



Expansão territorial da monocultura do eucalipto na Amazônia oriental

Territorial expansion of eucalyptus monoculture in the Eastern Amazon

Crislayne Azevedo Almeida – Mestre em Ciências Ambientais pela Universidade Federal do Pará (UFPA). E-mail: crysazalmeida@gmail.com

Ima Célia Guimarães Vieira – Doutora em Ecologia pela University of Stirling, Escócia. Pesquisadora do Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG). E-mail: ima@museu-goeldi.br

Resumo

O artigo analisa a expansão da cultura de eucalipto (*Eucalyptus* spp.) no leste da Amazônia, especificamente nos municípios de Paragominas, Dom Eliseu, Rondon do Pará e Ulianópolis no estado do Pará, aplicando o Índice de Monocultura (IM) como indicador de gestão territorial. O IM foi adaptado para esses municípios e os limites foram estabelecidos com base na área disponível para uso nos imóveis rurais localizados na região amazônica. Os índices de monocultura para 2018 e 2021 variaram muito entre os municípios e os maiores índices foram encontrados nos municípios de Dom Elizeu e Ulianópolis, os quais foram considerados com índice de restrição de área para expansão do eucalipto. Portanto, este índice pode ser utilizado no planejamento de projetos florestais, auxiliando na gestão do território e na definição de políticas que orientem empreendimentos e municípios no uso de espécies florestais para o reflorestamento na região amazônica.

Palavras-chave

Florestas plantadas. Reflorestamento. Silvicultura no Brasil. Monocultura. *Eucalyptus* spp.

Abstract

The article analyzes the expansion of eucalyptus (*Eucalyptus* spp.) species in the eastern Amazon, specifically in the municipalities of Paragominas, Dom Eliseu, Rondon do Pará and Ulianópolis in the State of Pará, applying the Monoculture Index (MI) as a territorial management indicator. The MI was adapted for the amazon region and the limits were established based on the area available for use in rural properties located in the Amazon region. The monoculture indexes for 2018 and 2021 varied greatly among the municipalities and the highest indexes were found for the municipalities of Dom Elizeu and Ulianópolis, Such municipalities were considered to have an area restriction index for eucalyptus expansion. It is considered that this index can be used in the planning of forestry projects, helping in the management of the territory and in the definition of policies that guide enterprises and municipalities in the use of forest species in reforestation projects in the Amazon region.

Keywords

Planted forests. Reforestation. Silviculture in Brazil. Monoculture. *Eucalyptus* spp.

INTRODUÇÃO

As florestas tropicais suportam pelo menos dois terços da biodiversidade mundial (WILSON; RAVEN, 1988), um terço da produtividade da superfície terrestre e da evapotranspiração (MALHI *et al.*, 2014) e proporcionam benefícios significativos mediante a prestação de serviços ecossistêmicos (GARDNER *et al.*, 2009; MALHI *et al.*, 2014). A expansão da agricultura em áreas de florestas tem causado perda e fragmentação de habitat e problemas ambientais associados à perda de biodiversidade e às modificações na estrutura da paisagem (FAHRIG *et al.*, 2011; ALMEIDA; VIEIRA; FERRAZ, 2020). Tais mudanças são também uma importante fonte de emissões de gases de efeito estufa (MARENGO *et al.*, 2018).

Historicamente, a agropecuária tem representado uma das mudanças mais significativas na cobertura do solo no Brasil, no entanto, é crescente o desenvolvimento de plantios florestais no território brasileiro, totalizando 8,7 milhões de hectares em 2021 (MAPBIOMAS, 2021). Nessas áreas, predominam as plantações de eucalipto, que ocupam 7,47 milhões de hectares (IBÁ, 2021), 33% da área total de plantações de eucalipto em todo o mundo (WEN *et al.*, 2018).

O modelo de monocultivo (plantios homogêneos geralmente implantados em reflorestamento) é adotado na maior parte dos plantios florestais por empresas produtoras de papel e celulose (BACHA; BARROS, 2004). Apesar de o sistema de rotação de cultura apresentar vantagens promissoras para o produtor, a preferência agrícola de países como o Brasil ainda tem sido pela monocultura, adotada principalmente para produção de commodities alimentícias para exportação (ZIMMERMANN, 2011) e em plantios florestais (REIS *et al.*, 2021).

São muitas as controvérsias e preocupações relatadas sobre os efeitos ecológicos negativos das espécies de eucaliptos nos biomas brasileiros. O principal impacto está relacionado aos recursos hídricos, aos nutrientes do solo, ao efeito alelopático em outras espécies, e no impacto sobre a biodiversidade agrícola e na segurança alimentar humana (GUERINO *et al.*, 2022). Porém, esses efeitos variam com o clima regional, o uso anterior do solo e as práticas de manejo das plantações (BROCKERHOFF *et al.*, 2013). Na Mata Atlântica, os plantios de eucalipto estão sendo considerados importantes aliados da restauração florestal (BRANCALION *et al.*, 2019), embora isso não seja consenso entre os cientistas, afinal, plantações de árvores não restabelecem ambientes diversos e complexos como as florestas (VIEIRA; PEREIRA; TABARELLI, 2022).

Além das questões ambientais aqui apresentadas, são apontados inúmeros problemas sociais associados à expansão do eucalipto em várias partes do Brasil.

Alguns deles são evidenciados na fase de implantação do plantio florestal, com a aquisição de terras, que impacta na organização da estrutura fundiária local, ocasionando em alguns casos, o êxodo rural, que ocasionou um declínio do padrão de vida das populações rurais (VIANA, 2004).

Desde os anos 60, com a política de ocupação da Amazônia pelo Estado brasileiro, a região passou por marcantes alterações na paisagem, com a substituição de florestas por diferentes usos da terra, expansão da malha urbana e outras atividades econômicas (GARRET *et al.*, 2021). Com o incentivo do governo federal, projetos de reflorestamento se instalaram no Pará por meio de incentivos fiscais para atender as indústrias siderúrgicas e fábricas de celulose. Neste contexto, o eucalipto foi implantado no território paraense a partir da década de 90 pela Companhia Vale do Rio Doce e, daí em diante, essa monocultura foi se intensificando por toda a região norte (MACHADO; MAIA, 2017).

Os estados do Pará e Maranhão são as novas fronteiras florestais para o cultivo do eucalipto voltado à indústria (REIS *et al.*, 2021). Nesta região, há 212,9 mil hectares de floresta plantada (silvicultura de exóticas e nativas), sendo 142,3 mil hectares de eucalipto (IBGE, 2022a). No Pará, os plantios dessa espécie ocorrem principalmente nas Regiões de Integração do Rio Capim e na parte oeste da região do Baixo Amazonas, sendo os municípios de Dom Eliseu, Paragominas, Rondon do Pará e Ulianópolis os maiores produtores de eucalipto no Pará (TNC, 2018). A regulação da expansão do eucalipto na Amazônia não tem sido considerada e, assim, a escalada da expansão dessa espécie na paisagem amazônica ainda não foi elucidada.

Este artigo analisa o processo de expansão de plantações de eucalipto em municípios do leste da Amazônia, a partir da aplicação do Índice de Monocultura (IM), e discute os resultados considerando o IM como um instrumento de auxílio à gestão do território. Refere-se aqui ao Índice de Monocultura como a proporção da área disponível do município direcionada à produção de uma determinada cultura, que indica o grau de especialização da mesma. Parte-se do pressuposto de que a maior especialização está associada a impactos sociais, econômicos e ambientais negativos, concentração de renda e de terra, dentre outros aspectos (PEREIRA *et al.*, 2008).

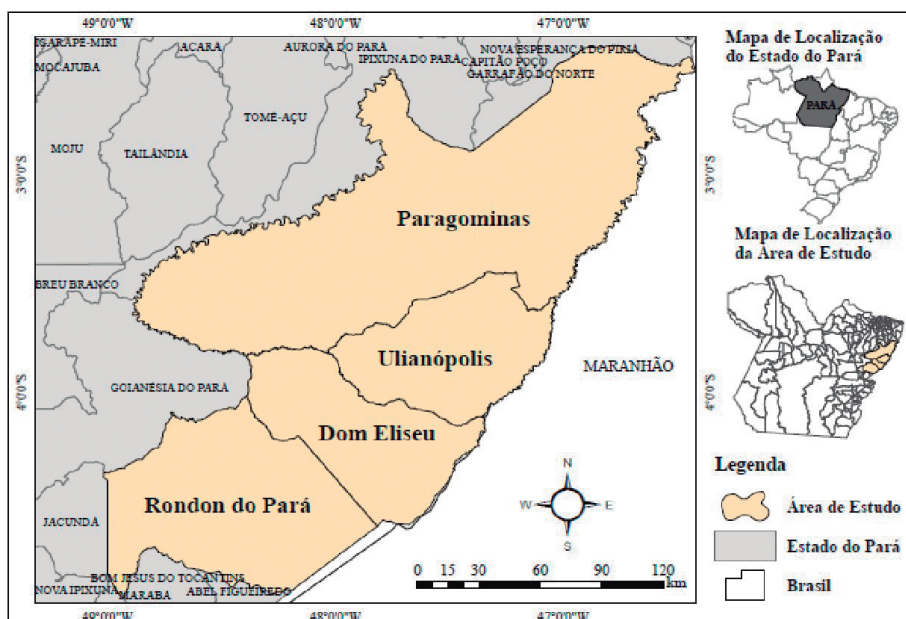
Selecionaram-se os municípios de Paragominas, Dom Eliseu, Ulianópolis e Rondon do Pará como locais de estudo porque representam cerca de 70% da produção de eucalipto no estado do Pará. Considerou-se que estudar a expansão do eucalipto nesta região fornece informações relevantes para a tomada de decisões sobre planejamento e monitoramento da expansão de plantios florestais e reflorestamentos nos municípios da Amazônia.

1 MATERIAL E MÉTODOS

1.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo foi na mesorregião do sudeste paraense abrangendo os municípios de Paragominas, Dom Eliseu, Ulianópolis e Rondon do Pará (Figura 1). A mesorregião localizada no sul do estado do Pará está inserida em uma das áreas de fronteira agrícola de importante representatividade na Amazônia oriental (BRASIL, 2010) apresentando diversidade socioambiental expressiva na região. Ocupa uma área de 297.366,70 km², é composta por 39 municípios agrupados em sete microrregiões e caracteriza-se com temperaturas em média entre 25°C e 27°C (LUZ *et al.*, 2013). Possuía uma população residente em 2021 em mais de 1,7 milhão de habitantes (IBGE, 2022b) e com PIB em 2019 de 72,2 milhões (IBGE, 2022c).

Figura 1 - Mapa de localização dos municípios estudados localizados no sudeste paraense.



Fonte: Elaborado pelas autoras a partir de dados do IBGE (2018).

Os quatro municípios de estudo (Figura 1) pertencem à microrregião de Paragominas e juntos apresentam uma área com plantio de eucalipto em 2021

de 88,7 mil hectares (IBGE, 2022a). Dentre os quatro municípios, Paragominas ocupa a maior área territorial com 19.342,254 km², população de 115,8 mil habitantes (IBGE, 2022b) e densidade demográfica de 5,06 habitantes por km². O PIB municipal alcançou mais de 3 milhões de reais em 2019 (IBGE, 2022c).

No sul de Paragominas se encontra o município de Dom Eliseu, que se estende por uma área de 5.268,809 km². A população é estimada em 61,2 mil habitantes e a densidade demográfica é de 9,74 hab/km² no censo de 2010 (IBGE, 2022b). Em 2019, apresentou o PIB de 629,3 mil reais (IBGE, 2022c).

O município de Ulianópolis tem seus limites ligados com os municípios de Paragominas e Dom Eliseu, e como as demais localidades de estudo encontra-se limitada a leste pelo Estado do Maranhão, abrangendo uma área de 5.088,468 km² e, de acordo com estimativa do IBGE, em 2021, cerca de 62,2 mil habitantes residem no município, com densidade demográfica 8,52 hab/km² no último censo (IBGE, 2022b) e PIB em 2019 de 1,5 milhão de reais (IBGE, 2022c).

O município de Rondon do Pará abrange cerca de 8,2 mil km² com a população estimada em 2021 de 53,2 mil habitantes e com densidade demográfica de 5,70 hab/km², o PIB em 2019 foi acima de 534,7 mil de reais (IBGE, 2022c).

A cobertura vegetal predominante nos municípios é de Floresta Ombrófila Densa. A região apresenta elevadas temperaturas (média de 25° C) e alta precipitação (ANDRADE; NOVAES, 2015). Os solos predominantes nos municípios são representados por Latossolos, Argissolos e Plintossolos; essas quatro localidades estão inseridas na integração do Rio Capim (VENTURIERI *et al.*, 2016). Outra principal bacia é a do Rio Gurupi que tem uma porção no Sudeste-Nordeste (divisor natural entre os estados do Pará e Maranhão) onde os municípios de Dom Eliseu, Paragominas e Ulianópolis se inserem (LIMA; PRATA; LIMA, 2017).

As principais atividades econômicas desenvolvidas nos municípios são: extração de minérios, exploração madeireira, agricultura (principalmente, cultivo de soja), pecuária e silvicultura (com destaque para o plantio de eucalipto (várias espécies do gênero *Eucalyptus* sp) e de paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke).

1.2 BASES DE DADOS

Este artigo adotou como base metodológica a organização de dados secundários de diversas fontes (Tabela 2), empregados na elaboração do Índice de Monocultura (IM) do eucalipto. A base de dados utilizada é municipal e

não foram efetuados levantamentos primários de informações. Os indicadores utilizados foram: área total dos municípios, Terras Indígenas, Áreas de Preservação Permanente, Áreas de Reserva Legal, Áreas ocupadas com Sistemas Agroflorestais, Áreas urbanas e outros tipos, e áreas ocupadas com eucalipto – anos de referência 2018 e 2021. A seguir, na Tabela 2, são apresentadas as fontes dos indicadores de área (unidade de medida – hectare) utilizadas.

Tabela 2 - Indicadores de área utilizados no Índice de Monocultura de Dom Eliseu, Paragominas, Rondon do Pará e Ulianópolis

	Indicadores	Sigla	Fonte	Ano
1	Área total dos municípios	AM	IBGE	2018
2	Terras Indígenas	TI	ITERPA	2018
3	Áreas de Preservação Permanente	APP	SICAR	2018
4	Áreas de Reserva Legal	RL	SICAR	2018
5	Sistemas Agroflorestais	SAs	IBGE	2017
6	Áreas Urbanas e outros usos	AUrb/Outros	TerraClass-INPE	2014
7	Área cultivada de eucalipto	PE	SIDRA - IBGE	2018/2021

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados IBGE, ITERPA, INPE e SICAR.

Os dados de área municipal foram selecionados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística e as informações de área de plantio de eucalipto foram coletadas pelo Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA) (IBGE, 2022a, 2022b). Para os indicadores Sistemas Agroflorestais, as informações foram obtidas no último Censo Agropecuário de 2017 do IBGE (IBGE, 2017); as Terras Indígenas presentes nos municípios foram incluídas no índice e os dados foram coletados no site do Instituto de Terras do Pará (ITERPA, 2022), as áreas de APP e RL foram estimadas por meio de dados registrados (no formato *shapefile*) pelo Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural (SICAR) no site do Serviço Florestal Brasileiro (CAR, 2022); as áreas urbanas e outros usos foram coletados no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2022), a partir do projeto TerraClass (ano de 2014). De acordo com o Cadastro Nacional de Unidades de Conservação do Ministério do Meio Ambiente (MMA, 2022), nos municípios estudados não há Unidades de Conservação, portanto, desconsidera-se esse indicador para esses municípios. Foram realizados dois cálculos do IM com os mesmos dados dos indicadores, utilizando a área de plantio de eucalipto dos anos 2018 e 2021.

1.3 ÍNDICE DE MONOCULTURA

Foi empregado o Índice de Monocultura, que mede a percentagem da área agrícola da região do estudo ocupada pela cultura em análise, neste caso, o eucalipto. Admitiu-se que a monocultura se caracteriza pelo grau de especificação das culturas agrícolas, ou seja, considera-se a dimensão da área disponível do município destinada à produção do eucalipto. Para isto, utilizou-se como referência o estudo de Rezende, Pereira e Botelho (2013), em relação ao uso do Índice de Monocultura e o de Kageyama (2004). Segundo esse índice, quando um município apresenta mais de 40% da área total dos estabelecimentos agropecuários ocupados por uma determinada cultura agrícola entra na categoria de monocultura.

A fórmula do IM para os municípios paraenses analisados foi ajustada de acordo com os indicadores para a região de estudo, conforme se verifica a seguir:

$$M (\%) = \{PE\} / \{AM - [\sum (TI; RL; SAs; APP; 10\% AUrb e Outros)]\} * 100 \quad (1)$$

• Detalhes do cálculo:

$$AD (ha) = [AM - (TI + APP + RL + SAFs + AUrb e outros)]$$

$$IM (\%) = [(PE/AD) * 100]$$

$$ADU (ha) = (AD - PE)$$

• Definições das siglas:

1. Área Total do Município – AM
2. Terra Indígena– TI
3. Áreas de Preservação Permanente – APP
4. Área de Reserva Legal – RL
5. Sistemas Agroflorestais – SAFs
6. Áreas Urbanas e outros usos – AUrb e Outros
7. Área Disponível – AD
8. Plantio de eucalipto – PE
9. Área Disponível para Uso do Solo– ADU

A Área disponível é a diferença entre a soma de todos os indicadores e a área total do município e a Área disponível para uso do solo corresponde à

área disponível menos o plantio de eucalipto. Os 10% considerados na fórmula compreendem o valor de áreas urbanizadas indicado por Rezende, Pereira e Botelho (2013).

Os indicadores selecionados são importantes elementos de caracterização e ocupação nos municípios, então influenciam no resultado da área disponível no uso do solo para uma determinada cultura. Assim, para realizar uma nova medição do IM se faz necessária a atualização dos indicadores.

Os limites do índice de monocultura (0 – 20%) utilizados neste estudo (Tabela 3) foram construídos, considerando o novo Código Florestal vigente desde 2012 – Lei 12.651/2012 – (BRASIL, 2012) em relação à implantação de empreendimentos, como plantios florestais comerciais com espécies exóticas, em áreas de uso alternativo do solo. Dessa forma, em seu Art. 3º, inciso VI, estabelece-se que as áreas consideradas de uso alternativo do solo caracterizam-se como a substituição de vegetação nativa e formações sucessoras por outras coberturas do solo, como atividades agropecuárias, industriais, de geração e transmissão de energia, de mineração e de transporte, assentamentos urbanos ou outras formas de ocupação humana.

A monocultura também está incluída dentre as atividades que podem ser realizadas em áreas de uso alternativo do solo. Dessa maneira, os limites para determinação do IM foram estabelecidos com base na área disponível para uso nos imóveis rurais localizados na região amazônica. Conforme o disposto no novo Código Florestal (BRASIL, 2012), deve-se deixar 80% como área conservada nas propriedades rurais da região, e os 20% restantes podem ser utilizados como uso alternativo do solo para atividades agrícolas e/ou plantios florestais. Neste estudo, considerou-se um limite mínimo de 10% deste valor na classificação de grau alto para monocultura de eucalipto dentro do território municipal, isto é, a partir deste valor o grau de restrição para o cultivo da cultura no município aumenta, como se confere na tabela abaixo (Tabela 3).

Tabela 3 - Graus e limites do índice de monocultura de eucalipto aplicados ao estado do Pará

GRAUS	LIMITES (%)
Baixo	0 – 5
Médio	≥ 5-10
Alto	≥ 10-15
Muito alto	> 15-20

Fonte: Elaboração das autoras, 2022.

Para interpretação dos resultados, seguindo o proposto por Pereira *et al.* (2008), quanto mais alto o índice de monocultura, maior o grau de restrição para a introdução do eucalipto nos municípios estudados, pois indica menor área disponível para plantio.

2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O índice de monocultura variou bastante entre os municípios analisados (Tabela 4), destacando-se os municípios de Ulianópolis e Dom Eliseu com os índices mais elevados (IM de 13,57% e 10,91%, respectivamente) para o plantio de 2018. Os municípios com menor área territorial apresentaram maior índice de monocultura, Paragominas e Rondon do Pará, com maior área municipal, obtiveram valores abaixo do limite mínimo de IM (10%). Em 2021, os municípios evidenciaram resultados similares.

Tabela 4 - Índice de Monocultura (%) do eucalipto em municípios do sudeste paraense, anos 2018 e 2021

Municípios	Dom Eliseu	Paragominas	Rondon do Pará	Ulianópolis	
Indicadores (ha) Ano de plantio					
Municipal	526.881,50	1.934.225,40	824.639,40	508.846,80	
TI	-	95.373,80	424,61	-	
APP	42.867,23	169.072,98	60.908,70	42.325,22	
RL	241.628,03	1.075.181,88	321.040,07	233.748,58	
SAFs	-	6.433,00	-	4.554,00	
Aurb e Outros	14.411,56	21.766,63	16.519,05	8.629,76	
AD	227.974,68	566.397,11	425.746,97	219.589,24	
PE	2018	24.875,00	32.400,00	6.200,00	29.800,00
	2021	24.750,00	31.684,00	5.593,00	26.751,00
IM(%)	2018	10,91	5,72	1,46	13,57
	2021	10,86	4,31	1,31	12,18
ADU	2018	203.099,68	533.997,11	419.546,97	189.789,24
	2021	203.224,68	703.550,78	420.153,97	192.838,24

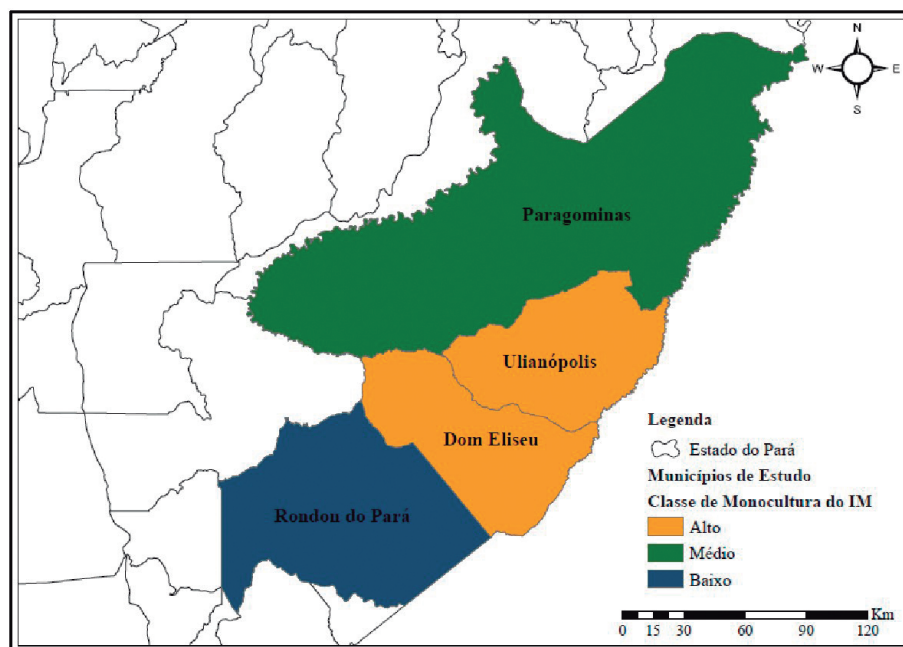
Fonte: Elaborado pelas autoras a partir de dados do IBGE, SICAR, ITERPA e TerraClass-INPE.

Dom Eliseu e Ulianópolis (Figura 2) tiveram alto grau de monocultura de eucalipto enquanto Rondon do Pará e Paragominas indicam graus baixo e médio, respectivamente, com valores entre 1 e 6% de área plantada com a cultura, indicando que ainda há áreas disponíveis para este uso do solo. Os dois municípios com índice alto tiveram resultados acima do critério proposto para limitar a monocultura, ao contrário de Paragominas e Rondon do Pará.

Nas áreas com IM elevado deve haver restrições para ampliação da monocultura de eucalipto, considerando o que sugere Rezende, Pereira e Botelho (2013). A expansão de plantações de eucalipto pode resultar efeitos adversos nesses municípios com IM acima de 10%, pois, com a ocupação de grandes áreas, pode se repetir o que acontece em municípios do sul do Brasil, como o comprometimento da biodiversidade, conflitos no meio rural e urbano e desequilíbrio ambiental. Por isso, é necessário o planejamento adequado para a expansão de culturas agrícolas e florestais para a Amazônia.

Embora a expansão de eucalipto tenha apresentado leve crescimento em dois municípios (Dom Eliseu e Ulianópolis) de 2018 a 2021, a atividade agropecuária se apresenta forte no sudeste paraense devido à expansão da fronteira agropecuária, com mais de 20 milhões de cabeças (IBGE, 2022d). Além disso, a expansão de grãos e dendê no Pará é de interesse empresarial e tem demandado a organização de um mercado de terras específico para a expansão dessas culturas (MENDES; GOMES JÚNIOR, 2021).

Figura 2 - Classes de Monocultura do eucalipto em municípios do sudeste paraense, ano 2018

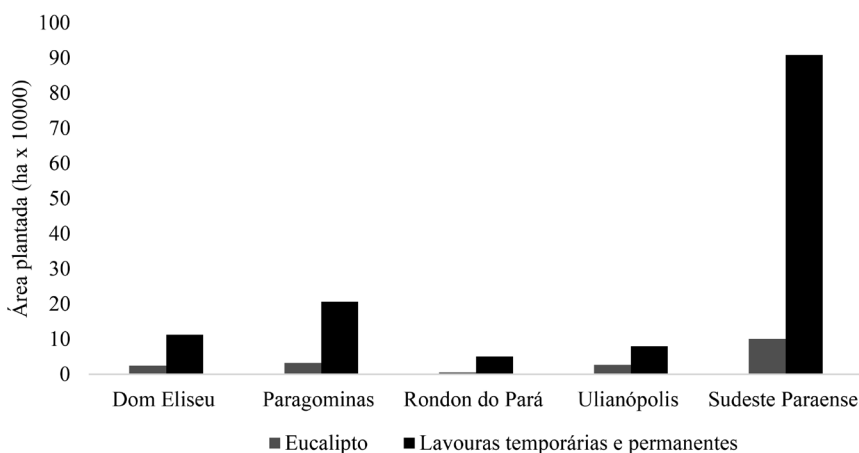


Fonte: Elaborado pelas autoras, 2022.

Ao se comparar o plantio de eucalipto com as lavouras permanentes e temporárias em 2021, observa-se o destaque da atividade agrícola nos municípios estudados neste trabalho. Cerca de 908 mil hectares de área plantada são ocupados na mesorregião do sudeste paraense e apenas 101 mil ha representados pelo plantio de eucalipto.

O dinamismo do crescimento agropecuário no estado do Pará está associado à abundância de terras e localiza-se estrategicamente a uma distância acessível dos grandes mercados internacionais, caracterizando uma grande comunicação entre setores envolvidos e configurando um corredor de exportação, fronteira produtiva e plataforma logística. Este crescimento da atividade agrícola em determinado território pode indicar como a expansão da monocultura afeta a dinâmica agrícola de uma determinada região (MARDEGAN; BACCARIN, 2020).

Figura 3 - Comparativo entre a área de plantio de Eucalipto e Lavouras em municípios do sudeste do Pará em 2021



Fonte: Elaborado pelas autoras a partir de dados de Produção Agrícola Municipal (IBGE, 2022d) e Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura (IBGE, 2022a).

De acordo com o último Censo Agropecuário 2017 (IBGE, 2017), os estabelecimentos agropecuários ocupam no estado do Pará uma área de 28,4 milhões de hectares, e têm como principais atividades a pecuária e a lavoura agrícola, enquanto a silvicultura de florestas plantadas ocupa uma área inferior a 1%. Ainda, o Pará também possui cerca de 20 milhões de hectares de áreas abertas em diferentes estágios de degradação, segundo o Instituto de Desenvolvimento Florestal do Pará (IDEFLOR, 2010), e a restauração de áreas degradadas seria uma alternativa para expandir o plantio de espécies florestais de rápido crescimento para diversas finalidades.

No entanto, é preciso cautela quando se trata de considerar monoculturas de espécies exóticas em projetos de restauração. Como a definição de floresta tende a incluir cultivos de espécies arbóreas em monocultura, o plantio de árvores foi promovido em mais de 43 países, incluindo o Brasil, durante a “Década da Restauração de Ecossistemas”, da ONU. Embora economicamente importantes, plantações de árvores não restauram ambientes diversos e complexos, como as florestas.

Outro ponto muito discutido para expandir esses plantios é a utilização dessas espécies em sistemas agroflorestais (SAFs) que podem ser uma alternativa ou forma de beneficiamento para o produtor. O agrossistema do eucalipto vem ocasionando transformações em paisagens rurais do território brasileiro, além disso, as relações sociais, principalmente, nas comunidades próximas ao local de produção, também estão sofrendo alterações com a implantação e expansão deste sistema (CASTRO, 2019). Esses sistemas são integrados e podem gerar produtos diversificados com resultados econômicos de curto e longo prazos e, neste aspecto, espécies exóticas podem recuperar a atividade produtiva de áreas degradadas ou alteradas (VIEIRA *et al.*, 2009). De acordo com o novo Código Florestal (BRASIL, 2012), esses sistemas podem ocorrer não apenas em Áreas de Uso Alternativo do Solo, mas também em RL, APPs de pequenas propriedades ou posse rural familiar e em Áreas de Uso Restrito, tendo em vista que o uso de espécies exóticas consorciadas com espécies nativas não poderá ultrapassar 50% da área total a ser recuperada.

Um aspecto importante é que o plantio ou reflorestamento com espécies exóticas ou nativas não precisa de autorização prévia desde que atenda as limitações e condições exigidas na Lei n.º. 12. 651/2012. Isso porque, o código deixa claro no Capítulo VIII, § 2º, que é proibida a extração de madeira e demais produtos de florestas plantadas em APPs e RL (BRASIL, 2012). Os resultados apresentados neste trabalho confirmam que a monocultura de eucalipto, apesar de ocupar pequenas áreas de plantio nos municípios, está concentrada em uma determinada região do estado paraense, a mesorregião sudeste do estado, que apresenta mais de 10 municípios produtores de eucalipto. Os dados do Censo agropecuário de 2017 (IBGE, 2017) evidenciam que no estado mais de 196 mil hectares dos estabelecimentos rurais estão ocupados com florestas plantadas, só no sudeste paraense, neste mesmo ano, cerca de 158 mil ha de área estão plantadas com a cultura (IBGE, 2019). Neste contexto, ainda que esta atividade

tenha bons desempenhos de produção, o reflorestamento utilizando espécies exóticas não consegue recuperar a biodiversidade original de uma área (VIEIRA *et al.*, 2009). Além disso, a concentração da terra está associada, entre outros fatores, à intensificação da produção agropecuária (LIMA *et al.*, 2016).

A demanda de projetos de reflorestamento no sudeste do Pará é alta, por conseguinte, o crescimento da silvicultura de florestas plantadas na mesorregião, só neste território, teve uma demanda de 97,3% para licenciamento de projetos de reflorestamento (TENÓRIO *et al.*, 2015), e os motivos são o crescimento da demanda por carvão vegetal, a reposição florestal e o autoabastecimento de madeira. Esta região tem grande número de projetos de reflorestamento, principalmente nos municípios estudados nesta pesquisa e, apesar de o eucalipto estar se expandindo com o avanço tecnológico no setor florestal, outras espécies florestais (como paricá) estão ganhando espaço e competindo com a cultura, principalmente na microrregião de Paragominas onde está ocorrendo também a viabilização da produção florestal e onde as indústrias de transformação da madeira são mais presentes (SANTOS; SALIM; PEREIRA, 2018; IBGE, 2013).

Cerca de 19% das áreas reflorestadas na microrregião de Paragominas são ocupadas por paricá. Essa cultura se encontra em expansão também nos municípios de Dom Eliseu, Rondon do Pará, Paragominas e Ulianópolis, estes dois últimos apresentam uma área plantada superior aos demais (SANTOS; SALIM; PEREIRA, 2018).

Os resultados do IM mostraram que três municípios detêm mais de 200 mil hectares de áreas disponíveis para o cultivo de eucalipto, cujo índice de monocultura em crescimento ainda é lento, se comparado a outros estados que têm a presença intensiva da cultura, no entanto, considerando as altas taxas de desmatamento no estado do Pará e na Amazônia como todo, o manejo e a proteção das florestas nativas, a referida monocultura é a melhor alternativa para a conservação da biodiversidade (RUIVO *et al.*, 2007).

Preocupações de cunho social também devem ser assinaladas. Plantios homogêneos de espécies florestais não são florestas *sensu stricto* e as dinâmicas ecológicas são diferentes nas monoculturas florestais e nas florestas nativas, como também são diferentes as dinâmicas sociais envolvidas. Por isso, é fundamental uma discussão mais ampla sobre os *trade-offs* em optar por monoculturas de espécies exóticas em detrimento de espécies nativas em sistemas diversificados de produção.

A gestão do território é uma importante ferramenta para utilização e redistribuição adequada dos recursos naturais e o melhor uso do espaço rural. Esta gestão é essencial para implantação de projetos de plantio florestal, visto que a prática de monocultura é considerada arriscada e ambientalmente insustentável (ZIMMERMANN, 2011), pois pode ocasionar danos irreversíveis para o ambiente, principalmente no solo (REZENDE; PEREIRA; BOTELHO, 2013). O Índice de Monocultura mostrou a espacialização da cultura nos quatro municípios estudados, portanto, este pode servir como instrumento de auxílio para a gestão territorial na região amazônica, indicando o espaço ocupado (monocultirização) pelo plantio florestal e servir como orientação para o planejamento e criação de políticas públicas de usos da terra.

CONCLUSÃO

O plantio de eucalipto conquistou espaço nos municípios de Dom Eliseu, Paragominas, Rondon do Pará e Ulianópolis, e sua expansão ocorreu por meio da demanda de projetos de reflorestamento. O índice de monocultura nesses municípios foi variado, destacando-se Dom Eliseu e Ulianópolis com maiores índices de restrição para ampliação do cultivo dessa espécie. Além disso, a expansão recente de eucalipto não compete com as culturas agrícolas e nem com a pecuária, já que as mesmas representam mais de 50% da área no estado.

O Índice de Monocultura do eucalipto pode orientar a expansão de eucalipto na região amazônica, já que não existe um zoneamento agroecológico dessa cultura para a Amazônia, que determinaria as áreas disponíveis e adequadas para a sua expansão, a partir de análises de uso e aptidão da terra, gerando o mínimo de impacto possível.

Estudos mais detalhados sobre a dinâmica do setor florestal no estado do Pará são necessários, bem como uma análise de sua relação com o desenvolvimento sustentável (principalmente na integração dos setores social, econômico e ambiental). As espécies exóticas estão ganhando espaço no território paraense, contudo, a priorização de pesquisas avançadas sobre as espécies nativas da região é um importante caminho para buscar soluções que propiciem tanto melhores condições de renda da população como a recuperação da biodiversidade.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela bolsa de estudo concedida à primeira autora, e ao Programa de Pós-Graduação de Ciências Ambientais (PPGCA) da UFPA, pela oportunidade de obtenção de conhecimento por meio da pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. S.; VIEIRA, I. C. G.; FERRAZ, S. F. B. Long-term assessment of oil palm expansion and landscape change in the eastern Brazilian Amazon. **Land Use Policy**, [s. l.], v. 90, p. 104321, 2020.
- ANDRADE, A. de SOUZA; NARVAES, I. da S. **Dinâmica da Degradação Florestal na Região Nordeste do Pará**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. 2015 (Relatório). Disponível em: <http://mtc-m21b.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/mtc-m21b/2015/08.03.13.13/doc/%C3%81danna%20de%20Souza%20Andrade.pdf>. Acesso em: 11 nov. 2022.
- BACHA, C. J. C.; BARROS, A. L. M. de. Reflorestamento no Brasil: evolução recente e perspectiva para o futuro. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, SP, v. 32, n. 66, p. 191-203, 2004.
- BRANCALION, P. H. S *et al.* Exotic eucalypts: From demonized trees to allies of tropical forest restoration? **Journal of Applied Ecology**, [s. l.], v. 57, n. 1, p. 55-66, 2020.
- BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nº s 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nº s 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, [2012]. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm. Acesso em: 10 mar. 2021.
- BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Agrário. **Plano territorial de desenvolvimento rural Sustentável do sudeste paraense (PTDRS)**. Marabá: Codeter/Somec, 2010.
- BROCKERHOFF, E. G. *et al.* Role of eucalypt and other planted forests in biodiversity conservation and the provision of biodiversity-related ecosystem services. **Forest Ecology and Management**, [s. l.], v. 301, p. 43-50, 2013.

CAR. Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural. **Cadastro Ambiental Rural**, Brasília, DF, 2022. Disponível em: <https://www.car.gov.br/#/>. Acesso em: 20 fev. 2022.

CASTRO, D. S. A cultura do eucalipto no estado de São Paulo considerando os conceitos de paisagem, formação econômico social e sistemas agrários: um caminho para a gestão ambiental. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, Taubaté, v. 15, n. 5, p. 252-272, set./dez.2019.

FAHRIG, L. *et al.* Functional landscape heterogeneity and animal biodiversity in agricultural landscapes. **Ecology Letters**, [s. l.], v. 14, n. 2, p. 101-112, 2011.

GARDNER, T. A. *et al.* Prospects for tropical forest biodiversity in a human modified world. **Ecology Letters**, [s. l.], v. 12, n. 6, p. 561-582, 2009.

GARRET *et al.* Forests and sustainable development in the Brazilian Amazon: history, trends, and future prospects. **Annual Review of Environment and Resources**, [s. l.], v. 46, p. 625-652, 2021.

GUERINO, R. M. G. *et al.* Expansão e impactos socioambientais da cultura de *Eucalyptus* spp. (Myrtaceae) no Brasil: um panorama da literatura. **Research, Society and Development**, [s. l.], v. 11, n. 3, p. e48811326751-e48811326751, 2022.

IBGE. **Projeto levantamento e classificação do uso da terra: uso da terra no Estado do Pará**. IBGE: Rio de Janeiro, 2013. (Relatório Técnico).

IBGE. Censo agropecuário 2017: resultados preliminares. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/index.html. Acesso em: 30 maio 2021.

IBGE. Malhas territoriais. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, Rio de Janeiro, 2018. Acesso em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html?=&t=acesso-ao-produto>. Acesso em: 10 dez. 2018.

IBGE. Produção da extração vegetal e da silvicultura – PEVS 2019. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, Rio de Janeiro, 2019. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pevs/tabelas>. Acesso em: 10 jan. 2019.

IBGE. Produção da extração vegetal e da silvicultura – PEVS 2021. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, Rio de Janeiro, 2022a. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pevs/tabelas/brasil/2021>. Acesso em: 14 out. 2022.

IBGE. Estimativas da População - EstimaPop. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, Rio de Janeiro, 2022b. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/estimapop/tabelas>. Acesso em: 14 out. 2022.

IBGE. Produto interno bruto (PIB) dos municípios. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, Rio de Janeiro, 2022c. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pib-munic/tabelas>. Acesso em: 14 out. 2022.

IBGE. Produção Agrícola Municipal – PAM, 2021. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, Rio de Janeiro, 2022d. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>. Acesso em: 14 out. 2022.

IDEFLOR. **Plano safra florestal madeireira do Estado do Pará**: 2010. Belém: IDEFLOR, 2010. 102 p.

INPE. Início. **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais**, São José dos Campos, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/inpe/pt-br>. Acesso em: 23 maio 2022.

ITERPA. Início. **Instituto de Terras do Pará**, Belém, 2022. Disponível em: <http://portal.iterpa.pa.gov.br/>. Acesso em: 05 mar. 2022.

KAGEYAMA, A. Desenvolvimento rural: conceito e medida. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, DF, v. 21, n. 3, p. 379-408, 2004.

LIMA, I. F.; PRATA, T. C.; LIMA, A. M. M. Análise da paisagem aplicada a bacia do rio Gurupi PA/MA. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 12., 2017, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis: ABRH, 2017. p. 1-8.

LIMA, A. R. *et al.* Impactos da monocultura de eucalipto sobre a estrutura agrária nas regiões norte e central do Espírito Santo. **Revista NERA**, Presidente Prudente, v. 19, n. 34, p. 12-36, 2016.

LUZ, L. M. *et al.* **Atlas geográfico escolar do Estado do Pará**. Belém: GAPTA/UFPA, 2013. 64 p.

MACHADO, C. A.; MAIA, K. S. Impactos ambientais da silvicultura em Dom Eliseu (PA). **Revista Tocantinense de Geografia**, Palmas, v. 6, n. 9, p. 157-173, 2017.

MALHI, Y. *et al.* Tropical forests in the anthropocene. **Annu. Rev. Environ. Resour.**, [s. l.], vol. 39, p. 125–59, 2014.

MAPBIOMAS. As transformações no território brasileiro nos últimos 36 anos. **MapBiomias**, [s. l.], ago. 2021. Disponível em: https://mapbiomas-br-site.s3.amazonaws.com/Fact_Sheet_Colec%CC%A7a%CC%83o_6_Agosto_2021_27082021_OK_ALTA.pdf. Acesso em: 10 out. 2021.

MARDEGAN, G. E.; BACCARIN, J. G. Agrocombustíveis: Etanol e suas consequências no Município de Leme/SP. **Revista Mutirão**, Recife, v. 1, n. 2, p. 77-92, 2020.

MARENGO, J. A. *et al.* Changes in climate and land use over the Amazon region: current and future variability and trends. **Frontiers in Earth Science**, [s. l.], vol. 6, n. 228, p. 1-21, 2018.

MENDES, E. C.; GOMES JÚNIOR, E. Movimento de expansão agropecuária: uma análise histórica do seu desenvolvimento na Região Sudeste paraense. **Revista de Política e Planejamento Regional**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 1, p. 42-60, 2021.

MMA. Cadastro Nacional de Unidades de Conservação. **Ministério do Meio Ambiente**, Brasília, DF, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/areasprotegidasecoturismo/plataforma-cnuc-1>. Acesso em: 05 set 2022.

PEREIRA, J. R.; REZENDE, J. B.; SILVA, S. S. S.; BOTELHO, D. O.; PEREIRA, N. C. Zoneamento da cana-de-açúcar e do eucalipto: condicionantes socioeconômicos e índice de monocultura, 2007. *In*: SCOLFORO, J. R.; OLIVEIRA, A. D.; CARVALHO, L. M. T. (ed.). **Zoneamento e cenários exploratórios**. Lavras: UFLA, 2008. p. 61-71.

REIS, C. A. F.; SANTOS, A. M.; PACHECO, A. R.; MORAES, A. C. Contribuições das pesquisas com eucaliptos para a expansão de fronteiras das florestas plantadas brasileiras. *In*: OLIVEIRA, E. B.; PINTO JUNIOR, J. E. (ed.). **O eucalipto e a Embrapa**: quatro décadas de pesquisa e desenvolvimento. Brasília, DF: Embrapa, 2021. p. 395-494.

REZENDE, J. B.; PEREIRA, J. R.; BOTELHO, D. O. Expansão da cultura do eucalipto nos municípios mineiros e gestão territorial. **Cerne**, Lavras, v. 19, n. 1, p. 1-7, 2013.

RUIVO, M. L. P. *et al.* Gestão florestal e implicações sócio-ambientais na amazônia oriental (Estado do Pará). **Oecologia Brasiliensis**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 4, p. 481-492, 2007.

SANTOS, I. S.; SALIM, S.; PEREIRA, P. C. G. Caracterização do Reflorestamento de Paricá na Microrregião de Paragominas- PA. **Revista Agroecossistemas**, Belém, v. 10, n. 1, p. 145-158, 2018.

TENÓRIO, R. S. *et al.* Diagnósticos dos projetos de reflorestamento no Estado do Pará no período de 2008 a 2012. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer.**, Goiânia, v. 11, n. 22, p. 3748-3755, 2015.

TNC. **Caminhos do desenvolvimento verde na agenda do Pará 2030:** desenvolvimento de cenários de uso da terra e custos de implantação. São Paulo: The Nature Conservancy, 2018.

VENTURIERI, A. *et al.* **Mapa de solos e de aptidão agrícola das áreas alteradas do Estado do Pará.** Belém: Embrapa da Amazônia Oriental, 2016.

VIANA, M. B. **O eucalipto e os efeitos ambientais do seu plantio em escala.** Brasília, DF: Biblioteca Digital da Câmara dos deputados, 2004.

VIEIRA, I. C.G. *et al.* **Bases técnicas e referenciais para o programa de restauração florestal do Pará:** um bilhão de árvores para a Amazônia. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2009. 103 p.

VIEIRA, I. C. G; PEREIRA, C.; TABARELLI, M. Com saberes ancestrais, projeto restaura florestas queimadas na Amazônia. **Amazônia Latitude**, [s. l.], 28 jun. 2022. Disponível em: <https://www.amazonialatitude.com/2022/06/28/com-saberes-ancestrais-projeto-restaura-florestas-queimadas-na-amazonia/>. Acesso em: 10 out. 2022.

WEN, G. *et al.* Difficulties and countermeasures in the development of global eucalyptus plantation. **Guangxi Sci**, [s. l.], vol. 25, n. 02, p. 107-116, 2018.

WILSON, E.O; RAVEN, P. H. **Our diminishing tropical forests** – Biodiversity. Washington, DC: National Academy Press, 1988.

ZIMMERMANN, C. L. Monocultura e transgenia: impactos ambientais e insegurança alimentar. **Veredas do Direito: direito ambiental e desenvolvimento sustentável**, Belo Horizonte, v. 6, n. 12, p. 79-100, jul./dez. 2011.

Texto submetido à Revista em 10.05.2021

Aceito para publicação em 03.11.2022