

Estrutura de florestas secundárias nos sistemas de manejo com e sem queima em Igarapé-açu, nordeste paraense

Structure of secondary forests in management systems with and without burning in Igarapé-açu, northeast of Pará

Estructura de los bosques secundarios en sistemas de manejo con y sin quema en Igarapé-açu, noreste de Pará

Lena Monteiro Costa¹, Tereza Thainá Monteiro do Carmo², Débora Veiga de Aragão³, Osvaldo Ryohei Kato⁴.

¹ Discente no Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais da Universidade Federal Rural da Amazônia. Belém-PA, Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5409-6509> e E-mail: lenamonteiro07@gmail.com

² Discente no Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais da Universidade Federal Rural da Amazônia. Belém-PA, Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0009-0000-2300-6470> e E-mail: thainamontecarmo@gmail.com

³ Doutora/Pesquisadora da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. Belém-PA, Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0009-0002-7014-5320> e E-mail: debora.aragao@embrapa.br

⁴ Docente/Doutor/Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. Belém-PA, Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-2422-9227> e E-mail: kato.embrapa@gmail.com

Recebido em: 24 jan 2025 - Aceito em: 6 mai 2025

Resumo

As florestas tropicais vêm enfrentando alterações especialmente devido à conversão de florestas primárias para utilização da terra em outras atividades econômicas. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a influência do método de preparo de área no Sistema Tradicional (Corte e Queima) e no Sistema Alternativo (Corte e Trituração) na regeneração da capoeira, nos anos de 2016 e 2022, e em um fragmento de floresta experimental localizado em Igarapé-açu. Foram realizadas análises comparativas da estrutura da vegetação das florestas secundárias originadas por meio de dois tratamentos de manejo. Sugere-se que o método de preparo de área CT é mais adequado para a regeneração da floresta secundária, promovendo melhor capacidade regenerativa, com crescimento em altura, alcançando valores de biomassa seca e estoque de carbono próximos aos observados na área de R. Essa abordagem pode ser considerada uma alternativa mais sustentável e eficaz do que o CQ.

Palavras-chave: Corte e queima, trituração, conversão de florestas, Amazônia.

Abstract

Tropical forests have been facing changes especially due to the conversion of primary forests for land use in other economic activities. The present work aimed to evaluate the influence of the area preparation method in the Traditional System (Cutting and Burning) and in the Alternative System (Cutting and Crushing) on regeneration of capoeira, in the years 2016 and 2022, and in a fragment of experimental forest located in Igarapé-açu. Comparative analyses of the vegetation structure of secondary forests originated through two management treatments that were carried out. It is suggested that the CT area preparation method is more suitable for secondary forest regeneration, promoting better regenerative capacity, with height growth, reaching dry biomass values and carbon stock levels close to those observed in the R area. This approach can be considered a more sustainable and effective alternative than CQ.

Keywords: Cutting and burning, crushing, forest conversion, Amazon.

Resumen

Los bosques tropicales han estado enfrentando cambios, especialmente debido a la conversión de bosques primarios para uso de la tierra en otras actividades económicas. El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la influencia del método de preparación del área en el Sistema Tradicional (Corte y Quema) y en el Sistema Alternativo (Corte y Trituración) en la regeneración de la capoeira, en los años 2016 y 2022, y en un fragmento de bosque experimental ubicado en Igarapé-açu. Se realizaron análisis comparativos de la estructura de la vegetación de bosques secundarios originados a través de dos tratamientos de manejo. Se sugiere que el método de preparación del área CT es más adecuado para la regeneración del bosque secundario, promoviendo una mejor capacidad regenerativa, con crecimiento en altura, alcanzando valores de biomasa seca y almacenamiento de carbono similares a los observados en el área de R., considerarse una alternativa más sostenible y eficaz que la CQ.

Palabras-clave: Corte y quema, trituración, conversión de bosque, Amazonia.

INTRODUÇÃO

As florestas tropicais desempenham um papel fundamental como vastos depósitos de biodiversidade, representando um dos ecossistemas mais enigmáticos do planeta (Rezende *et al.*, 2018; Zwiener *et al.*, 2021). Apesar de sua importância, essas áreas florestais têm enfrentado alterações devido à atividade humana, resultando na diminuição da capacidade de regeneração após eventos impactantes, como incêndios e queimadas (Hobbs *et al.*, 2006; Jakovac *et al.*, 2021).

A degradação das florestas tropicais emerge como uma preocupação significativa, pois está intrinsecamente ligada à redução da complexidade estrutural. Esse declínio está relacionado com a diminuição na quantidade de sementes, de fertilidade e de microbiota do solo ao longo do tempo (Maxwell *et al.*, 2016). Contudo, a complexidade estrutural é o que torna essas florestas mais capazes de resistir e se recuperar de mudanças ambientais e perturbações no ecossistema (Ehbrecht *et al.*, 2021).

No contexto amazônico brasileiro, grande parte das alterações florestais ocorre devido a diferentes graus de uso do solo, cujas perturbações e desestruturação dos ecossistemas resultam em diferentes estágios secundários de sucessão (Lugo, 2009; Mazon; Silva; Watzlawick, 2019). O principal uso da terra na região amazônica está associado à atividade agrícola, com destaque para o cultivo de soja, que, nas últimas décadas, expandiu significativamente. Além disso, o desmatamento e as queimadas também são práticas comuns que impactam a paisagem do solo (Domingues; Bermann, 2012).

A agricultura de corte e queima, prática milenar utilizada principalmente nas regiões tropicais, é caracterizada pela derrubada de árvores e queima da vegetação para limpar áreas para o cultivo agrícola ou pastagem. Essa prática traz benefícios imediatos aos pequenos produtores, como praticidade e baixo custo (Oliveira *et al.*, 2007; Santos, 2008; Freitas *et al.*, 2013; Silva *et al.*, 2021). Contudo, repetidos eventos de corte e queima na mesma área, associados ao reduzido período de descanso do solo (pousio) entre os ciclos agrícolas, acarretam prejuízos ambientais e danos causados no solo (Juo; Manu, 1996; Kanashiro; Denich, 1998; Kato M; Kato O; Carvalho, 2006).

O uso de tecnologias alternativas à agricultura de corte e queima, como trituração da capoeira (vegetação secundária), em substituição ao uso do fogo, e introdução de leguminosas arbóreas de rápido crescimento no período de pousio, representam possibilidades de recuperação do sistema de produção agrícola familiar (Kato *et al.*, 2014).

O sistema de corte e trituração, que inclui o preparo de área sem queima, associado ao enriquecimento vegetal da capoeira, melhora as condições ambientais do sistema, pelo aumento do acúmulo de biomassa e nutrientes para uso do próximo ciclo agrícola (Brienza Júnior, 2012); as condições sociais, pela redução da penosidade do trabalho rural; e econômico, pela flexibilidade do calendário agrícola, redução de incidência de plantas espontâneas e diversificação da produção (Kato *et al.*, 2020).

A capoeira possui um importante papel na manutenção da produtividade no sistema agrícola tradicional e atua como forma de fertilizar a terra para os cultivos agrícolas subsequentes. As capoeiras contribuem para a absorção da atmosfera e o restabelecimento das funções hídricas, para a recuperação da biodiversidade; e para a redução das perdas potenciais de nutrientes pela erosão e lixiviação (Nepstad *et al.*, 2001). A depender do tipo e da intensidade de uso da capoeira, a regeneração natural da vegetação secundária poderá ter dificuldades em recuperar a biodiversidade e afetar o ciclo de nutrientes do sistema.

Uma forma de monitorar a capoeira é por meio da avaliação da estrutura de sua vegetação. A avaliação da estrutura da vegetação representa uma ferramenta crucial para a análise de seu crescimento ao longo do tempo e comparação de florestas secundárias, fornecendo informações sobre o estágio de sucessão, capacidade de produção de biomassa, identificação e determinação de prognósticos de sucessão vegetal, além de permitir a modelagem destas áreas (Mazon; Silva; Watzlawick, 2019). Os resultados dessas análises permitem realizar deduções abrangentes acerca da origem, características ecológicas, dinâmica e possíveis tendências para o desenvolvimento futuro da floresta (Moran *et al.*, 1996; Hosokawa; Moura; Cunha, 2008). Essa abordagem proporciona uma compreensão da ecologia e do potencial evolutivo das

florestas secundárias, contribuindo para estratégias de manejo e conservação do solo mais adequadas e eficazes ao cenário global e climático atual (Rodrigues, 2024).

A presente pesquisa teve como objetivo avaliar a influência do método de preparo de área no Sistema Tradicional (Corte e Queima) e no Sistema Alternativo (Corte e Trituração) na regeneração da capoeira, nos anos de 2016 e 2022, em um fragmento de floresta experimental localizado em Igarapé-açu, estado do Pará.

METODOLOGIA

O estudo foi conduzido na Fazenda Experimental de Igarapé-açu (FEIGA) da Universidade Federal Rural da Amazônia, situada entre as coordenadas geográficas de $-1^{\circ} 07' 15,5''$ S e $-47^{\circ} 36' 12,7''$ W, no município de Igarapé-açu, microrregião Bragantina no nordeste do Pará. A área faz parte de estudos de longa duração de manejo da vegetação secundária iniciado pelo Projeto SHIFT-Capoeira nos anos 2000, atualmente denominado de Tipitamba. O clima dessa região é classificado como Ami, conforme o sistema de classificação de Köppen, caracterizado como megatérmico úmido. A temperatura média anual está em torno de 26°C , a umidade relativa do ar é próxima a 85% e a precipitação anual média é de 2.500 mm. A cobertura vegetal é predominantemente ombrófila aberta. Os solos da região são classificados como Argissolo Amarelo Distrófico de textura média arenosa, de acordo com a classificação brasileira de solos (Santos *et al.*, 2018).

Os tratamentos avaliados foram: Corte e Queima (CQ), Corte e Trituração (CT) e Área de Referência (R). No ano de 2002, uma área de dois hectares de floresta secundária foi queimada para plantio de cultivos agrícolas, configurando o tratamento CQ. Subsequentes pousios e ciclos agrícolas ocorreram na área, alternando os períodos de pousios de três anos com ciclos agrícolas de um ano. Todos os preparos de área ocorridos aconteceram com corte e queima, seguindo procedimento de uso da terra realizado por agricultores (Santos, 2008; Freitas *et al.*, 2013; Silva *et al.*, 2021). No último pousio, o crescimento da vegetação ocorreu em quatro anos (2018 – 2022).

Também no ano de 2002, outra área de dois hectares foi selecionada para realizar o corte da vegetação secundária, representando o tratamento CT ou alternativo. O preparo da área ocorreu com a trituração da vegetação do pousio enriquecido com espécies leguminosas de rápido crescimento, como *Tachigali vulgaris*, *Acacia mangium* e *Inga edulis*. Os ciclos agrícolas tiveram duração de dois anos e o período de pousio de um ano nos quatro primeiros ciclos e, em seguida, alterou para três anos (2013-2016) e quatro anos de pousio (2018 – 2022). A área de referência, representada por R, foi de uma área de floresta secundária de 20 anos.

Nas áreas em que ocorreu intervenção, CQ e CT, 10 parcelas foram instaladas e distribuídas de forma sistemática para monitorar a vegetação, já na área de referência, oito parcelas foram instaladas. As parcelas possuíam dimensões de 10 metros x 10 metros. As coletas dos dados foram realizadas no mês de agosto de 2016 (pousio de 3 anos) e 2022 (pousio de 4 anos) e incluíram todos os indivíduos com diâmetro a altura do peito - $DAP \geq 2,0$ cm. As medidas tomadas em campo foram DAP (diâmetro à altura do peito) e estimativa visual da altura total (HT) dos indivíduos. Os indivíduos levantados foram identificados pelo nome científico.

A comparação florística e estrutural foi realizada através dos parâmetros: riqueza florística (S), densidade (D), densidade relativa (Dr), similaridade florística, dominância (Do), diversidade (H'), equitabilidade (E), altura (H), estimativa de biomassa seca (BS) e estoque de carbono – biomassa acima do solo (EC).

A estimativa da riqueza florística total foi calculada através do índice não paramétrico de Jackknife de primeira-ordem ($J1$), pela seguinte equação: $J1 = \frac{S0+r1(n-1)}{n}$. Para o cálculo da densidade relativa foi utilizada a equação: $Dri = \frac{ni \times 100}{N}$

Para o cálculo da dominância (DO) foi utilizada a equação $DO = \sum ABi$, sendo a área basal individual $ABi (m^2) = \frac{(diâmetro(cm))^2}{(100)^2} \times 0,7854$

Para a determinação da diversidade foi utilizado o índice de Shannon-Weaver (H'), que atribui um maior peso às espécies raras, pela seguinte equação: $H' = - \sum pi \times \ln(pi)$. Para obtenção da equitabilidade (E), que se refere à distribuição dos indivíduos dentro da

amostra, a homogeneidade da amostra ou a relação entre número de indivíduos por espécie, foi utilizada a seguinte equação: $E = \frac{H'}{H'_{\text{máx.}}}$ ($H'_{\text{máx}} = \ln(S)$).

A similaridade florística (ISs) entre os tratamentos foi calculada usando o índice de similaridade florística de Sorensen, conforme a equação: $ISs = \frac{2C}{(S1+S2)}$. Para a obtenção do valor de Sorensen em %, este foi multiplicado por 100 (LUDWIG *et al.*, 1988).

A biomassa seca foi determinada utilizando a equação alométrica proposta por Uhl, Buschbacher e Serrão (1988) para florestas secundárias, conforme equação:

$$\ln BS = -2,17 + (1,02 \times \ln DAP) + 0,39 \times \ln H.$$

Esse cálculo incorporou os valores de altura e diâmetro das árvores. O peso da biomassa seca, expresso em quilogramas, foi convertido para toneladas por hectare, dividindo o valor calculado por 1.000 e, em seguida, multiplicando pelo fator 100,0. Para estimar o estoque de carbono na biomassa acima do solo, a biomassa seca foi multiplicada pelo fator 0,45, conforme estabelecido por Higuchi *et al.* (1998).

Para a comparação das médias de alguns dos parâmetros estruturais levantados foram realizadas análises de variância (ANOVA) e teste de Tukey, ambos com probabilidade de 95% ($\alpha = 0,05$), para tal, utilizou-se o *software* Excel® 2016.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No levantamento realizado no ano de 2016, 21 famílias foram identificadas no tratamento CT, 24 famílias na área CQ e 26 famílias na área R. Em 2022, foram encontradas 13 famílias no CT, 23 famílias na área CQ e 28 famílias na área R. As principais famílias encontradas nos três tratamentos (CT, CQ e R), em cada levantamento realizado (2016 e 2022) estão na Tabela 1.

Segundo Oliva *et al.* (2018), espera-se que à medida que a sucessão secundária avança, maior será o seu grau de complexidade e diversidade florística, como ocorreu com a área de referência do estudo. No entanto, este comportamento não foi observado nas

áreas em que ocorreram o manejo da capoeira (CQ e CT), com diminuição do número de famílias encontradas. O tratamento CT diminuiu significativamente no número de famílias, de 21 (2016) para 13 (2022) (Tabela 1).

Tabela 1. Densidade (D) e Densidade relativa (Dr) das cinco principais famílias encontradas em cada um dos tratamentos avaliados nos anos de 2016 e 2022.

Ano	Família	D(Dr)	Família	D(Dr)	Família	D(Dr)
	Corte e Trituração		Corte e Queima		Referência	
2016	Fabaceae	53(17)	Myrtaceae	48(19)	Anacardiaceae	50(17)
	Salicaceae	53(17)	Lecythidaceae	38(15)	Fabaceae	42(15)
	Apocynaceae	42(13)	Annonaceae	32(13)	Lecythidaceae	31(11)
	Myrtaceae	37(12)	Hypericaceae	27(11)	Lacistemataceae	23(8)
	Hypericaceae	35(11)	Fabaceae	18(7)	Lauraceae	21(7)
	Outras 16	101(31)	Outras 19	92(36)	Outras 21	121(42)
	Total de nº famílias - 21Aa		Total de nº famílias – 24 Ab		Total de nº famílias - 26 Ab	
2022	Hypericaceae	139(47)	Myrtaceae	75(19)	Arecaceae	43(18)
	Fabaceae	78(26)	Lecythidaceae	60(15)	Lecythidaceae	35(14)
	Salicaceae	26(9)	Hypericaceae	54(14)	Anacardiaceae	30(12)
	Apocynaceae	11(4)	Annonaceae	38(10)	Fabaceae	21(9)
	Boraginaceae	10(3)	Salicaceae	37(9)	Apocynaceae	20(8)
	Outras 8	31(11)	Outras 18	135(34)	Outras 23	97(39)
	Total de nº famílias – 13 Bb		Total de nº famílias – 23 Bb		Total de nº famílias – 28 Bb	

Nota: Letras maiúsculas iguais não diferem estatisticamente entre os tratamentos no mesmo ano pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Letras minúsculas iguais não diferem estatisticamente entre os anos no mesmo tratamento pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Fonte: Autora (2023).

A diminuição da quantidade de famílias pode ser atribuída pelo domínio de determinado grupo de indivíduos, especialmente por espécies mais resistentes, com maior capacidade de regeneração, mais adaptadas e que consigam se desenvolver melhor, ocasionando a supressão de demais indivíduos do sistema (Jakovac *et al.*, 2021).

A família Fabaceae demonstrou presença constante em todos os sistemas avaliados nos levantamentos de 2016 e 2022. Esta família é frequentemente identificada como um elemento florístico predominante na Amazônia, desempenhando um papel significativo na promoção da diversidade regional e desempenho essencial na ciclagem do nitrogênio no ecossistema (Silva *et al.*, 2021). É amplamente reconhecida como uma das mais importantes em estudos fitossociológicos diversos, conforme evidenciado por Carim *et al.*, (2013), Condé e Tonini (2013), Amaral, Vieira e Almeida (2016), Dionísio *et al.* (2016) e Sousa *et al.* (2018). Além disso, a contribuição da Fabaceae é fundamental

para a recuperação ambiental e desempenha um papel crucial na manutenção dos nutrientes e da fertilidade do solo (Silva *et al.*, 2018; Santos Junior, 2020). Essa importância se torna particularmente vital em atividades voltadas para a recuperação de áreas degradadas.

Os dados de Densidade total (D), Densidades relativa (Dr) e Dominância (Do) das seis espécies mais abundantes encontradas nos três tratamentos avaliados na área de estudo, estão apresentados na Tabela 2.

Foram encontradas 44 espécies no CT no ano de 2016 e 27 espécies em 2022, uma queda de 38,6% no número de espécies, fato que também foi expresso na queda do número de famílias encontradas nesse tratamento. Em 2022, foi verificado um acréscimo considerável da quantidade levantada da espécie *Vismia guianensis* (Aubl.) Choisy, de 35 ind/ha em 2016 para 139 ind/ha em 2022, representando cerca de 47% dos indivíduos amostrados nesse tratamento. *Acacia mangium* Willd. apresentou aumento expressivo no número de indivíduos entre os dois períodos de levantamento no tratamento CT, passando de 12,7% de Dr em 2016 para 20,3% em 2022.

O corte e trituração é uma técnica que ajuda na conservação do sistema radicular e ainda gera uma camada de cobertura com a vegetação cortada, o que protege o solo e dificulta a germinação de sementes que necessitam de estímulo externo para superar dormência, o que favorece a regeneração via rebrota (Denich *et al.*, 2004). Após seguidos manejos de corte e trituração da capoeira enriquecida, é possível que espécies que possuem regeneração por rebrota tenham mais vantagens na formação da capoeira, isso inclui a *Vismia* e a *Acacia*, esta última introduzida no sistema por meio de plantio da capoeira no início da instalação do tratamento.



Tabela 2. Média de Densidade (D), Densidade relativa (Dr) e Dominância das seis espécies mais abundantes encontrados nas florestas secundárias formadas nos sistemas Corte e Trituração (CT), Corte e Queima (CQ) e a área de Referência (R), na área em estudo, nos anos de 2016 e 2022.

Espécies	Família	Nome Vulgar	D (Dr)	Do	Ano de 2016										Espécies	Família	Nome Vulgar	D (Dr)	Do
					CT					CQ									
<i>Acacia mangium</i> Willd.	Fabaceae	acácia	41 (12,7)	0,343	<i>Eugenia biflora</i> (L.) DC.	Myrtaceae	vassourinha	32 (12,5)	0,021	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	33 (11,5)	0,234	<i>Lacistema pubescens</i> Mart.	Lacistemataceae	café-do-mato, espeto-vermelho	23 (8,0)	0,058		
<i>Tabernaemontana heterophylla</i> Vahl	Apocynaceae	--	37 (11,5)	0,035															
<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Choisy	Hypericaceae	lacre	35 (10,9)	0,065															
<i>Casearia arborea</i> (Rich.) Urb.	Salicaceae	puleiro de pombo, espeto	29 (9,0)	0,027															
<i>Cecropia palmata</i> Willd.	Urticaceae	imbaíba Branca	26 (8,1)	0,126															
<i>Banara guianensis</i> Aubl.	Salicaceae	cavaqueiro o do baixo	18 (5,6)	0,016	<i>Cecropia palmata</i> Willd.	Urticaceae	imbaíba branca	17 (6,7)	0,021	<i>Ocotea longifolia</i> Kunth	21 (7,3)	0,254	<i>Couratari stellata</i> A.C.Sm.	Lecythydaceae	tauari	17 (5,9)	0,017		
Outras 38 espécies			136 (42,2)	0,116															
Total Geral (44 espécies)			322 (100)	0,728															
					<i>Eugenia biflora</i> (L.) DC.	Myrtaceae	vassourinha	32 (12,5)	0,021	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	33 (11,5)	0,234	<i>Lacistema pubescens</i> Mart.	Lacistemataceae	café-do-mato, espeto-vermelho	23 (8,0)	0,058		
					<i>Eugenia biflora</i> (L.) DC.	Myrtaceae	vassourinha	32 (12,5)	0,021	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	33 (11,5)	0,234	<i>Lacistema pubescens</i> Mart.	Lacistemataceae	café-do-mato, espeto-vermelho	23 (8,0)	0,058		
					<i>Eugenia biflora</i> (L.) DC.	Myrtaceae	vassourinha	32 (12,5)	0,021	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	33 (11,5)	0,234	<i>Lacistema pubescens</i> Mart.	Lacistemataceae	café-do-mato, espeto-vermelho	23 (8,0)	0,058		
					<i>Eugenia biflora</i> (L.) DC.	Myrtaceae	vassourinha	32 (12,5)	0,021	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	33 (11,5)	0,234	<i>Lacistema pubescens</i> Mart.	Lacistemataceae	café-do-mato, espeto-vermelho	23 (8,0)	0,058		
					<i>Eugenia biflora</i> (L.) DC.	Myrtaceae	vassourinha	32 (12,5)	0,021	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	33 (11,5)	0,234	<i>Lacistema pubescens</i> Mart.	Lacistemataceae	café-do-mato, espeto-vermelho	23 (8,0)	0,058		
					<i>Eugenia biflora</i> (L.) DC.	Myrtaceae	vassourinha	32 (12,5)	0,021	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	33 (11,5)	0,234	<i>Lacistema pubescens</i> Mart.	Lacistemataceae	café-do-mato, espeto-vermelho	23 (8,0)	0,058		
					<i>Eugenia biflora</i> (L.) DC.	Myrtaceae	vassourinha	32 (12,5)	0,021	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	33 (11,5)	0,234	<i>Lacistema pubescens</i> Mart.	Lacistemataceae	café-do-mato, espeto-vermelho	23 (8,0)	0,058		
					<i>Eugenia biflora</i> (L.) DC.	Myrtaceae	vassourinha	32 (12,5)	0,021	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	33 (11,5)	0,234	<i>Lacistema pubescens</i> Mart.	Lacistemataceae	café-do-mato, espeto-vermelho	23 (8,0)	0,058		
					<i>Eugenia biflora</i> (L.) DC.	Myrtaceae	vassourinha	32 (12,5)	0,021	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	33 (11,5)	0,234	<i>Lacistema pubescens</i> Mart.	Lacistemataceae	café-do-mato, espeto-vermelho	23 (8,0)	0,058		
					<i>Eugenia biflora</i> (L.) DC.	Myrtaceae	vassourinha	32 (12,5)	0,021	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	33 (11,5)	0,234	<i>Lacistema pubescens</i> Mart.	Lacistemataceae	café-do-mato, espeto-vermelho	23 (8,0)	0,058		
					<i>Eugenia biflora</i> (L.) DC.	Myrtaceae	vassourinha	32 (12,5)	0,021	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	33 (11,5)	0,234	<i>Lacistema pubescens</i> Mart.	Lacistemataceae	café-do-mato, espeto-vermelho	23 (8,0)	0,058		
					<i>Eugenia biflora</i> (L.) DC.	Myrtaceae	vassourinha	32 (12,5)	0,021	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	33 (11,5)	0,234	<i>Lacistema pubescens</i> Mart.	Lacistemataceae	café-do-mato, espeto-vermelho	23 (8,0)	0,058		
					<i>Eugenia biflora</i> (L.) DC.	Myrtaceae	vassourinha	32 (12,5)	0,021	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	33 (11,5)	0,234	<i>Lacistema pubescens</i> Mart.	Lacistemataceae	café-do-mato, espeto-vermelho	23 (8,0)	0,058		
					<i>Eugenia biflora</i> (L.) DC.	Myrtaceae	vassourinha	32 (12,5)	0,021	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	33 (11,5)	0,234	<i>Lacistema pubescens</i> Mart.	Lacistemataceae	café-do-mato, espeto-vermelho	23 (8,0)	0,058		
					<i>Eugenia biflora</i> (L.) DC.	Myrtaceae	vassourinha	32 (12,5)	0,021	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	33 (11,5)	0,234	<i>Lacistema pubescens</i> Mart.	Lacistemataceae	café-do-mato, espeto-vermelho	23 (8,0)	0,058		
					<i>Eugenia biflora</i> (L.) DC.	Myrtaceae	vassourinha	32 (12,5)	0,021	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	33 (11,5)	0,234	<i>Lacistema pubescens</i> Mart.	Lacistemataceae	café-do-mato, espeto-vermelho	23 (8,0)	0,058		
					<i>Eugenia biflora</i> (L.) DC.	Myrtaceae	vassourinha	32 (12,5)	0,021	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	33 (11,5)	0,234	<i>Lacistema pubescens</i> Mart.	Lacistemataceae	café-do-mato, espeto-vermelho	23 (8,0)	0,058		
					<i>Eugenia biflora</i> (L.) DC.	Myrtaceae	vassourinha	32 (12,5)	0,021	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	33 (11,5)	0,234	<i>Lacistema pubescens</i> Mart.	Lacistemataceae	café-do-mato, espeto-vermelho	23 (8,0)	0,058		
					<i>Eugenia biflora</i> (L.) DC.	Myrtaceae	vassourinha	32 (12,5)	0,021	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	33 (11,5)	0,234	<i>Lacistema pubescens</i> Mart.	Lacistemataceae	café-do-mato, espeto-vermelho	23 (8,0)	0,058		
					<i>Eugenia biflora</i> (L.) DC.	Myrtaceae	vassourinha	32 (12,5)	0,021	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	33 (11,5)	0,234	<i>Lacistema pubescens</i> Mart.	Lacistemataceae	café-do-mato, espeto-vermelho	23 (8,0)	0,058		
					<i>Eugenia biflora</i> (L.) DC.	Myrtaceae	vassourinha	32 (12,5)	0,021	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	33 (11,5)	0,234	<i>Lacistema pubescens</i> Mart.	Lacistemataceae	café-do-mato, espeto-vermelho	23 (8,0)	0,058		
					<i>Eugenia biflora</i> (L.) DC.	Myrtaceae	vassourinha	32 (12,5)	0,021	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	33 (11,5)	0,234	<i>Lacistema pubescens</i> Mart.	Lacistemataceae	café-do-mato, espeto-vermelho	23 (8,0)	0,058		
					<i>Eugenia biflora</i> (L.) DC.	Myrtaceae	vassourinha	32 (12,5)	0,021	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	33 (11,5)	0,234	<i>Lacistema pubescens</i> Mart.	Lacistemataceae	café-do-mato, espeto-vermelho	23 (8,0)	0,058		
					<i>Eugenia biflora</i> (L.) DC.	Myrtaceae	vassourinha	32 (12,5)	0,021	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	33 (11,5)	0,234	<i>Lacistema pubescens</i> Mart.	Lacistemataceae	café-do-mato, espeto-vermelho	23 (8,0)	0,058		
					<i>Eugenia biflora</i> (L.) DC.	Myrtaceae	vassourinha	32 (12,5)	0,021	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	33 (11,5)	0,234	<i>Lacistema pubescens</i> Mart.	Lacistemataceae	café-do-mato, espeto-vermelho	23 (8,0)	0,058		
					<i>Eugenia biflora</i> (L.) DC.	Myrtaceae	vassourinha	32 (12,5)	0,021	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	33 (11,5)	0,234	<i>Lacistema pubescens</i> Mart.	Lacistemataceae	café-do-mato, espeto-vermelho	23 (8,0)	0,058		
					<i>Eugenia biflora</i> (L.) DC.	Myrtaceae	vassourinha	32 (12,5)	0,021	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	33 (11,5)	0,234	<i>Lacistema pubescens</i> Mart.	Lacistemataceae	café-do-mato, espeto-vermelho	23 (8,0)	0,058		
					<i>Eugenia biflora</i> (L.) DC.	Myrtaceae	vassourinha	32 (12,5)	0,021	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	33 (11,5)	0,234	<i>Lacistema pubescens</i> Mart.	Lacistemataceae	café-do-mato, espeto-vermelho	23 (8,0)	0,058		
					<i>Eugenia biflora</i> (L.) DC.	Myrtaceae	vassourinha	32 (12,5)	0,021	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	33 (11,5)	0,234	<i>Lacistema pubescens</i> Mart.	Lacistemataceae	café-do-mato, espeto-vermelho	23 (8,0)	0,058		
					<i>Eugenia biflora</i> (L.) DC.	Myrtaceae	vassourinha	32 (12,5)	0,021	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	33 (11,5)	0,234	<i>Lacistema pubescens</i> Mart.	Lacistemataceae	café-do-mato, espeto-vermelho	23 (8,0)	0,058		
					<i>Eugenia biflora</i> (L.) DC.	Myrtaceae	vassourinha	32 (12,5)	0,021	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	33 (11,5)	0,234	<i>Lacistema pubescens</i> Mart.	Lacistemataceae	café-do-mato, espeto-vermelho	23 (8,0)	0,058		
					<i>Eugenia biflora</i> (L.) DC.	Myrtaceae	vassourinha	32 (12,5)	0,021	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	33 (11,5)	0,234	<i>Lacistema pubescens</i> Mart.	Lacistemataceae	café-do-mato, espeto-vermelho	23 (8,0)	0,058		
					<i>Eugenia biflora</i> (L.) DC.	Myrtaceae	vassourinha	32 (12,5)	0,021	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	33 (11,5)	0,234	<i>Lacistema pubescens</i> Mart.	Lacistemataceae	café-do-mato, espeto-vermelho	23 (8,0)	0,058		
					<i>Eugenia biflora</i> (L.) DC.	Myrtaceae	vassourinha	32 (12,5)	0,021	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	33 (11,5)	0,234	<i>Lacistema pubescens</i> Mart.	Lacistemataceae	café-do-mato, espeto-vermelho	23 (8,0)	0,058		
					<i>Eugenia biflora</i> (L.) DC.	Myrtaceae	vassourinha	32 (12,5)	0,021	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	33 (11,5)	0,234	<i>Lacistema pubescens</i> Mart.	Lacistemataceae	café-do-mato, espeto-vermelho	23 (8,0)	0,058		
					<i>Eugenia biflora</i> (L.) DC.	Myrtaceae	vassourinha	32 (12,5)	0,021	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	33 (11,5)	0,234	<i>Lacistema pubescens</i> Mart.	Lacistemataceae	café-do-mato, espeto-vermelho	23 (8,0)	0,058		
					<i>Eugenia biflora</i> (L.) DC.	Myrtaceae	vassourinha	32 (12,5)	0,021	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	33 (11,5)	0,234	<i>Lacistema pubescens</i> Mart.	Lacistemataceae	café-do-mato, espeto-vermelho	23 (8,0)	0,058		
					<i>Eugenia biflora</i> (L.) DC.	Myrtaceae	vassourinha	32 (12,5)	0,021	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	33 (11,5)	0,234	<i>Lacistema pubescens</i> Mart.	Lacistemataceae	café-do-mato, espeto-vermelho	23 (8,0)	0,058		
					<i>Eugenia biflora</i> (L.) DC.	Myrtaceae	vassourinha	32 (12,5)	0,021	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	33 (11,5)	0,234	<i>Lacistema pubescens</i> Mart.	Lacistemataceae	café-do-mato, espeto-vermelho	23 (8,0)	0,058		
					<i>Eugenia biflora</i> (L.) DC.	Myrtaceae	vassourinha	32 (12,5)	0,021	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	33 (11,5)	0,234	<i>Lacistema pubescens</i> Mart.	Lacistemataceae	café-do-mato, espeto-vermelho	23 (8,0)	0,058		
					<i>Eugenia biflora</i> (L.) DC.	Myrtaceae	vassourinha	32 (12,5)	0,021	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	33 (11,5)	0,234	<i>Lacistema pubescens</i> Mart.	Lacistemataceae	café-do-mato, espeto-vermelho	23 (8,0)	0,058		
					<i>Eugenia biflora</i> (L.) DC.	Myrtaceae	vassourinha												

Tabela 2 (cont.). Média de Densidade (D), Densidade relativa (Dr) e Dominância das seis espécies mais abundantes encontrados nas florestas secundárias formadas nos sistemas Corte e Trituração (CT), Corte e Queima (CQ) e a área de Referência (R), na área em estudo, nos anos de 2016 e 2022.

Ano de 2022														
CT						CQ						R		
Espécies	Família	Nome Vulgar	D (Dr)	Do	Espécies	Família	Nome Vulgar	D (Dr)	Do	Espécies	Família	Nome Vulgar	D (Dr)	Do
<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Choisy	Hypericaceae	lacre	139 (47,1)	0,215	<i>Vismia guianensis</i> (Aubl.) Choisy	Hypericaceae	lacre	54 (13,5)	0,032	<i>Astrocaryum gynacanthum</i> Mart.	Arecaceae	mumbaca	43 (17,5)	0,061
<i>Acacia mangium</i> Willd.	Fabaceae	acácia	60 (20,3)	0,602	<i>Eschweilera ovata</i> (Cambess.) Mart. ex Miers	Lecythidaceae	biriba	34 (8,5)	0,022	<i>Eschweilera coriacea</i> (DC.) S.A.Mori	Lecythidaceae	mata-matá	15 (6,1)	0,034
<i>Banara guianensis</i> Aubl.	Salicaceae	cavaqueiro do baixo	15 (5,1)	0,018	<i>Eugenia biflora</i> (L.) DC.	Myrtaceae	vassourinha	34 (8,5)	0,026	<i>Tapirira guianensis</i> Aubl.	Anacardiaceae	pau-pombo	13 (5,3)	0,277
<i>Tabernaemontana heterophylla</i> Vahl	Apocynaceae	--	9 (3,0)	0,007	<i>Myrcia cuprea</i> (O.Berg) Kiaersk.	Myrtaceae	folha-de-ouro, murтинha dourada	33 (8,3)	0,023	<i>Couratari stellata</i> A.C.Sm	Lecythidaceae	tauari	12 (4,9)	0,011
<i>Abarema jupunba</i> Britton & Killip	Fabaceae	saboeiro	8 (2,7)	0,026	<i>Banara guianensis</i> Aubl.	Salicaceae	cavaqueiro do baixo	31 (7,8)	0,017	<i>Thyrsodium spruceanu</i> Benth.	Anacardiaceae	amaparana	12 (4,9)	0,011
<i>Casearia decandra</i> Jacq.	Salicaceae	guaçatunga	8 (2,7)	0,007	<i>Annona paludosa</i> Aubl.	Annonaceae	--	22 (5,5)	0,041	<i>Abarema jupunba</i> Britton & Killip	Fabaceae	saboeiro	10 (4,1)	0,125
Outras 21 espécies			56 (18,9)	0,109	Outras 34 espécies			191 (47,9)	0,177	Outras 44 espécies			141 (57,3)	0,758
Total Geral (27 espécies)			295 (100)	0,983	Total Geral (40 espécies)			399 (100)	0,337	Total Geral (50 espécies)			246 (100)	1,277

Fonte: Autora (2023)

Em florestas secundárias formadas sem utilização do fogo pode ser encontrada uma grande quantidade de sementes na camada superficial do solo, de forma que espera-se uma rápida capacidade de rebrotamento a partir de partes vivas nos troncos remanescentes na área (Massoca *et al.*, 2012).

Tanto *Vismia* quanto *Acacia* possuem boa capacidade de rebrota (Mesquita *et al.*, 2001; Perrando; Corder, 2006), e esta condição pode ter favorecido o aumento no número de indivíduos na área triturada. Segundo Sartorelli *et al.* (2018), a *Acacia* apresenta-se como uma espécie de ampla plasticidade ambiental, podendo vegetar em diferentes solos e condições.

É comum que florestas secundárias dominadas por espécies do gênero *Vismia* apresentem sub-bosque iluminado durante boa parte do processo de sucessão com o passar dos anos, fato este que pode favorecer a continuidade e reprodução de indivíduos desse gênero, além das espécies não tolerantes a sombra (Massoca *et al.*, 2012).

O CQ apresentou 40 espécies nos dois levantamentos. Em 2016 a espécie mais abundante e dominante foi a *Eugenia biflora* L.; *Vismia guianensis* Choisy (Aubl.), a qual passou do segundo lugar para a espécie mais abundante em 2022; a *Annona paludosa* (Aubl.), mais dominante em 2016 e, em 2022, *Astrocaryum gynacanthum* Mart. assumiu esta posição. Ambas espécies são caracterizadas como pioneiras de formações secundárias em estágios iniciais de sucessão (Longhi *et al.*, 2005; Amaral *et al.*, 2009; Wirth *et al.*, 2009 e Williamson *et al.*, 2012).

Em 2016, o tratamento R apresentou 56 espécies e, em 2022, 50 espécies diferentes. A espécie mais abundante e dominante no primeiro levantamento foi a *Tapirira guianensis* Aubl., que constitui uma das espécies arbóreas típicas de florestas secundárias da Amazônia. Resultados obtidos por Carim, Schwartz e Silva (2007) em uma floresta secundária de 40 anos destaca a presença dominante de *Tapirira guianensis*. Leal *et al.* (2005) observaram que florestas secundárias de sucessão mais avançada apresentam maior número de espécie *Tapirira guianensis* em relação a capoeiras mais novas. Apesar do número de indivíduos desta espécie diminuir no segundo levantamento deste estudo, *Tapirira guianensis* ainda permanece em destaque na área de referência.

Em comparação no número de espécies entre os tratamentos, foi observada uma menor quantidade nas áreas em que ocorreu manejo da capoeira e uso do solo, CT e CQ, do que na área de referência, nos dois períodos levantados (2016 e 2022). A diferença de espécies presentes nas áreas de estudos é influenciada pela intensidade de distúrbios, natureza da vegetação remanescente e tipo de manejo. Chazdon (2003; 2008) ainda inclui a dispersão de sementes de floresta do entorno, textura do solo e disponibilidade de nutrientes como fatores que influenciam as trajetórias sucessionais da vegetação.

As fases iniciais de regeneração são dominadas por um grande número de indivíduos, porém com menor quantidade de espécies em relação com áreas de vegetação secundária mais avançadas, isso acontece em função da estratégia de colonização e condições iniciais da área em função da alta incidência de luz solar e tipo de solo. Chazdon (2012) ressalta que o uso intensivo da terra, pousios curtos e queimadas frequentes resultam na restrição da disponibilidade de semente e no estabelecimento de mudas.

No processo de sucessão florestal em áreas com supressão total de indivíduos, é possível verificar o estabelecimento de espécies do grupo ecológico das pioneiras, devido à exposição do solo e ampla incidência de luz solar para o desenvolvimento dessas espécies (Amaral *et al.*, 2009). Nesse cenário, espécies pioneiras menos adaptadas e/ou em posições desfavoráveis podem ser excluídas do sistema, fato que pode ter ocorrido na área estudada.

Em relação as áreas manejadas do estudo, foi encontrada uma maior quantidade de espécies no CQ quando comparado ao CT. Um dos motivos pode ser atribuído à quebra de dormência de determinadas sementes presentes no solo por meio do fogo utilizado no CQ, além da proximidade com a área R, o que pode ter promovido a ocorrência de espécies por meio da dispersão de sementes à longa distância e chuvas de sementes (Uhl; Clark, 1983; Rodrigues; Costa; Reis, 1990; Araujo *et al.*, 2021). O enriquecimento inicial realizado na área de CT com espécies de rápido crescimento e com boa capacidade de rebrota, como *Acacia*, e o depósito da vegetação triturada sobre o solo, podem ter influenciado a dinâmica da regeneração da área de CT.

O número de espécies encontradas no presente trabalho é inferior ao número de espécies encontradas em trabalhos similares na região do nordeste paraense, como o de Rodrigues, Miranda e Kato (2007a), no qual foram verificadas 157 espécies em tratamento similar ao CT e 162 no similar ao CQ. Na pesquisa dos referidos autores, também foi encontrada riqueza maior no CQ comparado ao CT.

Os resultados obtidos para os parâmetros de densidade e riqueza florística nos tratamentos avaliados são condizentes com a fase inicial da sucessão. Nesta etapa observa-se uma elevada quantidade de indivíduos e uma baixa diversidade de espécies, reflexo das características de vida e desenvolvimento típicas das espécies dessa fase, contando com rápida colonização da área, intensa reprodução e competição acirrada pelos recursos do ambiente, especialmente a radiação solar (Rodrigues, 2005).

Em termos gerais, as espécies pioneiras nessa fase tendem a acumular mais sementes no banco devido aos mecanismos de dispersão à longa distância e produção precoce e abundante de sementes. É importante notar que a maioria das espécies pioneiras desenvolve sementes com períodos prolongados de dormência no solo, o que as torna frequentemente dominantes em áreas tropicais (Uhl; Clark, 1983; Rodrigues; Costa; Reis, 1990; Monaco; Mesquita; Williamson, 2003; Araujo *et al.*, 2021).

A similaridade florística entre as áreas do tratamento CT e CQ, foi a relação que apresentou valores mais elevados. No ano de 2016, a similaridade foi de 38,5% (CT-CQ) e no ano de 2022 alcançou 39,31% (CT-CQ), o maior valor encontrado no presente estudo. A similaridade entre o tratamento CQ e R aumentou consideravelmente de 2016 para 2022, saindo de 17,1% para 31,2%. Por outro lado, a comparação de similaridade florística entre os tratamentos CT e R, apresentou um leve declínio (Figura 1).

A proximidade geográfica dos tratamentos pode ser um dos fatores para a elevada similaridade florística, aliados aos atuais estados de conservação e históricos de usos das mesmas, a área de Referência conservada para o estudo tende a ser hábitat para a fauna e fonte de propágulos, assim o método utilizado em cada tratamento para o desenvolvimento das vegetações estudadas, por exemplo a rebrota das vegetações que já ocorreram na área, como ocorreu durante a pesquisa de Lima e Almeida Jr. (2018) em

levantamento florístico em áreas de restingas. Ainda segundo os autores, a formação geológica parecida das áreas estudadas pode ser uma das causas da similaridade florística encontrada nestes tipos de levantamentos. O fator proximidade geográfica, atrelado ao tipo de levantamento florístico, pode ter sido fundamental para os valores de similaridade florística encontrados na pesquisa, em especial nas áreas de CT-CQ e CT-R, conforme apresentado na Figura 1.

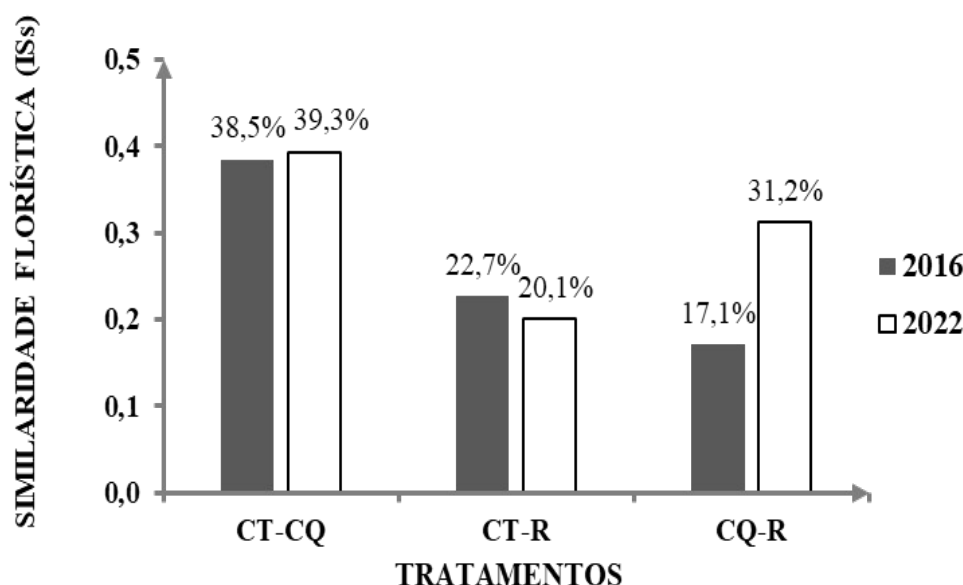


Figura 1. Resultados da Similaridade florística nos tratamentos de Corte e Trituração (CT), Corte e Queima (CQ) e a área de Referência (R) entre os anos de 2016 e 2022.

Os valores dos parâmetros diversidade florística (H') e equitabilidade (E) apresentaram queda do ano de 2016 para 2022 em todos os tratamentos avaliados (Tabela 3). A diminuição mais acentuada foi verificada na área do CT, com uma queda de 0,79 em diversidade florística e 0,21 em equitabilidade. Nos tratamentos CQ e R, as diminuições de H' e E foram mais sutis.

Os valores encontrados para o tratamento CT foram semelhantes aos encontrados por Rodrigues, Miranda e Kato, (2007b). Em estudos avaliando florestas secundárias originadas pelo mesmo tipo de sistema, os autores encontraram diversidade de 2,94 e equitabilidade de 0,66. Contudo, em relação ao CQ, os valores encontrados na presente pesquisa foram inferiores aos observados por Rodrigues, Miranda e Kato (2007b), os quais verificaram 3,32 em H' e 0,55 em E .

Devido a incorporação do fogo no manejo das áreas utilizadas no tratamento CQ, esperava-se valores menores de diversidade florística de espécies e, consequentemente, a diminuição do índice de equitabilidade, uma vez que o fogo tende a ocasionar uma redução nestes valores a longo prazo. Dessa forma, a utilização do fogo no CQ emerge como um fator relevante na diferenciação florística observada nas áreas avaliadas (Rodrigues; Miranda; Kato, 2007b).

Tabela 3. Riqueza florística, diversidade florística, equitabilidade e altura média para os três tratamentos Corte e Trituração (CT), Corte e Queima (CQ) e a área de Referência (R) nos dois anos estudados.

T	Ano	Riqueza Florística	H'	E	Altura média (m)
CT	2016	56,6	2,14 Aa	0,63 Aa	4,84 Aa
	2022	36	1,35 Aa	0,42 Aa	6,09 Ab
CQ	2016	52,6	2,06 Aa	0,66 Aa	3,29 Ba
	2022	45,4	1,98 Aa	0,55 Ba	3,92 Bb
R	2016	75,8	2,32 Bb	0,7 Aa	7,78 Ca
	2022	63,5	2,2 Bb	0,69 Ca	7,52 Ca

Nota: Letras maiúsculas iguais não diferem estatisticamente entre os tratamentos no mesmo ano pelo teste de Tukey ($P>0,05$). Letras minúsculas iguais não diferem estatisticamente entre os anos no mesmo tratamento pelo teste de Tukey ($P>0,05$).

Fonte: Autora (2023).

Com relação ao parâmetro altura, os valores apresentaram crescimento no ano de 2022, se comparados ao ano de 2016 nos tratamentos CT e CQ (Tabela 3). No tratamento R, a altura média, em 2022, apresentou valor absoluto menor, porém não diferiu estatisticamente entre os anos estudados. Esse fato pode ser explicado pelo método de obtenção da altura (estimado), assim como pela mortalidade de indivíduos e mudanças da composição da floresta secundária na área avaliada.

Os valores de altura podem ser tratados como indicadores do desenvolvimento das florestas secundárias geradas a partir de diferentes métodos de utilização do solo. Dessa forma, os valores mais próximos numericamente da área de referência foram os valores de altura encontrados no tratamento CT, o que permite a inferência de que as árvores formadas nesse tratamento estão tendo melhor desenvolvimento em altura quando comparadas ao CQ.

A quantidade de luz que chega ao sub-bosque de florestas secundárias é um fator que pode estar ligado à altura das árvores do sistema (Massoca *et al.*, 2012), uma vez que as

florestas com predominância de espécies do gênero *Vismia*, como as florestas dos tratamentos CT e CQ, possuem crescimento em diâmetro e altura mais lentos, o que facilita a entrada de luz e pode ter influenciado para o aumento do parâmetro altura nos referidos tratamentos no ano de 2022, comparado ao ano de 2016.

Biomassa seca e estoque de carbono

Os valores de biomassa seca e de estoque de carbono na biomassa acima do solo estão apresentados na Tabela 4. A área R apresenta maiores valores de biomassa e estoque de carbono em relação as áreas manejadas, CT e CQ. Apesar do valor de biomassa seca encontrado no ano de 2022 no tratamento R ($R = 4,93 \text{ t. ha}^{-1}$) ser menor do que no ano de 2016 ($R = 5,27 \text{ t. ha}^{-1}$), os valores não diferem estatisticamente entre si.

O tratamento CT apresentou maiores valores de biomassa e estoque de carbono do que no CQ, nos dois períodos levantados. Em relação ao período de avaliação, foram observados maiores valores no segundo levantamento com aumento de 22% no CT e 80% no CQ, o que pode ser atribuído ao maior tempo de pousio em ambas áreas (4 anos), em relação ao período anterior que foi de 3 anos.

Tabela 4. Biomassa seca e estoque de carbono para os três tratamentos Corte e Trituração (CT), Corte e Queima (CQ) e a área de Referência (R) nos dois anos estudados.

T	Ano	Biomassa seca (t.ha ¹)	Estoque de carbono (Mg ha ¹)
CT	2016	3,4 a	1,53
	2022	4,15 A	1,87
CQ	2016	1,4 b	0,63
	2022	2,52 B	1,13
R	2016	5,27 c	2,37
	2022	4,93 A	2,22

Nota: Letras minúsculas iguais não diferem estatisticamente entre os tratamentos no mesmo ano (2016) pelo teste de Tukey ($P > 0,05$). Letras maiúsculas iguais não diferem estatisticamente entre os anos (2022) no mesmo tratamento pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

Fonte: Autora (2023).

A análise estatística entre os tratamentos apresentou diferença significativa entre os três tratamentos no ano de 2016. Já no ano de 2022, somente o tratamento com queima obteve valores da biomassa seca e do estoque de carbono inferiores as áreas CT e R ($p\text{-valor} < 0,05$). Dessa forma, a área triturada apresentou-se semelhante a floresta

secundária, indicando que o manejo empregado na área, corte e trituração da vegetação e enriquecimento prévio com espécies de rápido crescimento, favoreceram o acúmulo de biomassa na área com valores semelhantes ao encontrado na área de mata.

Os valores de biomassa seca acima do solo encontrados no presente estudo possuem baixos valores se comparados com demais avaliações (Moran *et al.*, 2000; Barrios; Cobo, 2004; Lima *et al.*, 2007), porém semelhante ao encontrado por Rodrigues, Miranda e Kato (2007b), que utilizou a mesma equação deste estudo.

De acordo com Cordeiro *et al.* (2017), florestas secundárias jovens, com idades de até 20 anos, normalmente apresentam altas taxas de acumulação da biomassa. Contudo, não foi identificada uma taxa elevada de acumulação de biomassa em nenhuma das áreas avaliadas, nem mesmo na área de Referência (R).

De acordo com os parâmetros avaliados, o CT apresentou melhor acúmulo de biomassa no pousio para uso agrícola, uma vez que a vegetação de pousio ajuda na recuperação da fertilidade do solo e na ciclagem de nutrientes, essencial para suportar a agricultura itinerante (Rangel-Vasconcelos; Kato; Oliveira, 2017).

CONCLUSÕES

Os diferentes métodos de preparo de área influenciam o tipo e a capacidade de regeneração no período de pousio, observado tanto nos anos de 2016 e 2022.

Em termos gerais, a família Fabaceae se destacou como uma componente constante em todos os sistemas, desempenhando um papel significativo na regeneração e ciclagem de nutrientes.

A riqueza florística nas áreas de CT e CQ diminuiu de 2016 para 2022, indicando certa influência do método e da intensidade de uso do solo, com destaque da presença de espécies com maior capacidade de rebrota na área em que a vegetação foi triturada, e maior presença de espécies originárias do banco de sementes e de uma possível

migração de material propagativo de área de mata vizinha para o tratamento de corte e queima.

A similaridade florística entre CT e CQ aumentou ao longo do tempo, indicando uma convergência na composição de espécies entre esses sistemas. A análise de densidade e riqueza florística destacou espécies pioneiras, como *Vismia guianensis* e *Eugenia biflora*, como componentes significativos nos sistemas estudados.

Com a diminuição dos índices de diversidade (H') e equitabilidade (E) em 2022, sugere-se que houve uma tendência a homogeneização na distribuição de espécies.

Devido ao aumento da altura média das árvores nos dados de 2022, pode-se considerar um desenvolvimento favorável da floresta secundária, especialmente nas áreas de CT.

A análise da biomassa seca acima do solo e o estoque de carbono revelou que o tratamento CT apresentou semelhança com a área R, no segundo levantamento do estudo.

Em geral, os resultados sugerem que o método de preparo de área CT é mais adequado para a regeneração da floresta secundária, especialmente para uso em atividade agrícola, no entanto deve-se considerar o arranjo e tipo de espécie de rápido crescimento a ser introduzida no pousio para minimizar impactos na diversidade de espécies regenerantes na área ao longo dos anos.

AGRADECIMENTO

Agradecimento especial aos parobotânicos Ednaldo Augusto Pinheiro Nascimento e João Carlos Lima de Oliveira pelas identificações botânicas realizadas. À Universidade Federal Rural da Amazônia – UFRA pela oportunidade de realização da pós-graduação para obtenção de título de mestre. A empresa EMBRAPA Amazônia Oriental pela parceria com o projeto. E a CAPES pela bolsa de Iniciação Científica concedida para o desenvolvimento deste trabalho.

Copyright (©) 2025 - Lena Monteiro Costa, Tereza Thainá Monteiro do Carmo, Débora Veiga de Aragão, Osvaldo Ryohei Kato.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, Dário D. *et al.* Checklist da flora arbórea de remanescentes florestais da região metropolitana de Belém e valor histórico dos fragmentos. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Ciências Naturais*, Belém-Pará, Brasil. v. 4, n. 3, p. 231-289, 2009.
- AMARAL, Dário D.; VIEIRA, Ima Célia G.; ALMEIDA, Samuel S. Características ecológicas e estrutura da comunidade arbórea de um remanescente florestal na área de endemismo. *Revista Brasileira de Biociências*, Porto Alegre, v. 14, n. 4, p. 225-232, out./dez. 2016.
- ARAUJO, Elizane A. A. *et al.* Densidade e composição do banco de sementes do solo em ecossistema sucessional de floresta na Amazônia Oriental, Brasil. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 6, e23610615318, 2021 (CC BY 4.0). ISSN 2525-3409. DOI: 10.33448/rsd-v10i6.15318.
- BARRIOS, Edmundo; COBO, Juan G. Plant growth, biomass production and nutrient accumulation by slash/mulch agroforestry systems in tropical hillsides of Colombia. *Agroforestry Systems*, v. 60, p. 255-265, 2004.
- BRIENZA JÚNIOR, Silvio. Enriquecimento de florestas secundárias como tecnologia de produção sustentável para a agricultura familiar. *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Ciências Naturais*, Belém, v. 7, n. 3, p. 331-337, set.-dez. 2012.
- CARIM, Sâmýrams; SCHWARTZ, Gustavo; SILVA, Manoela F. F. Riqueza de espécies, estrutura e composição florística de uma floresta secundária de 40 anos no leste da Amazônia. *Acta Botanica Brasilica*, Belém, v. 21, n. 2, p. 293-308, 2007.
- CARIM, Marcelo J. V. *et al.* Composição e estrutura de floresta ombrófila densa do extremo norte do estado do Amapá, Brasil. *Biota Amazônia*, Macapá, v. 3, n. 2, p. 1-10, 2013.
- CHAZDON, Robin L. Tropical Forest Recovery: legacies of human impact and natural disturbances. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and systematics*, Department of Ecology & Evolutionary Biology, University of Connecticut, Storrs, USA, v. 6, n. 1-2, p. 51-71, 2003.
- _____. Chance and determinism in tropical forest succession. In: CARSON, Walter, P.; SCHNITZER, Stefan, A. (Eds.). *Tropical Forest community ecology*, Wiley-Blackwell Publishing, Oxford, 2008. n. 23. p. 384-408.
- _____. Regeneração de florestas tropicais. *Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências Naturais*, v. 7, n. 3, p. 195-218, 2012.
- CONDÉ, Tiago M.; TONINI, Hélio. Fitossociologia de uma floresta ombrófila densa na Amazônia Setentrional, Roraima, Brasil. *Acta Amazonica*, v. 43, n. 3, p. 247-260, 2013.
- CORDEIRO, Iracema M. C. C. *et al.* O manejo da floresta secundária na Amazônia oriental. *Nordeste Paraense: Panorama geral e uso sustentável das florestas secundárias-EDUFRA*, Belém-PA, n. 5. p. 163-190. 2017.
- DENICH, Manfred *et al.* Mechanized land preparation in forest based fallow systems: the experience from Eastern Amazônia. *Agroforestry Systems*, v. 61, n. 62, p. 91-106, 2004.
- DIONÍSIO, Luiz F. S. *et al.* Importância fitossociológica de um fragmento de floresta ombrófila densa no estado de Roraima, Brasil. *Revista Agro@mbiente*, v. 10, n. 3, p. 243-252, 2016.

- DOMINGUES, Mariana S.; BERMANN, Célio. O arco de desflorestamento na Amazônia: da pecuária à soja. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 15, n. 2, p. 1-22, mai.-ago. 2012.
- EBBRECHT, Martin *et al.* Global patterns and climatic controls of forest structural complexity. **Nature Communications**, v. 12, n. 1, p. 1-12. 2021.
- FREITAS, João L. *et al.* Comparação e análise de sistemas de uso da terra de agricultores familiares na Amazônia. **Biota Amazônia**, (ISSN 2179-5746) Macapá, v. 3, n. 1, p. 100-108, 2013.
- HOBBS, Richard J. *et al.* Novel ecosystems: theoretical and management aspects of the new ecological world order. **Global Ecology and Biogeography**, v. 15, n. 1, p. 1-7. 2006.
- HIGUCHI, Niro *et al.* Biomassa da parte aérea da vegetação da floresta tropical úmida de terra-firme da Amazônia brasileira. **Acta Amazonica**, v. 28, p. 153-166. 1998.
- HOSOKAWA, Roberto T.; MOURA, José B.; CUNHA, Ulisses S. **Introdução ao manejo e economia de florestas**. Curitiba: UFPR, 2008. 164p.
- JAKOVAC, Catarina, C. *et al.* The role of land-use history in driving successional pathways and its implications for the restoration of tropical forests. **Biological Reviews**, v. 96, n. 4, p. 1114-1134, 2021.
- JUO, Anthony S. R.; MANU, Andrew. Chemical dynamics in slash-and-burn agriculture. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 58, p. 49-60, 1996.
- KANASHIRO, Milton.; DENICH, Manfred. **Possibilidades de utilização e manejo adequado de áreas alteradas e abandonadas na Amazônia brasileira**. Brasília, MCT/CNPq, 1998. 157p.
- KATO, Maria S. A.; KATO, Osvaldo R.; CARVALHO, Cláudio J. R. Aspectos agrotécnicos do preparo de área sem uso do fogo na produção agrícola. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 6., 2006, Campos dos Goitacazes. **Anais...** Campos dos Goitacazes: UENF/SBSAF, 2006. p. 4-19.
- KATO, Osvaldo R. *et al.* Agricultura sem queima: uma proposta de recuperação de áreas degradadas com sistemas agroflorestais sequenciais. In: LEITE, Luiz Fernando C.; MACIEL, Giovana A.; ARAÚJO, Ademir Sérgio F. (Ed.). **Agricultura Conservacionista no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa. 2014. p. 189-216.
- _____. **Projeto Tipitamba** – Transformando paisagens e compartilhando conhecimento na Amazônia. CEPAL. 2020.
- LEAL, Eliane C. *et al.* **Regeneração de Floresta em uma Paisagem Agrícola do Leste do Pará**. In: VII Congresso de Ecologia do Brasil, 2005, Caxambu-MG, v. 1, 2005.
- LIMA, Adriano J. N. *et al.* Análise da estrutura e do estoque de fitomassa de uma floresta secundária da região de Manaus AM, dez anos após corte raso seguido de fogo. **Acta Amazonica**, v. 37, n. 1, p. 49-54. 2007.
- LIMA, Gustavo P.; ALMEIDA, Eduardo B. de. Diversidade e similaridade florística de uma restinga ecotonal no Maranhão, Nordeste do Brasil. **Interciência**, v. 43, n. 4, p. 275-282, 2018.
- LONGHI, Soil J. *et al.* Banco de Sementes do solo em três fases sucessionais de uma Floresta Estacional Decidua em Santa Tereza, RS. **Ciência Florestal**, v. 15, n. 9, p. 359-370, 2005.
- LUGO, Ariel E. The emerging era of novel tropical forests. **Biotropica**, v. 41, n. 5, p. 589-591, 2009.
- MASSOCA, Paulo E. S. *et al.* Dinâmica e trajetórias da sucessão secundária na Amazônia central. Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. **Ciências Naturais**, Belém, v. 7, n. 3, p. 235-250, set.-dez. 2012.
- MAXWELL, Sean L. *et al.* Biodiversity: The ravages of guns, nets and bulldozers. **Nature**, v. 536, n. 7615, p. 143-145. 2016.
- MAZON, Joelmir A.; SILVA, Richeliel Albert R.; WATZLAWICK, Luciano F. Estrutura e composição da regeneração natural em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista secundária. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo, v. 39, e201801698, p. 1-16, 2019.

- MESQUITA, Rita C. G. *et al.* Alternative successional pathways in the Amazon Basin. **Journal of Ecology**, v. 89, n. 4, p. 528-537, 2001.
- MONACO, Luciana M.; MESQUITA, Rita C. G.; WILLIAMSON, G. Bruce. Banco de sementes de uma floresta secundária amazônica dominada por *Vismia*. **Acta Amazonica**, v. 33, n. 1, p. 41-52, Jan-Mar. 2003.
- MORAN, Emilio F. *et al.* Restoration of vegetation cover in the eastern Amazon. **Ecological Economics**, v. 18, p. 41-54, 1996.
- _____. Strategies for Amazonian forest restoration: evidence for afforestation in five regions of the Brazilian Amazon. In: HALL, A. (Ed.). **Amazonia at the crossroads: the challenge of sustainable development**. London: Institute for Latin American Studies, University of London., 2000. p.129-149.
- NEPSTAD, Daniel *et al.* Road paving, fire regime feedbacks, and the future of Amazon forests. **Forest Ecology and Management**, n. 154, p. 395-407, 2001.
- OLIVA, Elaine Vivian *et al.* Florística e estrutura de duas comunidades arbóreas secundárias com diferentes graus de distúrbio em processo de recuperação. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 28, n. 3, p. 1088-1103, jul-set., 2018.
- OLIVEIRA, José S. R. *et al.* Agricultura familiar e safs: produção com conservação na Amazônia Oriental, nordeste paraense. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO, Agricultura familiar, políticas públicas e inclusão social. **Anais...** Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical. 2007.
- PERRANDO, Edison R.; CORDER, Maisa P. M. Rebrotas de cepas de *Acacia mearnsii* em diferentes idades, épocas do ano e alturas de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 4, p. 555-562, abr. 2006.
- RANGEL-VASCONCELOS, Livia G. T.; KATO, Osvaldo R.; OLIVEIRA, Francisco A. Floresta secundária como pousio em sistemas agroflorestais sequenciais na Amazônia. In: CORDEIRO, Iracema *et al.* (Eds). **Nordeste Paraense: panorama geral e uso sustentável das florestas secundárias**, Belém: EDUFRA. v. 6, 2017. p. 191-208.
- REZENDE, Camila L. *et al.* From hotspot to hopespot: An opportunity for the Brazilian Atlantic Forest. **Perspectives in Ecology and Conservation**, v. 16, n. 4, p. 208-214. 2018.
- RODRIGUES, Fatima C. M.; COSTA, Luiz G. S.; REIS, Alice. Estratégias de estabelecimento de espécies arbóreas e o manejo de florestas tropicais. In: 66º CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, Campos do Jordão. Sociedade Brasileira de Silvicultura (SBS) e Sociedade Brasileira de Engenheiros Florestais (SBEF), **Anais...** Campos do Jordão, 1990. p. 676-684.
- RODRIGUES, Mauro, A. C. de M. **Comparação da Estrutura de Florestas Secundárias Formadas a Partir de dois Diferentes Sistemas Agrícolas no Nordeste do Estado do Pará, Brasil**. 2005. 72f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal Rural da Amazônia, 2005.
- RODRIGUES, Mauro A. C. de M.; MIRANDA, Izildinha S.; KATO, Maria S. A. Estrutura de florestas secundárias após dois diferentes sistemas agrícolas no nordeste do estado do Pará, Amazônia Oriental. **Acta Amazonica**, v. 37, n. 4, p. 591-598, 2007a.
- _____. Flora e estrutura da vegetação secundária após o uso de diferentes trituradores florestais. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 42, n. 4, p. 459-465, abr. 2007b.
- RODRIGUES, Julia Isabella M. **Agricultura itinerante e manejo de recursos: impactos para uma floresta secundária tropical**. 2024. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2024.
- SANTOS, Jair C. **Sustentabilidade socioeconômica e ambiental de sistemas de uso da terra da agricultura familiar no estado do Acre**. 2008. 182f. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2008.
- SANTOS, Humberto G. *et al.* **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília-DF: Embrapa, 2018. n. 5, 356p.

- SANTOS JUNIOR, Hélio B. **Fitossociologia e propriedades físicas da liteira em ecossistema sucessional de floresta alterada na Amazônia Oriental**. 2020. 58f. Dissertação (Mestrado em ciências florestais) – Universidade Federal Rural da Amazônia, 2020.
- SARTORELLI, Paolo A. R. *et al.* **Guia de plantas não desejáveis na restauração florestal**. São Paulo: Agroicone, 2018. 70p.
- SILVA, Jacqueline J. N. *et al.* Nitrogen Cycling in Tropical Forests and Eucalyptus Plantations in Brazil in the Anthropocene. **Revista Virtual de Química**, v. 10, n. 6, p. 1792–1808, 2018.
- SILVA, Alasse O. *et al.* Da tradição a técnica: perspectivas e realidades da agricultura de derruba e queima na Amazônia. **Research, Society and Development**. v. 10, n. 1, e38310111799-e38310111799, 2021.
- SOUSA, Carla S. C. *et al.* Diversidade e similaridade florística em áreas sob influência de uma usina hidrelétrica na Amazônia. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente-RAMA**, v. 11, n. 4, p. 1195-1216, 2018.
- UHL, Christopher; CLARK, Kathleen. Seed ecology of selected Amazon Basin successional species. **Botanical Gazette**, v. 144, p. 419-425, 1983.
- UHL, Christian; BUSCHBACHER, Robert; SERRAO, Emmanuel A.S. Abandoned pastures in eastern Amazonia. **Journal of Ecology**, v.76, p.663-668, 1988.
- WILLIAMSON, G. Bruce *et al.* Convergence and divergence in alternative successional pathways in Central Amazonia. **Plant Ecology e Diversity**, v. 7, p. 341-348, 2012.
- WIRTH, Christian *et al.* **Old-growth Forest definitions: a pragmatic view**. In: WIRTH, Christian.; GLEIXNER, Gerd.; HEIMANN, Martin. **Oldgrowth forests: function, fate and value**. Springer, New York. Ed. 207, 2009. p. 11-33.
- ZWIENER, Victor P. *et al.* Tree Diversity in the Brazilian Atlantic Forest: Biases and General Patterns Using Different Sources of Information. In: **The Atlantic Forest**, 2021. p. 115–131.