contribuir para o sequestro de carbono da atmosfera e para o aumento significativo de nutrientes presentes no solo, já que produz uma quantidade expressiva de serrapilheira no solo.

O sabiá, totalmente ausente nessa região em 2006, apresentou uma pequena evolução no ano de 2017, possivelmente devido à importância da utilização de espécies plantadas para o

reflorestamento e a sustentabilidade. As árvores plantadas para fins comerciais podem ajudar a reduzir a pressão sobre os ecossistemas naturais, substituem a exploração indiscriminada de florestas nativas e são frequentemente usadas em projetos de reflorestamento e recuperação de áreas degradadas para restaurar a cobertura vegetal, melhorar a qualidade do solo e promover a biodiversidade.

Tabela 5 – Produtos ecológicos, por espécie, em quilogramas, Região Sudeste, 2006-2017

PRODUTO ECOLÓGICO ¹	ESPÉCIE FLORESTAL							VOLUME TOTAL
	Floresta nativa	Eucalipto	Acácia Mangium	Acácia Negra	Mogno	Pinheiro Brasileiro (Araucária)	Sabiá	
2006								
Folha/Acícula ²	36.986	9.855	---	130	0,002	6,2	---	46.976
Galhos	40.508	4.133	---	146	---	2,2	---	44.789
Cascas	9.393	292	---	77	---	---	---	9.762
Carbono	39.481	6.515	---	---	---	---	---	45.996
Nitrogênio	1.285.696	97.613	---	5,0	---	13	---	1.383.327
Fosforo	164.381	---	---	0,22	---	1,7	---	164.383
Potássio	554.787	---	---	2,7	0,03	4,2	---	554.794
Calcio	3.951.021	---	---	1,6	19	56	---	3.951.097
Magnésio	438.839	---	---	0,46	2,5	2,9	---	438.845
2017								
Folha/Acícula ²	38.397	35.579	1.860	130	0,5	8,6	234	76.209
Galhos	42.054	14.923	133	146	---	3,1	62	57.320
Cascas	9.752	1.054	53	77	---	---	18	10.954
Carbono	40.987	23.522	---	---	---	---	---	64.510
Nitrogênio	1.334.752	352.416	43	5,0	---	18	7,6	1.687.241
Fosforo	170.653	---	1,3	0,2	---	2,4	0,4	170.658
Potássio	575.955	---	6,1	2,7	8,1	5,8	1,0	575.978
Calcio	4.101.772	---	17	1,6	5.546	77	2,9	4.107.417
Magnésio	455.583	---	3,2	0,5	703	4	0,9	456.295

¹Os dados da área em hectares utilizados para as estimativas foram extraídos do mapeamento anual de cobertura do uso da terra do MapBiomass (para floresta nativa) e dos Censos Agropecuários do IBGE (para as outras espécies florestais).

²Acícula: termo utilizado somente para a espécie de pinheiro brasileiro (araucária).

Fonte: Elaborado pelas autoras

Os dados de 2006 indicam que a região sul, descritos na Tabela 6, demonstram maior presença da araucária quando comparada às demais regiões, visto que se adapta excepcionalmente bem ao clima frio e úmido predominante na região. A araucária é uma espécie emblemática e de grande valor para o sul do Brasil, pois não apenas contribui para a diversidade de espécies florestais, mas também desempenha um papel crucial na conservação dos ecossistemas locais. Sua madeira é altamente valorizada para a construção e para a produção de móveis, além de desempenhar funções ecológicas significativas, como a manutenção da estrutura do solo e a provisão de *habitat* para diversas espécies da fauna local. Em contraste, espécies como o eucalipto e o sabiá têm uma presença menos destacada na região sul, devido às suas exigências climáticas e adaptativas específicas.

Em relação as outras regiões a região sul apresentou o menor avanço de floresta nativa entre os anos de 2006 e 2017, com um pequeno aumento de 209.116 hectares. O destaque maior é para a

produção de eucalipto e araucária na região. A diversidade e a importância dos recursos florestais para a economia e o meio ambiente local são demonstradas pela produção de eucalipto e araucária nessa região.

Tabela 6 – Produtos ecológicos, por espécie, em quilogramas, Região Sul, 2006-2017

PRODUTO ECOLÓGICO ¹	Floresta nativa	ESPÉCIE FLORESTAL						VOLUME TOTAL
		Eucalipto	Acácia Mangium	Acácia Negra	Mogno	Pinheiro Brasileiro (Araucária)	Sabiá	
2006								
Folha/Acícula ²	34.553	3.974	---	899.522	0,002	38	---	938.087
Galhos	37.843	1.667	---	1.010.287	---	14	---	1.049.811
Cascas	8.775	118	---	533.154	---	---	---	542.047
Carbono	36.883	2.628	---	---	---	---	---	39.511
Nitrogênio	1.201.112	39.366	---	32.763	---	80	---	1.273.322
Fosforo	153.567	---	---	1.541	---	11	---	155.118
Potássio	518.288	---	---	18.774	0,03	26	---	537.088
Calcio	3.691.089	---	---	11.323	23	344	---	3.702.778
Magnésio	409.969	---	---	3.178	2,9	18	---	413.168
2017								
Folha/Acícula ²	35.080	17.051	537	1.032.005	0,03	80	---	1.084.753
Galhos	38.421	7.152	38	1.159.084	---	29	---	1.204.724
Cascas	8.909	505	15	611.678	---	---	---	621.107
Carbono	37.446	11.273	---	---	---	---	---	48.719
Nitrogênio	1.219.435	168.895	12	37.588	---	169	---	1.426.100
Fosforo	155.910	---	0,4	1.768	---	22	---	157.700
Potássio	526.195	---	1,8	21.539	0,5	54	---	547.790
Calcio	3.747.397	---	5,0	12.991	307	721	---	3.761.421
Magnésio	416.223	---	0,9	3.646	39	38	---	419.947

¹Os dados da área em hectares utilizados para as estimativas foram extraídos do mapeamento anual de cobertura do uso da terra do MapBiomass (para floresta nativa) e dos Censos Agropecuários do IBGE (para as outras espécies florestais).

²Acícula: termo utilizado somente para a espécie de pinheiro brasileiro (araucária).

Fonte: Elaborado pelas autoras

A araucária é uma parte importante da biodiversidade e da economia regional, apesar do fato de que o eucalipto ajudar a atender à demanda industrial e a recuperar áreas degradadas. A gestão cuidadosa e sustentável dessas espécies é fundamental para equilibrar a produção econômica com a conservação ambiental, e ter a garantia de que os recursos florestais da região sul continuem fornecendo vantagens ao meio ambiente e às comunidades locais a longo prazo.

Observando a Tabela 7, as informações calculadas para o ano de 2006 revelam que a região Centro-Oeste do Brasil apresenta uma significativa presença de floresta nativa, composta principalmente por cerrado e matas de galeria. Essa vegetação nativa desempenha um papel essencial na preservação da biodiversidade e na manutenção dos serviços ecossistêmicos da região. O cerrado, com sua rica diversidade de espécies vegetais e animais, é crucial para o equilíbrio ecológico e a proteção dos recursos hídricos.

Em relação ao cultivo de eucalipto, a região Centro-Oeste tem experimentado uma crescente presença dessa espécie devido à sua rápida taxa de crescimento e adaptabilidade a diversos tipos de solo e clima. Em 2006, as plantações de eucalipto na região eram predominantemente voltadas para a produção de papel e celulose, bem como para a fabricação de madeira para construção e móveis. O eucalipto tornou-se uma escolha estratégica para atender à demanda industrial e impulsionar a economia local, embora sua presença tenha sido mais concentrada nas áreas destinadas ao cultivo intensivo.

Tabela 7 – Produtos ecológicos, por espécie, em quilogramas, Região Centro-Oeste, 2006-2017

ESPÉCIE FLORESTAL								
PRODUTO ECOLÓGICO ¹	Floresta nativa	Eucalipto	Acácia Mangium	Acácia Negra	Mogno	Pinheiro Brasileiro (Araucária)	Sabiá	VOLUME TOTAL
2006								
Folha/Acícula ²	117.144	756	---	---	---	---	---	117.900
Galhos	128.301	317	---	---	---	---	---	128.618
Cascas	29.751	22	---	---	---	---	---	29.773
Carbono	125.047	500	---	---	---	---	---	125.547
Nitrogênio	4.072.153	7.489	---	---	---	---	---	4.079.642
Fosforo	520.641	---	---	---	---	---	---	520.641
Potássio	1.757.162	---	---	---	---	---	---	1.757.162
Calcio	12.513.968	---	---	---	---	---	---	12.513.968
Magnésio	1.389.924	---	---	---	---	---	---	1.389.924
2017								
Folha/Acícula ²	112.902	1.165	7.760	885	0,14	0,03	---	122.712
Galhos	123.655	489	555	994	---	0,01	---	125.692
Cascas	28.674	35	222	525	---	---	---	29.455
Carbono	120.518	770	---	---	---	---	---	121.289
Nitrogênio	3.924.687	11.540	178	32	---	0,1	---	3.936.437
Fosforo	501.786	---	5,3	1,5	---	0,01	---	501.793
Potássio	1.693.529	---	25	18	2,2	0,02	---	1.693.576
Calcio	12.060.796	---	73	11	1.519	0,23	---	12.062.399
Magnésio	1.339.591	---	13	3,1	193	0,01	---	1.339.800

¹Os dados da área em hectares utilizados para as estimativas foram extraídos do mapeamento anual de cobertura do uso da terra do MapBiomias (para floresta nativa) e dos Censos Agropecuários do IBGE (para as outras espécies florestais).

²Acícula: termo utilizado somente para a espécie de pinheiro brasileiro (araucária).

Fonte: Elaborado pelas autoras

Em 2006, espécies como mogno, araucária e sabiá não estavam presentes na região Centro-Oeste do Brasil para a produção florestal por razões relacionadas a fatores climáticos, edáficos e ecológicos específicos da região. Em 2017 observa-se uma notável diferença dos resultados em relação ao ano de 2006, visto que as espécies de acácia, mogno e araucária apresentaram avanço nessa região. Mesmo que as condições do cerrado não sejam ideais para esses tipos de espécies, a presença delas na região reafirma o crescente aumento do setor florestal e sua importância para a economia.

A presença e o cultivo de mogno, araucária e acácia na região Centro-Oeste em 2017 são reflexos do crescimento do setor florestal e têm importantes implicações para a bioeconomia e a

biodiversidade. Essas espécies não apenas impulsionam a economia regional através da diversificação dos produtos florestais, mas também contribuem para a sustentabilidade ambiental e a recuperação dos ecossistemas.

Nessa perspectiva, o eucalipto atualmente é uma peça fundamental para a economia brasileira e amplamente utilizada na indústria de base florestal. Os resultados deste estudo demonstram e o considerável crescimento desse produto no setor florestal no período compreendido entre 2006 e 2017. Estes resultados permitem afirmar que, além dos resultados econômicos do setor florestal, são gerados volumes significativos de produtos ecológicos provenientes da produção e manejo florestal. Para o Brasil, esses produtos ecológicos totalizaram, conforme Tabela 2, em 2006, 4,8 mil toneladas de serrapilheira (biomassa), 1,04 mil toneladas em carbono sequestrado (resíduo) e 167,5 mil toneladas em nutrientes (resíduos de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio) presentes na serrapilheira depositada no solo; e, em 2017, 5,5 mil toneladas de serrapilheira (biomassa), 1,06 mil toneladas em carbono sequestrado (resíduo) e 164,6 mil toneladas em nutrientes (resíduos de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio) presentes na serrapilheira depositada no solo.

Os solos do Brasil, em sua grande maioria, apresentam deficiência de nutrientes e acidez, o que afeta diretamente o crescimento das principais culturas. Assim, a fertilidade natural dos solos é baixa e não há reservas de nutrientes suficientes para sustentar produtividades ótimas destas culturas. Como resultado, tem-se um aumento significativo no consumo de fertilizantes.

Os fertilizantes representam cerca de 30% das despesas dos produtores agrícolas no Brasil de acordo com dados da CNA (Confederação Nacional da Agricultura), em contrapartida pode-se afirmar que um produtor deixaria de gastar com fertilizantes se pudessem aproveitar os produtos ecológicos (resíduos) presentes na serrapilheira. Com o devido manejo, viabiliza-se o aproveitamento desses resíduos, que são fundamentais para ciclagem da matéria orgânica e dos nutrientes, constituindo a principal forma natural de transferência de elementos necessários ao crescimento e desenvolvimento das plantas (LOPES et al., 2009). A importância desse material na ciclagem de nutrientes é evidenciada de forma mais clara em florestas que se mantêm em solos de baixa fertilidade (SCHUMACHER et al., 2003; VEZZANI; MIELNICZUK, 2011).

Assim, mesmo que os nutrientes resultantes de forma natural da serrapilheira sejam depositados mais lentamente que os fertilizantes convencionais, a prática de sistemas agroflorestais traz para o produtor um retorno econômico significativo ao utilizar produtos das culturas perenes (florestais) como um serviço ecossistêmico de provisão.

Ulteriormente, os benefícios ambientais dos produtos ecológicos provenientes do setor florestal são significativos pela necessidade de abrandar o aquecimento global causado pelas emissões

de Gases de Efeito Estufa (GEE). As florestas desempenham um papel crucial ao capturar e armazenar grandes quantidades de carbono da atmosfera, contribuindo significativamente para a estabilidade climática. Isso valoriza cada vez mais os serviços ambientais das florestas, o aumento dos estoques florestais e o mercado de carbono como estratégias fundamentais para enfrentar os desafios climáticos globais.

Apesar da maior parte do carbono sequestrado estar presente nas florestas nativas do que nas florestas plantadas, decorrente do fato de a vegetação mais densa das florestas nativas armazenarem mais carbono, juntas os dois tipos de floresta armazenam 4,1 bilhões de tCO₂eq, sendo que as florestas naturais conservadas pela indústria florestal estocam 2,4 bilhões de toneladas de carbono equivalente (tCO₂eq) no Brasil, enquanto as plantadas estocam 1,7 bilhão de tCO₂eq (FEFFER, 2017).

5. Considerações Finais

A valorização e aplicação dos princípios da Bioeconomia Florestal para a identificação, mensuração e estudo sobre o (re)aproveitamento de produtos ecológicos provenientes da produção e manejo florestal é fundamental para a evolução e sustentabilidade do setor. Este estudo demonstra o significativo volume de produtos ecológicos gerados pelo setor florestal durante o período de 2006 e 2017, e coloca em discussão como a integração dos princípios da Bioeconomia pode vir a transformar a forma como os recursos florestais são utilizados e geridos. Evidencia, assim, a importância de práticas que não apenas atendam às demandas econômicas, mas também respeitem e preservem os limites ecológicos de forma que a valorização de produtos ecológicos não sejam benéficas tanto para o setor, como para a economia global e o bem-estar ambiental.

A produção florestal desempenha um papel crucial na economia brasileira e na mitigação das mudanças climáticas globais. Com vastas extensões de florestas tropicais e uma biodiversidade única, o Brasil é fundamental na absorção de dióxido de carbono da atmosfera. Recentemente, o país tem visto um crescimento significativo no mercado de créditos de carbono, onde empresas e governos podem compensar suas emissões comprando créditos gerados por projetos de conservação florestal e reflorestamento. Esse mercado não apenas valoriza os ecossistemas naturais, mas também incentiva práticas sustentáveis, promovendo um ciclo virtuoso de conservação e desenvolvimento econômico contemplando as premissas da abordagem da Bioeconomia.

Referências

ANDRADE, Aluisio Granato; COSTA, G. S.; FARIA, S. M. Deposição e decomposição da serapilheira em povoamentos de Mimosa caesalpinifolia, Acacia mangium e Acacia holosericea com quatro anos de idade em Planossolo. **Revista Brasileira de ciência do solo**, v. 24, p. 777-785, 2000.

BARBOSA, Verilma et al. Biomassa, carbono e nitrogênio na serapilheira acumulada de florestas plantadas e nativa. **Floresta e Ambiente**, v. 24, p. e20150243, 2017.

BERNARDI, Alberto Carlos de Campos; MACHADO, Pedro Luiz O. de A.; SILVA, Carlos Alberto. Fertilidade do Solo e Demanda por Nutrientes no Brasil. In: MANZATTO, Celso Vainer; DE FREITAS JUNIOR, Elias; PERES, José Roberto Rodrigues (ed.). **Uso agrícola dos solos brasileiros**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2002. p. 61-77.

BUGGE, Markus M.; HANSEN, Teis; KLITKOU, Antje. What is the bioeconomy? In: **From waste to value**. Routledge, 2019. p. 19-50.

CALDEIRA, Marcos Vinicius Winckler; SCHUMACHER, Mauro Valdir; SANTOS, EM dos. Conteúdo de nutrientes em uma procedência de Acacia mearnsii plantada no Rio Grande do Sul-Brasil. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n. 42, p. 105-121, 2001. Disponível em: < >

SANTOS, Grazielle Nunes Lopes dos. **ATRIBUTOS DO SOLO EM FLORESTA PLANTADA DE MOGNO, SAF, PASTAGEM E MATA NATIVA EM GRAVATÁ, PE**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais, Recife, 2021.

FIEDLER, Nilton César; SOARES, Thelma Shirlen; DA SILVA, Gilson Fernandes. Produtos florestais não madeireiros: importância e manejo sustentável da floresta. **RECEN-Revista Ciências Exatas e Naturais**, v. 10, n. 2, p. 263-278, 2008.

GUBIANI, Paulo Ivonir et al. CADUB GHF: um programa computacional para cálculo da quantidade de fertilizantes e corretivos da acidez do solo para culturas produtoras de grãos, hortaliças e forrageiras. **Ciência Rural**, v. 37, p. 1161-1165, 2007.

INKOTTE, Jonas et al. Deposição de serapilheira em reflorestamentos de eucalipto e florestas nativas nas regiões Planalto e Oeste do Estado de Santa Catarina. **Scientia Forestalis**, v. 43, n. 106, p. 261-270, 2015.

MOREIRA, José Mauro Magalhães Ávila Paz; OLIVEIRA, Edilson Batista de. Importância do setor florestal brasileiro com ênfase nas plantações florestais comerciais. In: OLIVEIRA, Yeda Maria Malheiros de; OLIVEIRA, Edilson Batista de (ed.). **Plantações florestais: geração de benefícios com baixo impacto ambiental**. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 110 p. Disponível em: <http://www.embrapa.br/florestas/publicacoes>

PARRON, Lucilia Maria; GARCIA, Junior Ruiz. Serviços ambientais: conceitos, classificação, 1 indicadores e aspectos correlatos. In: PARRON, Lucilia Maria et al. (ed.). **Serviços ambientais em sistemas agrícolas e florestais do Bioma Mata Atlântica**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. 370 p. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/item/14>>

PIPLANI, Meenakshi; SMITH-HALL, Carsten. Towards a global framework for analysing the



forest-based bioeconomy. **Forests**, v. 12, n. 12, p. 1673, 2021.

SILLANPÄÄ, Mika; NCIBI, Mohamed Chaker. **A Sustainable Bioeconomy: The Green Industrial Revolution**. Springer, 2017.

SCHUMACHER, Mauro Valdir et al. Produção de serapilheira em uma floresta de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze no município de Pinhal Grande-RS. **Revista árvore**, v. 28, p. 29-37, 2004.

SCHUMACHER, M. V.; BRUN, E. J.; RODRIGUES, L. M.; SANTOS, E. M. Retorno de nutrientes via deposição de serapilheira em um povoamento de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.) no estado do Rio Grande do Sul. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 6, p. 791-798. 2003.

LOPES, J. F. B.; ANDRADE, E. M.; LOBATO, F. A. O.; PALÁCIO, H. A. Q.; ARRAES, F. D. D. Deposição e decomposição de serapilheira em área da Caatinga. **Revista Agro Ambiente**, v. 3, n. 2, p. 72-79, 2009.

VIVIEN, F. D. et al. **The hijacking of the bioeconomy**. *Ecological economics*, v. 159, p. 189-197, 2019.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO (SFB). **Sistema Nacional de Informações Florestais – SNIF**. Brasília, 2019. Disponível em: < <http://snif.florestal.gov.br/pt-br/>>. Acesso em: 10.08.2024.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE AGRICULTURA (CNA). **Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil**. Brasília, 2024. Disponível em: < <https://www.cnabrazil.org.br/cna>>. Acesso em: 10.08.2024.

