

Efeitos do incêndio florestal sobre a vegetação na Floresta Nacional do Tapajós

As florestas públicas de uso sustentável permitem o manejo florestal, por meio de técnicas que visam causar o menor dano à vegetação remanescente e ao solo, porém, ainda assim ocorrem aberturas de clareiras de diferentes tamanhos que aumentam a incidência da radiação solar, secando mais rapidamente os resíduos da colheita, tornando a floresta mais suscetíveis aos incêndios. O objetivo deste trabalho foi analisar, por meio do monitoramento de 20 parcelas permanentes, a estrutura do estrato arbóreo e da regeneração natural, composta por arvoretas, varas e mudas, antes e após a ocorrência de incêndio florestal em área manejada na Floresta Nacional do Tapajós. Pode-se verificar que mais de 80% dos indivíduos tiveram contato com o fogo, e que destes 28% morreram em decorrência das chamas. O maior risco de incêndio encontra-se no município de Belterra. Na composição florística foi verificado o ingresso das famílias Caryocaraceae, Polygonaceae e Solanaceae somente após a ocorrência do incêndio. A floresta após o incêndio, manteve-se com a diversidade compatível com a de florestas tropicais, mesmo com o número de clareiras tendo aumentado significativamente. Pôde-se constatar que o diâmetro é um fator de grande relevância para sobrevivência dos indivíduos. Na dinâmica florestal, as árvores, arvoretas e varas tiveram a taxa de mortalidade superior a taxa de recrutamento, sendo que as espécies que mais morreram foram as consideradas de madeira leve e as espécies resinosas.

Palavras-chave: Dinâmica florestal; Estrutura Florestal; Manejo Florestal.

Effects of forestry fire on vegetation in the National Forest of Tapajos

Public forests allow low-impact forest management, through techniques that aim to cause the least damage to the remaining vegetation and soil, but there are still openings of gaps of different sizes that increase the incidence of solar radiation, drying the from the harvest, making the forest more susceptible to fires. Thus, the objective of this work was to analyze, by means of the monitoring of permanent plots, the structure of the arboreal stratum and the natural regeneration, composed by small tree, sticks and seedlings, before and after the occurrence of forest fire in a managed area in the National Forest of Tapajos. With this, it can be verified that more than 80% of the individuals had contact with the fire, and that of these 28% died as results of the flames. The highest risk of fire is in the municipality of Belterra. In the floristic composition, the families Caryocaraceae, Polygonaceae and Solanaceae were only admitted after the fire occurred. The forest, even after the fire, has maintained its diversity compatible with that of tropical forests, even though the number of clearings has increased significantly. It was possible to verify that the diameter is a factor of great relevance for the survival of the individuals. In the forest dynamics, the trees, trees and sticks had the mortality rate higher than the recruitment rate, being that the species that died the most were considered of light wood and the resinous species. Only nine species present a probable resistance to fire, indicating low resistance of the tropical forest species to fire.

Keywords: Forest dynamics; Forest Structure; Forest management.

Topic: **Desenvolvimento, Sustentabilidade e Meio Ambiente**

Received: **10/08/2018**

Approved: **24/09/2018**

Reviewed anonymously in the process of blind peer.

Milla Graziely Silveira dos Santos 

Universidade Federal do Oeste do Pará, Brasil

<http://lattes.cnpq.br/7054586606812624>

<http://orcid.org/0000-0002-4235-0282>

millagsilveira@gmail.com

Lia de Oliveira Melo 

Universidade Federal do Oeste do Pará, Brasil

<http://lattes.cnpq.br/7141186898784095>

<http://orcid.org/0000-0002-5354-7742>

lcolivei@gmail.com

Maria Soliane Sousa Costa 

Universidade Federal do Oeste do Pará, Brasil

<http://lattes.cnpq.br/3451211902811033>

<http://orcid.org/0000-0003-1722-5604>

solianesc.m@gmail.com



DOI: 10.6008/CBPC2179-6858.2018.007.0019

Referencing this:

SANTOS, M. G. S.; MELO, L. O.; COSTA, M. S. S.. Efeitos do incêndio florestal sobre a vegetação na Floresta Nacional do Tapajós. **Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais**, v.9, n.7, p.211-223, 2018. DOI: <http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2018.007.0019>

INTRODUÇÃO

As florestas públicas de uso sustentável permitem a intervenção humana para fins de manejo florestal sob impacto reduzido. Essa prática propõe o estabelecimento de atividades que visam promover o uso adequado e racional da floresta para a obtenção de produtos florestais madeireiros e não madeireiros visando a geração de desenvolvimento econômico principalmente local e regional.

Na região oeste do Pará, município de Belterra, está instalada a Cooperativa Mista da Flona Tapajós, que desde 2005 realiza na Floresta Nacional do Tapajós o manejo florestal comunitário em caráter empresarial e de baixo impacto. A empresa conta atualmente com 210 cooperados, além de algumas parcerias técnicas como a firmada com a Universidade Federal do Oeste do Pará e com a EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária).

A extração de madeira com impacto reduzido (EIR) utiliza técnicas que visam causar o menor dano à vegetação remanescente e ao solo, porém, ainda assim ocorrem aberturas de clareiras de diferentes tamanhos que aumentam a incidência da radiação solar, secando mais rapidamente os resíduos da colheita, tornando a floresta mais suscetível aos incêndios. Holdsworth et al. (1998) declararam que “a colheita de madeira transforma florestas primárias imunes ao fogo em floresta suscetível a incêndios, pois a carga de material combustível após a extração é três vezes maior que floresta não explorada”.

Aliado a isso, 2015 foi um ano atípico, devido às grandes secas que assolaram o país, e um dos principais motivos desta anormalidade foi a ocorrência do fenômeno El Niño, caracterizado por um aquecimento anormal das águas superficiais no oceano Pacífico Tropical, e que pode afetar o clima regional e global, mudando os padrões de vento a nível mundial, modificando assim, os regimes de chuva em regiões tropicais e de latitudes médias (POVEDA, 1996).

A maior preocupação com o fenômeno El Niño é o aumento drástico das secas, ocasionando maior número de focos de calor, “provocando maior susceptibilidade aos incêndios florestais que são importantes causadores de danos às florestas” (BATISTA, 2013). “Na vegetação florestal, as consequências dos incêndios podem ser notadas na alteração da estrutura, com reflexos na composição florística” (CASTELLANI et al., 1993). Na regeneração natural, os efeitos são ainda maiores por se tratar de uma classe que pertence ao sub-bosque constituindo um manto contínuo de vegetação, com elevada combustibilidade, portanto mais suscetível aos impactos do incêndio. Por isto, tem-se a importância de avaliar o desenvolvimento da floresta através de estudos de estrutura e dinâmica, além de avaliar os danos causados pelo incêndio em uma floresta anteriormente manejada.

A FLONA-Tapajós, no período que compreende de novembro de 2015 ao final de fevereiro de 2016, teve muitos relatos de focos de incêndios. Em uma reportagem ao G1, o analista ambiental do ICMBio, Paulo Sérgio Spinola, afirmou que a maior parte das queimadas surge quando moradores queimam roças e pastos para a criação de gado. Quatro meses após os acontecimentos, se iniciaram as medições da vegetação em campo, gerando uma estimativa muito aproximada dos verdadeiros impactos causados pelos incêndios.

O objetivo deste trabalho foi analisar, por meio do monitoramento de parcelas permanentes, a estrutura do estrato arbóreo ($DAP > 10$ cm) e da regeneração natural, composta por arvoretas ($5,0$ cm $< DAP < 10,0$ cm), varas ($2,5$ cm $< DAP < 5,0$ cm) e mudas (altura > 30 cm), antes e após a ocorrência de incêndio florestal em área manejada na Floresta Nacional do Tapajós visando responder a seguinte questão: Quais os impactos na estrutura e dinâmica da vegetação após ser atingida por incêndio florestal?

MATERIAIS E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

“A Floresta Nacional do Tapajós, localizada entre os paralelos de $2^{\circ} 45'$ e $4^{\circ} 10'$ de latitude sul e entre os meridianos de $54^{\circ} 45'$ e $55^{\circ} 30'$ de longitude oeste” (ESPÍRITO-SANTO, 2005), “possui aproximadamente 600.000 ha em extensão total, fazendo parte dos municípios de Rurópolis, Placas, Aveiro e Belterra” (IBAMA, 2004). “A FLONA-Tapajós, tem sua cobertura florestal predominantemente nativa, é considerada uma unidade de uso sustentável, com objetivo básico de compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável de parcela de seus recursos naturais” (BRASIL, 2000). A área experimental localiza-se no município de Belterra, estado do Pará, nas áreas que vem sendo manejadas pela Cooperativa Mista da Flona Tapajós, a altura do km 83 da BR-163 (Figura 1).

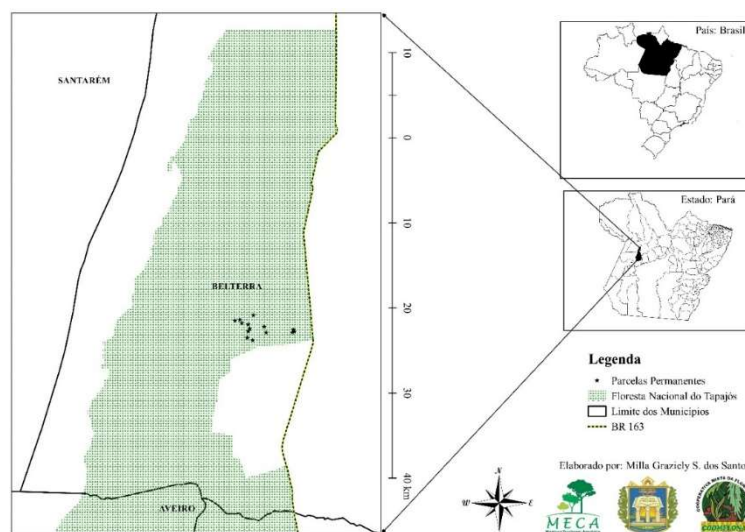


Figura 1: Mapa de localização das parcelas permanentes instaladas na Floresta Nacional do Tapajós.

“O solo predominante é o Latossolo amarelo distrófico com textura argilosa” (ESPÍRITO-SANTO, 2005). “A Vegetação é classificada como floresta ombrófila densa com baixo platô, apresentando árvores emergentes e cobertura arbórea uniforme” (IBAMA, 2004). O clima da região classificado por Köppen (1948), é do tipo Ami (quente e úmido), com temperatura média anual de $25,5$ °C. “A concentração de chuvas ocorre entre janeiro e maio, com precipitação média anual de 1.820 mm” (ANDRADE, 2015).

Coleta de dados

Estrutura da floresta

Foram selecionadas 20 parcelas permanentes (PP) de 50m x 50m, distribuídas em duas Unidades de Produção Anual (UPAs) que vinham sendo monitoradas, e que foram afetadas pelos incêndios florestais ocorridos na FLONA-Tapajós no fim do ano de 2015. Para fins de facilitar o levantamento e medição dos indivíduos, as parcelas foram esquadrejadas em 25 subparcelas, onde foram medidas todas as árvores (DAP \geq 10 cm), e destas foram selecionadas de modo aleatório 5 subparcelas para medição e monitoramento da regeneração natural: arvoretas (5,0 cm < DAP < 10,0 cm), varas (2,5 cm \leq DAP < 5,0 cm) e mudas (altura > 30 cm e DAP < 2,5cm). A Figura 2 a seguir mostra de forma esquemática uma PP, proposto por Silva et al. (2005) e suas respectivas dimensões.

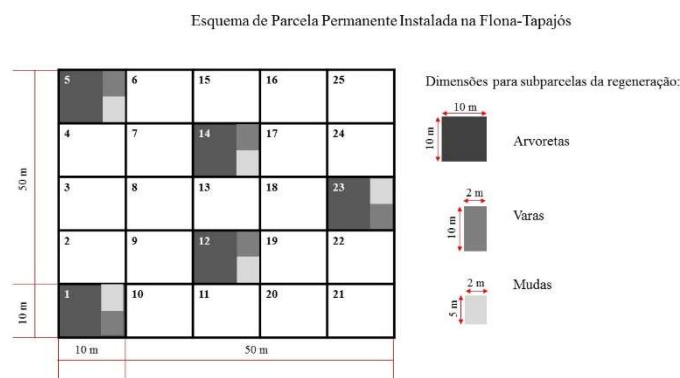


Figura 2: Modelo de parcela permanente de monitoramento de 0,25 ha (com modificações).

Todas as parcelas foram instaladas e medidas antes do incêndio florestal e alguns meses após a ocorrência do mesmo (Tabela 1). A instalação das parcelas, medições e monitoramento foram realizadas com base nas diretrizes de Silva et al. (2005), com adaptações nas dimensões das parcelas permanentes da regeneração natural.

Tabela 1: Situação das parcelas permanentes que sofreram incêndio florestal, instaladas na Floresta Nacional do Tapajós, município de Belterra, 2016.

UPA	Km	Área	N° parcelas	Exploração	Medições	Situação
5	83	1000 ha	10	2010	Julho/11	Antes do Incêndio Florestal (AI)
					Junho/16	Após incêndio florestal (DI)
6	83	1000 ha	10	2011	Julho/13	Antes do Incêndio Florestal (AI)
					Novembro/16	Após incêndio florestal (DI)

Para a delimitação das parcelas e subparcelas foi utilizado piquetes de madeira de longa durabilidade, marcados com tinta óleo vermelha para facilitar a visualização possibilitando uma melhor localização das parcelas em campo. Todas as árvores, arvoretas e varas receberam plaquetas de alumínio contendo um número de identificação e tiveram seu ponto de medição de CAP (circunferência a altura do peito) marcado com tinta óleo vermelha para diminuir o erro nas medições subsequentes.

Para cada indivíduo ocorrente na classe de árvore, arvoretas e vara, foi identificada a espécie (nome vulgar fornecido por um identificador parabolítico), mensurado o CAP com precisão milimétrica a 1,30 do solo e foi verificado o estado em que as árvores eram encontradas na floresta (se vivas completas, sem copa, caídas, mortas, etc.). Para classe de mudas foi realizada apenas identificação da espécie e a contagem das plantas presentes.

Em cada subparcela (10m x 10m) foi verificada a situação do desenvolvimento da floresta, classificada em: Floresta Madura, onde a subparcela apresenta pelo menos uma árvore com diâmetro igual ou maior que 40 cm; Floresta em Construção, onde a subparcela apresenta pelo menos uma árvore com diâmetro igual ou maior que 10 cm e menor que 40 cm; e Clareira onde há uma abertura no dossel, de pelo menos 50% da área da subparcela.

Análise de dados

Para análise da diversidade das espécies, foram calculados os índices de diversidade de Shannon-Weaver (H') a cada período de medição, e para comparar foram aplicados testes estatísticos para cada classe de tamanho, sendo T - pareado para classes de tamanho que foram considerados paramétricas e o teste de Wilcoxon – Pareado para as classes onde não foi obtido a normalidade dos valores.

Os dados foram digitados e corrigidos no programa MFT (Monitoramento de Florestas Tropicais), software desenvolvido pela Embrapa Amazônia Oriental (2008) para estudos em inventários florestais contínuos. O teste de médias foi realizado a partir do software ActionStat 3.1 para verificar a diferença entre os períodos de monitoramento para o índice de Shannon-Weaver e para as fases de desenvolvimento da floresta. Os mapas foram gerados a partir do software Qgis 2.14.1.

Análises gerais sobre os impactos do fogo

Foi realizado a classificação subjetiva da espessura da casca das árvores que foram mortas pelo incêndio em casca grossa e casca fina. A intensidade do fogo foi estimada por meio de sua relação com o comprimento médio das chamas. Para tanto foi realizado a medição da altura alcançada pelas chamas na casca da árvore (parte carbonizada), os dados da altura foram aplicados na equação de Byram (1959) expressa a seguir.

$$I=63,05*hc^{2,17}$$

Sendo:

I = intensidade do fogo em kcal/m.s⁻¹

Hc = comprimento das chamas em m

Foi realizado um levantamento de focos de calor ocorrentes na Flona-Tapajós no período entre Novembro de 2015 e Fevereiro de 2016 através do sítio bdqueimadas do INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. E os mapas foram gerados a partir do software de processamentos de imagens georreferenciadas, Quantum Gis 2.14.1 (2017).

RESULTADOS

Impactos do fogo

Na última medição, realizada após o incêndio florestal, foram amostrados 2.206 indivíduos arbóreos, destes 1.923 indivíduos tiveram o contato com o fogo (87,2%), 254 não tiveram contato com o fogo (11,5%) e 29 indivíduos não foram avaliados porque não foram encontrados. Dentre os indivíduos que tiveram contato com o fogo, 547 morreram em consequência das chamas (28,4%), representando mortalidade de

109,4 indivíduos/ha. A altura média das chamas foi de 70,84 cm, com desvio padrão de 57,52 cm. A intensidade das chamas foi em média 29,84 kcal/ms. A partir das informações sobre a espessura da casca pode-se verificar que 73% dos indivíduos mortos tinham a casca fina e 27% tinham a casca grossa.

Identificação dos focos de calor

O monitoramento orbital de queimadas registrou, entre os meses de novembro de 2015 a fevereiro de 2016, focos de calor em toda a Floresta Nacional do Tapajós, totalizando 263 focos distribuídos nos 6 municípios que compreende a unidade de conservação. A seguir pode-se visualizar o mapa de densidade de focos de calor (Figura 3), sendo que as áreas na cor vermelha são as que apresentam os maiores índices de focos.

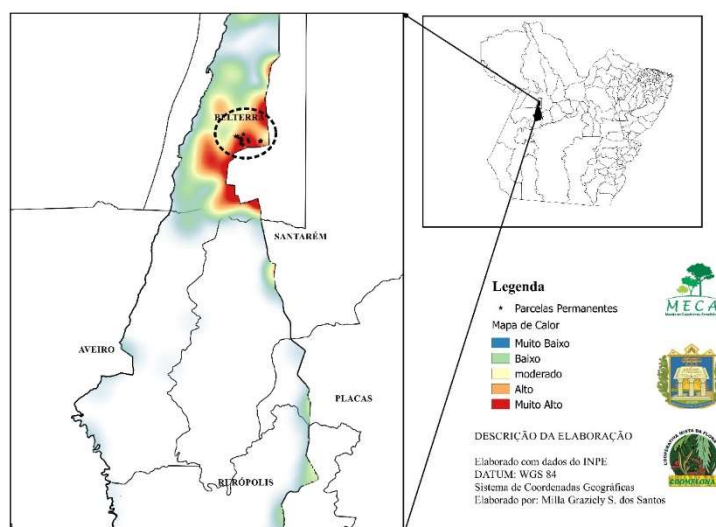


Figura 3: Focos de calor detectados na Floresta Nacional do Tapajós no período de Novembro de 2016 a Fevereiro de 2017.

A partir da análise geral da Figura 3 percebe-se que a maior parte dos focos está concentrada nas áreas próximas ao município de Belterra, locais estes, que concentram o maior contingente de pessoas, sendo alguns agricultores que utilizam a queima para realizar a limpeza da área de cultivo. No plano de manejo da Flona-Tapajós (IBAMA, 2004) já havia sido detectado que o uso de queimadas era prática comum entre a população tradicional, pecuaristas e lavoureiros que ocupavam o entorno da unidade de conservação.

Composição Florística

Em termos gerais, não foram verificadas grandes variações na composição florística pelo efeito do incêndio (Tabela 2). A floresta perdeu algumas espécies e famílias, porém ocorreu o ingresso de novos exemplares. As famílias Caryocaraceae, Polygonaceae, Solanaceae, encontradas na classe de mudas, só surgiram após a ocorrência do incêndio, fato que pode ser justificado devido suas sementes germinarem com estímulo de altas temperaturas. Nos trabalhos de Gonçalves (2013) e Campos Filho (2012), as sementes das espécies que pertencem à família Caryocaraceae foram submetidas a tratamentos térmicos (em torno de 50°C) para auxiliar na germinação. As outras duas famílias possuem hábitos geralmente arbustivos e são consideradas pioneiras, ou seja, além de possuírem um ciclo de vida curto, necessitam de sol para

crescimento e estabelecimento no ambiente. O índice de Shannon-Weaver demonstrou que o incêndio afetou a diversidade florística da comunidade arbórea e da regeneração natural, que compreende as arvoretas, varas e mudas, provocando a redução significativa em seus valores (Tabela 3).

Tabela 2: Distribuição quantitativa das espécies, gêneros e famílias botânicas identificadas na Floresta Nacional do Tapajós.

Composição Florística			
Medição	Família	Gênero	Espécie
AI	49	127	114
DI	50	125	111

AI: antes do incêndio florestal; DI: depois do incêndio florestal

Tabela 3: Diversidade florística de espécies em duas medições realizadas na Floresta Nacional do Tapajós.

Diversidade Florística				
Classe de Tamanho	Antes do Incêndio	Após o Incêndio	P-valor	Teste
Árvore	3,639 a	3,435 b	= 0,003	T - pareado
Arvoreta	2,724 a	2,195 b	= 0,002	Wilcoxon - Pareado
Vara	1,934 a	1,075 b	= 0,001	T - pareado
Muda Contada	2,766 a	2,305 b	< 0,001	T - pareado

Médias seguidas pela mesma letra, no sentido horizontal, não apresentam diferença significativa.

Fases de desenvolvimento da Floresta

A Figura 4 a seguir demonstra a dinâmica sucessional das classes de floresta nos três períodos de medições. Na primeira medição, antes da ocorrência do fogo, haviam 11% de clareiras, já na medição após o incêndio esse número aumentou para 32%, indicando que a passagem do fogo pela área contribuiu significativamente ($p < 0,0001$) para esse aumento. Observa-se assim, uma redução das fases de floresta madura e em construção e o aumento na fase de clareiras quando se compara a floresta original com a avaliação, após a ocorrência do incêndio florestal.

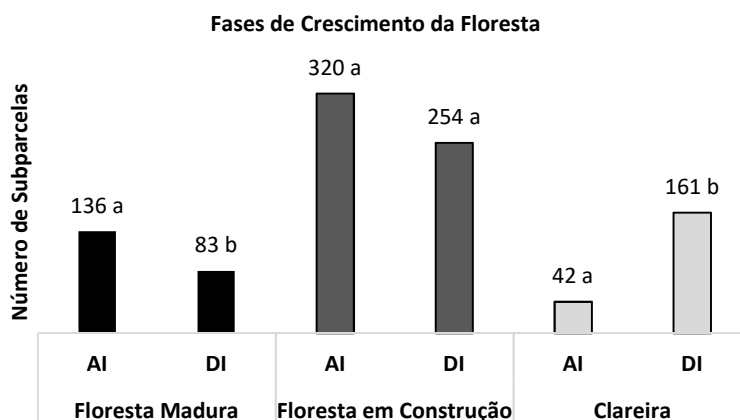


Figura 4: Mosaico sucessional das parcelas permanentes instaladas na Floresta Nacional do Tapajós. **Legenda:** AI: antes do incêndio florestal; DI: depois do incêndio florestal. Medições seguidas pela mesma letra não apresenta diferença significativa

Distribuição Diamétrica

O resultado obtido na distribuição diamétrica do estrato adulto (Figura 5) foi o esperado para florestas inequidistantes, pois apresentou o padrão de 'Jota invertido', demonstrando um decréscimo acentuado na frequência dos indivíduos conforme aumenta de classe.

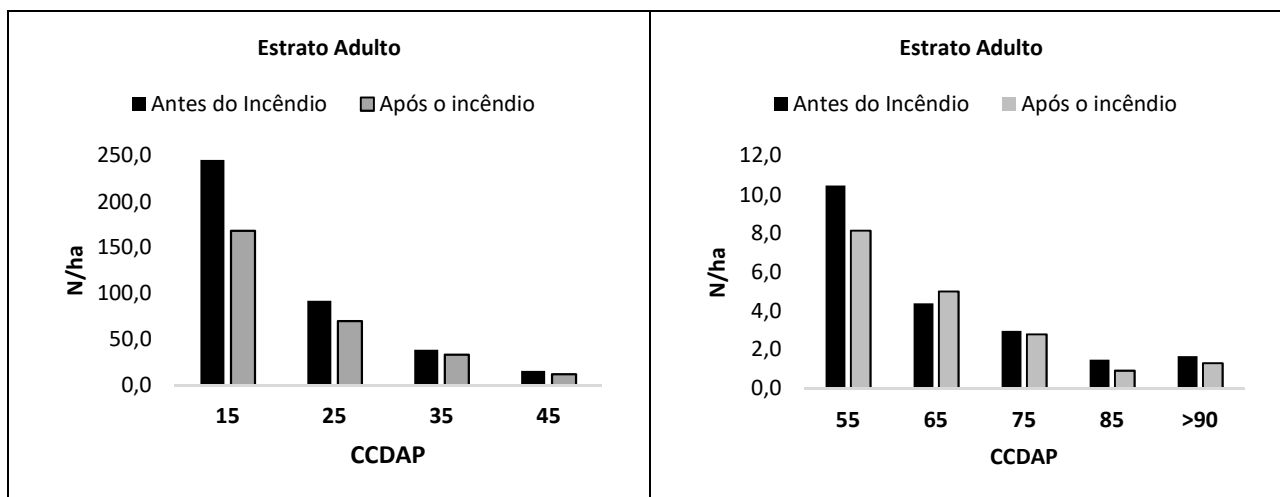


Figura 5: Distribuição dos diâmetros para as árvores vivas após incêndio florestal ocorrido na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra-Pará.

É possível verificar redução no número de indivíduos em quase todas as classes de diâmetro, sendo mais acentuada nas classes 10-20 cm e 20-30 cm após a passagem do fogo, indicando maior sensibilidade de árvores com menores diâmetros. Todas as classes de diâmetro na regeneração natural tiveram redução no número de indivíduos após o incêndio (Figura 6), com destaque para a primeira classe ($2,5 \text{ cm} \leq \text{DAP} < 3,5 \text{ cm}$) que perdeu cerca de 341,4 indivíduos/ha o que representa 86,7% do total desta classe.

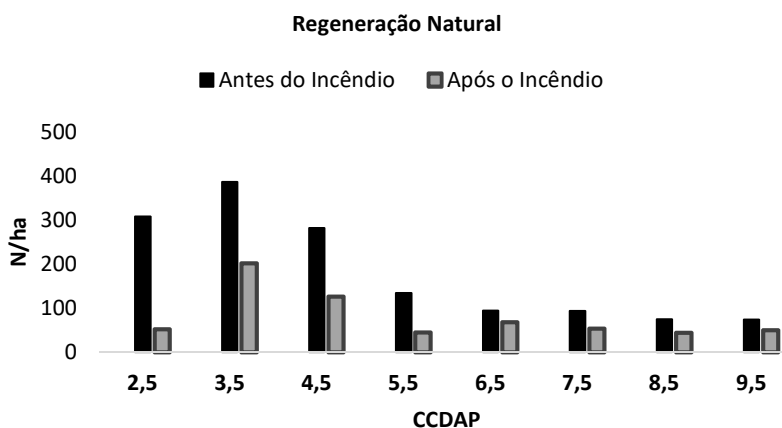


Figura 6: Distribuição dos diâmetros para arvoretas e varas vivas após incêndio florestal ocorrido na Floresta Nacional do Tapajós, Belterra-Pará.

Os indivíduos classificados como varas ($2,5 \text{ cm} \leq \text{DAP} < 5,0 \text{ cm}$) são, geralmente, pequenos em relação à altura, aumentando a sua vulnerabilidade aos incêndios, uma vez que o fogo afeta diretamente a parte aérea da planta.

Dinâmica Florestal

A taxa de mortalidade foi superior a taxa de ingressos em todas as classes de tamanho. O maior efeito foi verificado na classe de varas ($2,5 \text{ cm} < \text{DAP} < 5,0 \text{ cm}$), em que morreram em média 497,0 indivíduos/ha/ano e ingressaram 35,4 indivíduos/ha/ano, sendo que a taxa de sobrevivência dessa classe foi de apenas 18,6%. A classe que apresentou a maior taxa de sobrevivência foi a de árvore (65,7%),

apresentando uma taxa de mortalidade média de 64,79 indivíduos/ha/ano e de ingressos 2,42 indivíduos/ha/ano. Na classe de arvoretas sobreviveram 216,7 indivíduos/ha/ano (44,6%), morreram 122,3 indivíduos/ha/ano e ingressaram 2,0 indivíduos/ha/ano. Valores em porcentagem podem ser visualizados na Figura 7 a seguir.

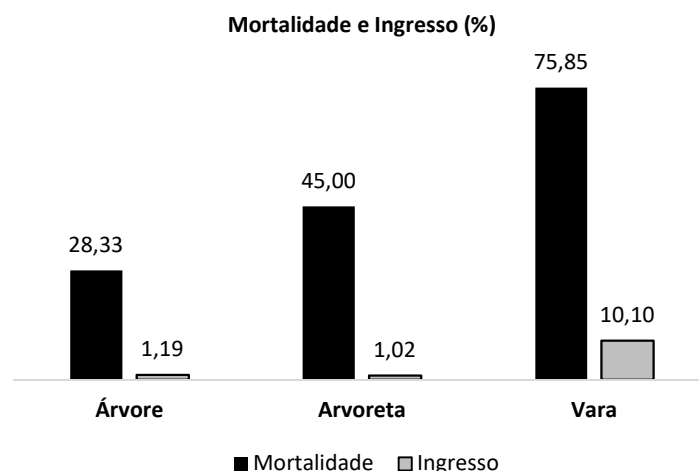


Figura 7: Mortalidade e ingressos no período pós-incêndio para o total de indivíduos da Floresta Nacional do Tapajós, Belterra-Pará.

Tabela 4: Taxa de mortalidade das espécies com maiores índices de mortalidade do estrato arbóreo e regeneração natural da Floresta Nacional do Tapajós.

Classe de tamanho	Espécies	AI	DI	Taxa de Mortalidade (%)
		N/ha	N/ha	
Árvore	Embaúba-branca	3,6	3,2	88,9
	Andiroba	5,0	3,0	60,0
	Breu-sucuruba	3,6	1,8	50,0
	Breu-branco	8,2	3,4	41,5
	Ingá-branco	8,0	3,2	40,0
	Ingarana	8,0	3,2	40,0
Arvoreta	Muiratinga	3,2	2,0	62,5
	Louro-amarelo	2,6	1,4	53,8
	Jacamim	4,0	2,0	50,0
	Ingá-branco	3,0	1,4	46,7
	Arataciu-preto	3,6	1,6	44,4
Vara	Acariquarana	1,6	1,6	100,0
	Caferana	0,8	0,8	100,0
	Janitá	0,8	0,8	100,0
	Muiratinga	1,0	1,0	100,0
	Tuarí	1,2	1,2	100,0
	Jacamim	3,0	2,6	86,7
	Envira-surucucu	5,8	3,8	65,5
	Pau-sandra	2,0	1,0	50,0

AI: antes do incêndio florestal; DI: depois do incêndio florestal.

Na tabela 4 apresentam-se os resultados relativos à taxa de mortalidade observada para as espécies que tiveram mais de 40% de indivíduos mortos apenas pelo fogo. Avaliando a mortalidade em nível de espécie, verifica-se uma maior sensibilidade de árvores de madeira com baixa durabilidade natural, conhecidas popularmente de madeira branca, tais como a embaúba-branca (*Cecropia* sp), Ingá-branco (*Inga laurina*) e da Ingarana (*Pithecellobium* sp), pode-se dizer que as altas taxas de mortalidade das espécies de Breu (*Protium paliidum* e *Trattinnickia* sp) deve-se principalmente devido estas espécies liberarem resina combustível (FELFILI, 1997). Na classe de varas é verificada a perda de 100% dos indivíduos das espécies de

Acariquarana (*Rinorea guianensis*), Caferana (*Coussarea racemosa*), Janitá (*Brosimum* sp), Muiratinga (*Maquira* sp) e Tauarí (*Couratari guianensis*).

DISCUSSÃO

Com relação aos impactos gerados pelo fogo, verificou-se um alto desvio padrão na altura média das chamadas, o que pode ser justificado devido “o comportamento do fogo ser o resultado da interação entre clima, condições do combustível e topografia” (BATISTA, 1995, citado por TORRES, 2006). Morreram muitos mais indivíduos de casca fina do que indivíduos de casca grossa, ou seja, a espessura da casca exerce certa proteção as árvores contra o fogo, no entanto Gava et al. (1995), explica que apesar da casca conferir uma maior proteção ao câmbio, ocorrem mortes de indivíduos com casca grossa porque “a temperatura letal se mantém por mais tempo, pois, em termos absolutos, seu teor de água é maior, fazendo com que uma maior quantidade de calor seja armazenada e que, conseqüentemente, um maior tempo seja necessário para liberá-lo”.

Relacionado a composição florística, Fiedler et al. (2004), comenta que a probabilidade das novas espécies, que surgiram após o incêndio, principalmente as mais jovens, não resistirem e desaparecerem é muito grande, principalmente porque suas densidades são baixas, e levaria muito tempo para os indivíduos dessas espécies se estabelecerem na área.

A área avaliada apresentou elevada diversidade florística no estrato arbóreo, compatível com as demais florestas tropicais. Ferreira Júnior et al. (2008) e Saporetti Jr. et al. (2003), concordam que valores de diversidade acima de 3,11 indicam formações vegetais bem conservadas. Andrade (2011), encontrou valores que variaram de 3,75 a 4,2 para o estrato adulto, em parcelas permanentes instaladas na FLONA-Tapajós a altura do km 114 que também foram atingidas por incêndio florestal em 1997. Segundo ele, não houve diferença significativa entre os índices de antes e nem após o fogo, além de serem considerados índices altos e compatíveis para florestas tropicais, assim como o verificado neste trabalho.

Os índices calculados para a regeneração natural, apesar de baixos em relação ao índice do estrato arbóreo são considerados normais por Narvaes et al. (2005), no entanto, segundo o mesmo autor, “os índices de diversidade são influenciáveis pelo nível de inclusão do inventário e pelo histórico de uso da floresta”. Os resultados da regeneração natural deste trabalho, são compatíveis com o de Camargos et al. (2010), que avaliando o impacto do fogo sobre a regeneração em um trecho de floresta estacional semidecidual, detectou que também houve uma redução significativa da diversidade após a ocorrência de incêndio.

A distribuição diamétrica da área mostrou-se satisfatória, com bastante indivíduos nas classes de menor porte e diminuindo gradualmente o número de indivíduos conforme aumento a classe de diâmetro, Lopes et al. (2002) acredita que esse fato pode indicar que “a fisionomia florestal encontra-se em pleno desenvolvimento em direção a estádios mais avançados, uma vez que existe estoque de indivíduos jovens aptos à sucessão”. No entanto, após o incêndio florestal, ocorreu uma diminuição acentuada em todas as classes de diâmetro, sendo que as classes mais sensíveis foram as de menores porte. Os resultados diferiram dos de Andrade (2011), que não constatou diferença significativa na distribuição diamétrica em nenhuma

classe de tamanho. Isso pode ser explicado pelo fato de que a área estudada por Andrade (2011), no momento das avaliações, tinha 26 anos de explorada e 11 anos após a passagem do incêndio, diferente deste estudo em que a área mais antiga tem 6 anos de colhida e as medições foram realizadas logo após o incêndio florestal.

Avaliando mais especificamente a regeneração, em todas as classes houve redução do número de indivíduos após o incêndio. O mesmo padrão foi encontrado por Fiedler et al., (2004), que também verificou uma grande perda de indivíduos de menor porte quando estudou uma área do cerrado *sensu stricto* no Distrito Federal. Medeiros et al. (2005), avaliando espécies lenhosas de campo sujo, também verificou que os indivíduos nas classes menores de diâmetro, até 5 cm, foram mais afetados com mortalidade aérea.

Analisando as taxas de sobrevivência das árvores em comparação com as altas taxas de mortalidade dos indivíduos de menor porte, pode-se inferir que o diâmetro é um fator determinante para a sobrevivência dos indivíduos em caso de incêndios florestais, assim como Medeiros et al. (2005) concluíram que “os indivíduos com diâmetro superior a 5 cm podem apresentar maior possibilidade de sobrevivência”.

Silva (2013), verificou em seu trabalho, que “os parâmetros de dinâmica sugeriram que as comunidades estão se recuperando em resposta ao distúrbio causado pelo fogo, devido aos valores superiores de taxa de recrutamento sobre mortalidade”, sendo assim, a comunidade estudada neste trabalho ainda não apresenta respostas positivas para os danos causados pelo fogo. A taxa de mortalidade das espécies nos três estratos (árvore, arvoreta e muda) foi bastante variável. Embora requeiram estudos mais apurados, “tais informações podem ser interpretadas como indicativos da suscetibilidade ou resiliência das espécies a eventos de fogo” (ARAUJO, 2015).

CONCLUSÕES

Mais de 80% dos indivíduos tiveram contato com o fogo, e que destes 28% morreram em decorrência das chamas. O maior risco de incêndio encontra-se no entorno do município de Belterra, sendo indicado mais monitoramento dessa região. Na composição florística foi verificado o ingresso das famílias Caryocaraceae, Polygonaceae e Solanaceae apenas após a ocorrência do incêndio, pois as espécies dessas famílias contêm sementes passíveis de germinação com altas temperaturas. A floresta, mesmo após a ocorrência do incêndio, manteve-se com a diversidade compatível com a de florestas tropicais. O número de clareiras teve um aumento significativo em decorrência do incêndio florestal. A distribuição diamétrica das árvores manteve-se em “jota invertido”, no entanto foi verificado perdas consideráveis de indivíduos das menores classes. Já na distribuição diamétrica da regeneração foi verificado perdas em todas as classes diamétricas. Pôde-se constatar que o diâmetro é um fator de grande relevância para sobrevivência dos indivíduos. Na dinâmica florestal, as árvores, arvoretas e varas tiveram a taxa de mortalidade superior a taxa de recrutamento, sendo que as espécies que mais morreram foram as consideradas de madeira leve e as espécies resinosas. Apenas nove espécies apresentam provável resistência ao fogo, indicando baixa resistência das espécies de florestas tropicais em relação ao fogo.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, D. F. C.. **Dinâmica da composição florística e da estrutura de uma área manejada, que sofreu incêndio acidental, na Floresta Nacional do Tapajós.** Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2011.
- ANDRADE, D. F.; GAMA, J. R. V.; MELO, L. O.; RUSCHEL, A. R.. Inventário florestal de grandes áreas na Floresta Nacional do Tapajós, Pará, Amazônia, Brasil. **Biota Amazônia**, Macapá, v.5, n.1, p.109-115, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v5n1p109-115>
- ARAUJO, H. J. B.. Alterações causadas por incêndio florestal na composição de espécies de uma floresta primária no sudoeste da Amazônia brasileira. **Gaia Scientia**, Rio Branco, v.9, n.1, p.220-231, 2015.
- BATISTA, A. C.. **Avaliação da queima controlada em povoamentos de Pinus taeda L. no norte do Paraná.** In: TORRES, F. T. P.. Relações entre fatores climáticos e ocorrências de incêndios florestais na cidade de Juiz de Fora (MG). **Caminhos da Geografia**, v.7, n.18, p.162-171, 2006.
- BATISTA, A. C.; BEUTLING, A.; PEREIRA, J. F.. Estimativa do comportamento do fogo em queimas experimentais sob povoamentos de Pinus elliottii. **Revista Árvore**, Viçosa, v.37, n.5, p.779-787, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622013000500001>
- BRASIL. **Lei nº 9.985:** Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Brasília: DOU, 2000.
- BYRAM, G. M.. Combustion of forest fuels. In: DAVIS, K. P.. **Forest fire: control and use.** New York: Mc Graw Hill, 1959. p.77-84.
- CAMARGOS, V. L.; MARTINS, S. V.; RIBEIRO, G. A.; CARMO, F. M. S.; SILVA, A. F.. Avaliação do impacto do fogo no estrato de regeneração em um trecho de Floresta Estacional Semidecidual em Viçosa/MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v.34, n.6, p.1055-1063, 2010.
- CAMPOS FILHO, E. M.. **Plante as árvores do Xingu e Araguaia.** São Paulo: Instituto Socioambiental, 2009.
- CASTELLANI, T. T.; STUBBLEBINE, W. H.. Sucessão secundária inicial em uma mata tropical mesófila, após perturbação pôr fogo. **Revista Brasileira de Botânica**, v.6, p.181-203, 1993.
- EMBRAPA. **MFT:** Ferramenta para Monitoramento de Florestas Tropicais: Manual do Usuário. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2008.
- ESPÍRITO-SANTO, F. D. B.; SHIMABUKURO, Y. E.; ARAGÃO, L. E. O. C.; MACHADO, E. L. M.. Análise da composição florística e fitossociológica da Floresta Nacional do Tapajós com o apoio geográfico de imagens de satélites. **Acta Amazonica**, São José dos Campos, v.35, n.2, p.155-173, 2005.
- FELFILI, J. M.. Dynamics of the natural regeneration in the Gama gallery Forest in Central Brazil. **Forest Ecology and Management**. v. 91, p.235-345, 1997. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(96\)03862-5](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(96)03862-5)
- FERREIRA JÚNIOR, E. V.; SOARES, T. S.; COSTA, M. F. F.; SILVA, V. S. M.. Composição, diversidade e similaridade florística de uma floresta tropical semidecídua submontana em Marcelândia/MT. **Acta Amazonica**, Mato Grosso, v.38, n.4, p.673-680, 2008.
- FIEDLER, N. C.; AZEVEDO, I. N. C.; REZENDE, A. V.; MEDEIROS, M. B.; VENTUROILI, F.. Efeito de incêndios florestais na estrutura e composição florística de uma área de Cerrado *Sensu Stricto* na fazenda Água Limpa/DF. **Revista Árvore**, Viçosa, v.28, n.1, p.129-138, 2004.
- GAVA, J. L.; OMETTO, M. L.; NIBE, T. M. M.; SEIXAS, F.. Influência da espessura da casca de Eucalyptus torelliana e Eucalyptus tereticornis sobre a variação da temperatura do câmbio durante a ocorrência de um incêndio florestal. **IPEF**, São Paulo, n.48/49, p.126-132, 1995.
- GONÇALVES, M.. **Germinação de pequi (Caryocar brasiliense Camb.) em diferentes tratamentos térmicos.** Dissertação (Mestrado em Ecologia e Produção Sustentável) - Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Goiás, 2013.
- HOLDSWORTH, A.; UHL, C.. **O fogo na floresta explorada e o potencial para redução de incêndios florestais na Amazônia.** Belém: Imazon, 1998.
- IBAMA. **Plano de Manejo:** Floresta Nacional do Tapajós. Brasília: MMA, 2004.
- KÖPPEN, W.. **Climatologia:** con un estudio de los climas de la tierra. Mexico: Fondo de Cultura Económica, 1948.
- LOPES, W. P.; SILVA, A. F.; SOUZA, A. L.; MEIRA NETO, J. A. A.. Estrutura fitossociológica de um trecho de vegetação arbórea no Parque Estadual do Rio Doce – Minas Gerais, Brasil. **Acta Botanica Brasílica**, Viçosa, v.16, n.4, p.443-456, 2002.
- MEDEIROS, M. B.; MIRANDA, H. S.. Mortalidade pós-fogo em espécies lenhosas de campo sujo submetido a três queimadas prescritas anuais. **Acta Botanica Brasílica**, Brasília, v.19, n.3, p.493-500, 2005.
- NARVAES, I. S.; BRENA, D. A.; LONGHI, S. J.. Estrutura da regeneração natural em Floresta Ombrófila Mista na Floresta Nacional de São Francisco de Paula, RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.15, n.4, p.331-342, 2005.
- POVEDA, G.; MESA, O. J.. Feedbacks between Hydrological Processes in Tropical South America and Large-Scale Ocean–Atmospheric Phenomena. **American Meteorological Society**, Colombia, v.10, p.2690-2702, 1997.
- SAPORETTI JUNIOR, A. W.; MEIRA NETO, J. A. A.; ALMADO, R. P.. Fitossociologia de cerrado *Sensu Stricto* no município de Abaeté-MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v.27, n.3, p.413-419, 2003.
- SILVA, J. N. M.; LOPES, J. C. A.; OLIVEIRA, L. C.; SILVA, S. M. A.; CARVALHO, J. O. P.; COSTA, D. H. M.; MELO, M. S.; TAVARES, M. J. M.. **Diretrizes para instalação e medição de parcelas permanentes em florestas naturais da Amazônia Brasileira.** Belém: EMBRAPA, 2005.

SILVA, L. G.. **Efeito do fogo sobre a dinâmica da vegetação lenhosa de um cerrado rupestre e cerrado típico, Mato**

Grosso, Brasil. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) - Universidade do Estado de Mato Grosso, Nova Xavantina, 2013.

A CBPC – Companhia Brasileira de Produção Científica (CNPJ: 11.221.422/0001-03) detém os direitos materiais desta publicação. Os direitos referem-se à publicação do trabalho em qualquer parte do mundo, incluindo os direitos às renovações, expansões e disseminações da contribuição, bem como outros direitos subsidiários. Todos os trabalhos publicados eletronicamente poderão posteriormente ser publicados em coletâneas impressas sob coordenação da **Sustenere Publishing**, da Companhia Brasileira de Produção Científica e seus parceiros autorizados. Os (as) autores (as) preservam os direitos autorais, mas não têm permissão para a publicação da contribuição em outro meio, impresso ou digital, em português ou em tradução.