

Universidade do Estado do Pará
Campus VI - Núcleo de Paragominas
CCSE - Centro de Ciências Sociais e da Educação
Curso de Licenciatura em Ciências Naturais – Biologia



Amanda Cardoso Nunes Cordeiro
Maria de Fátima Lopes Almeida

**Serviços Ecológicos e a Inflamabilidade de Paisagens
Florestais no Município de Paragominas, Pará**

Paragominas-PA

2012

Amanda Cardoso Nunes Cordeiro
Maria de Fátima Lopes Almeida

**Serviços Ecológicos e a Inflamabilidade de Paisagens
Florestais no Município de Paragominas, Pará**

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do grau de Licenciatura em Ciências Naturais, com habilitação em Biologia, Universidade do Estado do Pará. Orientador: Profº. M.Sc. Ivanei Souza Araújo.

Paragominas-PA

2012

Amanda Cardoso Nunes Cordeiro
Maria de Fátima Lopes Almeida

Serviços Ecológicos e a Inflamabilidade de Paisagens Florestais no Município de Paragominas, Pará

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do grau de Licenciatura em Ciências Naturais, com habilitação em Biologia, Universidade do Estado do Pará.

Data de Aprovação: ___/___/___

Banca Examinadora

Orientador

Prof. Ivanei Souza Araújo, M. Sc.
Museu Paraense Emílio Goeldi

Prof. William Leslie Overal, Ph. D.
Museu Paraense Emílio Goeldi

Erika Berenguer, Doutoranda
Lancaster University, Inglaterra

A Deus e aos meus pais, Antônio Afonso e Tânia Cristina, com carinho.

Amanda Cardoso Nunes Cordeiro

A Deus, e aos meus amores: vovó
Mercedes e tia Aparecida.

Maria de Fátima Lopes Almeida

AGRADECIMENTO 1

Dizem que todas as coisas que confiamos às mãos de Deus são bem melhor administradas que em nossas próprias, e com certeza se não fosse pelo Seu cuidado com minha vida eu não teria chegado até aqui, por tanto sou grata e sei que este trabalho não é mérito meu e sim dEle o autor da minha fé.

Agradeço a meus pais Afonso e Tânia pelo carinho com que me criaram e pelos valores que me ensinaram, vocês são meus pilares.

A minha família da qual tive incentivos de sobra para levar a sério os estudos, em especial a meus avós Carlos e Ruth, meus irmãos Felipe e Samuel e às minhas tias Dinalva e Maria das Graças, pessoas que de um jeito especial sempre demonstraram acreditar em mim.

Agradeço a todos de minha turma pelos momentos vividos nestes quatro anos, principalmente a equipe de trabalho: Larissa Rocha, Juliane Monteiro e Maria de Fátima.

A meus amigos de alma, que me ensinaram o valor de um ombro amigo, a beleza de sorrir sem motivos certos, o gosto bom da sinceridade, cumplicidade, otimismo e com os quais aprendi que nem a distância muda o amor que cultivamos juntos. Com eles(as) vivi momentos incríveis e indescritíveis, obrigada pelo carinho de todos: Ana Paula, Karla Giulliana, Luis Gustavo, Maria de Fátima, Mayra Macêdo, Renatta Amaral, Tatiara Marques.

A meu orientador Ivanei Araújo, que ultrapassou as barreiras do trabalho e se tornou um grande amigo, obrigada pela compreensão, paciência e por ter nos ensinado dando sempre o seu melhor, você com certeza nos “orientou”.

Agradeço a todos os pesquisadores que compõem a Rede Amazônia Sustentável, em especial Erika Berenguer, Joice Nunes, Jos Barlow, Luke Parry, Toby Gardner, que também contribuíram de modo significativo com nosso trabalho. A oportunidade de fazer parte desta equipe mudou minha visão de mundo e despertou em mim o amor a ciência.

Amanda Cardoso Nunes Cordeiro

AGRADECIMENTO 2

Agradeço a Deus pelas lutas vencidas, pois nos momentos mais difíceis Ele era meu foco e não me permitia desistir.

A minha família, meu maior tesouro que tanto amo, em especial a minha querida avó, mãe e amiga Mercedes que durante minha vida sempre me incentivou nos estudos, preocupando-se com meu futuro. Com ela aprendi o valor da simplicidade e de ser uma pessoa de bem e a minha tia Aparecida que é meu exemplo de perseverança e otimismo, pois quando passou por seus momentos mais difíceis, nunca deixou o sorriso de canto e a vontade de viver.

Aos meus pais José Ribamar e Maria Edneuzza, que me ensinaram a dar os meus primeiros passos, nunca deixando faltar amor e carinho. Apesar da distância sempre me senti amada e cuidada.

Ao meu querido orientador Ivanei Araújo no qual sempre observei humildade e dedicação em tudo que faz e uma sede intensa de conhecimento, obrigada por ter me cercado com seu otimismo nos momentos em que pensei que estava tudo perdido, é como sempre digo: “Quando crescer quero ser igual a você”. Obrigada por ter se tornado muito mais que um orientador, um amigo que vou levar no coração pra toda a vida.

Aos meus amigos Amanda, Danilo, Elizangela, Gleiciane e a toda minha turma, com quem vivi anos incríveis na faculdade.

Ao Professor Antônio Sergio que sempre fez da sala de aula um palco, onde mostra o que sabe fazer de melhor, contribuindo muito em minha vida acadêmica e a Professora Aldeiza que durante o ensino médio me inspirou na escolha do curso.

Agradeço a todos os pesquisadores da Rede Amazônia Sustentável, Erika Berenguer, Joice Nunes, Jos Barlow, Luke Parry, Toby Gardner, pela oportunidade que me deram de fazer parte deste projeto, onde tive reforçada a certeza de que entrei no curso certo, despertando em mim a paixão pela ciência. Nele conheci o tipo raro de pessoa que ajuda por prazer e não por interesse.

Maria de Fátima Lopes Almeida

O que mantém a vida em movimento é
uma pequena corrente elétrica mantida
pela luz do Sol.

Albert Szent-Györgyi

RESUMO

CORDEIRO, Amanda Cardoso Nunes; ALMEIDA, Maria de Fátima Lopes. **Serviços Ecológicos e a Inflamabilidade de Paisagens Florestais no Município de Paragominas, Pará.** 2012, 50pp. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura Plena em Ciências Naturais, Habilitação em Biologia) Universidade do Estado do Pará, Paragominas, 2012.

A grande extensão e riqueza da Amazônia atraíram exploradores de várias localidades do país e, portanto, houve considerável crescimento populacional na região, fato que promoveu a substituição de áreas com floresta primária em pastos e plantações. A queimada foi um dos métodos mais frequentes utilizados para limpeza da área, uma vez que é barato e eficiente. Entretanto quando o fogo foge do controle outras áreas florestais são atingidas, com isso há alterações nos diversos serviços ecológicos prestados pela floresta, acarretando em grandes prejuízos ao meio ambiente. Além disso, após a passagem do fogo, a floresta tende a ficar mais seca e mais suscetível a outros incêndios, devido à perda de umidade. O presente trabalho buscou averiguar os diferentes graus de inflamabilidade de cinco tipos de paisagens florestais: Mata Primária, Mata de Extração, Mata de Extração com Queimada, Capoeira e Juquira, encontradas no município de Paragominas, de forma a compreender qual apresenta maior suscetibilidade ao fogo, investigando se existem outros fatores além da umidade que influenciam na inflamabilidade da floresta. Para tal, foram realizadas pesquisas bibliográficas e experimentos para as diferentes paisagens. Os resultados corroboram com vários outros trabalhos, mostrando que a floresta primária é menos suscetível à incêndios florestais e; que não é apenas a umidade que funciona como barreira à propagação do fogo, existindo também outros fatores. Portanto, além de vários serviços ecológicos conhecidos, ainda existe a proteção química estrutural até então não conhecida.

Palavras-chave: Inflamabilidade. Ecologia de paisagem, Serviços ecológicos

ABSTRACT

CORDEIRO, Amanda Cardoso Nunes; ALMEIDA, Maria de Fátima Lopes. **Ecological Services and Flammability of Forest Landscapes in the Municipality of Paragominas, Pará.** 2012, 50pp. Completion of Course Work (Full Degree in Natural Sciences, in Biology) - State University of Pará, Paragominas, 2012.

The great extent and richness of the Brazilian Amazon have attracted explorers from all over the country and therefore there was considerable population growth in the region, a fact which has promoted the replacement of areas of primary forest to agricultural lands, such as pastures and crops. The use of fire was one of the methods used for cleaning the forest, since it is cheap and efficient. However, this activity generates changes in the various ecological services provided by the forest, leading to great losses to the environment and turning the forest drier and, as a consequence, more susceptible to fires, due to the loss of moisture. The present study sought to ascertain the different degrees of flammability of five types of forest landscapes found in the city of Paragominas in the Brazilian Amazon, in order to understand which are more susceptible to fire. Also, we try to investigate whether there are factors other than moisture that influence the flammability of the landscape. To this end, we conducted a literature review and experiments for the different types of forests. The results confirm several other studies, showing that primary forests are less susceptible to forest fires, because of a moisture barrier. Nevertheless, there are other factors making primary forests more resistant to fire propagation. So in addition to several known ecological services, there is still protection of chemical structure hitherto unknown.

Key-words: Flammability. Landscape ecology, Ecological Services.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Mapa esquemático da Bacia Amazônica delimitada de branco e área de estudo em amarelo, município de Paragominas, Pará, modificado de Google mapas (2011).	24
Figura 2 Imagem demonstrativa de mata primária (Foto: Erika Berenguer).....	25
Figura 3 Imagem demonstrativa de mata de extração (Foto: Erika Berenguer).	26
Figura 4 Imagem demonstrativa de mata de extração queimada (Foto: Erika Berenguer)....	27
Figura 5 Imagem demonstrativa de capoeira (Foto: Erika Berenguer).....	27
Figura 6 Imagem demonstrativa de juquira (Foto: Erika Berenguer).....	28
Figura 7. Desenho esquemático mostrando os detalhes da coleta de serrapilheira. (Fonte: Rede Amazônia Sustentável)	29
Figura 8 Imagem do manuseio dos materiais durante o experimento (Foto: Erika Berenguer).	30
Figura 9 Imagem esquemática das etapas do experimento (A, Brasa; B, Chama; C, Fim da chama e; D, Fim da brasa). (Foto: Erika Berenguer).....	31
Figura 10. Gráficos comparativos mostrando as diferenças entre as paisagens quanto ao aparecimento da brasa.	33
Figura 11. Gráficos comparativos do tempo da duração da brasa para as cinco paisagens.	34
Figura 12. Gráficos comparativos do aparecimento da chama entre as paisagens.....	35
Figura 13. Gráficos comparativos do aparecimento efetivo da chama (a partir do aparecimento da brasa) entre as paisagens.....	36
Figura 14. Gráficos comparativos da duração da chama entre as paisagens.	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Representação dos itens básicos de uma tabela de ANOVA.	31
Tabela 2 Comparação das cinco paisagens quanto ao aparecimento da brasa	33
Tabela 3. Cálculo da Análise de variância para o aparecimento da brasa entre as cinco paisagens.....	34
Tabela 4. Comparação das cinco paisagens quanto a duração da brasa.	34
Tabela 5. Cálculo da Análise de variância para a duração da brasa entre as cinco paisagens.	35
Tabela 6.Dados comparativos do aparecimento da chama entre as paisagens.....	35
Tabela 7.Análise de variância para o aparecimento da chama entre as paisagens	36
Tabela 8. Dados comparativos do aparecimento efetivo da chama (a partir do aparecimento da brasa) entre as paisagens	37
Tabela 9. Análise de variância para o aparecimento efetivo da chama (a partir do aparecimento da brasa) entre as paisagens.....	37
Tabela 10. Dados comparativos da duração da chama entre as paisagens.....	38
Tabela 11. Análise de variância para a duração da chama entre as paisagens.....	38

SUMÁRIO

AGRADECIMENTO 1	III
AGRADECIMENTO 2	IV
RESUMO	VI
ABSTRACT	VII
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	VIII
LISTA DE TABELAS	IX
1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVO	15
2.1 GERAL	15
2.2 ESPECÍFICO	15
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
3.1 AMAZÔNIA	16
3.2 A FLORESTA PRIMÁRIA E SECUNDÁRIA: ESPÉCIES PIONEIRAS E ESPÉCIES CLÍMAX.....	19
3.3 INCÊNDIOS FLORESTAIS NA AMAZÔNIA	20
3.4 TIPOS DE FOGO: CAUSAS E CONSEQUÊNCIAS.....	21
3.5 FOGO RASTEIRO	22
4 MATERIAL E MÉTODOS	24
4.1 ÁREA DE ESTUDO	24
4.2 AMOSTRAGEM	25
4.3 EXPERIMENTO	29
4.4 ANÁLISE DOS DADOS.....	31
5 RESULTADOS	33
5.1 ANÁLISE DO APARECIMENTO DA BRASA	33
5.2 ANÁLISE DA DURAÇÃO DA BRASA.....	34
5.3 ANÁLISE DO APARECIMENTO DA CHAMA.....	35

5.4	ANÁLISE DO APARECIMENTO EFETIVO CHAMA.....	36
5.5	ANÁLISE DA DURAÇÃO DA CHAMA.....	37
6	DISCUSSÃO	39
7	CONCLUSÃO.....	41
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42

1 INTRODUÇÃO

A Amazônia é um bioma de suma importância ecológica para a Terra, dona de uma diversidade biológica que desperta interesse do mundo todo, com até dois terços dos 10 a 15 milhões de espécies existentes hoje no mundo (WILLIAMS, 1989). O bom funcionamento deste ecossistema é importante para vários serviços ecológicos, tais como, por exemplo, o ciclo de carbono e padrões climáticos (MALIGREAU & TUCKER, 1998). Com o aumento de ações antrópicas na região, não apenas a grande riqueza deste complexo sistema tem sido colocada em risco, como também os serviços ecológicos por ele prestados. O estado do Pará é o estado com maior desmatamento acumulado na Amazônia Legal, (INPE, 2011), o que põe em risco os serviços ambientais prestados pela floresta, como regulação climática e manutenção da biodiversidade.

A manutenção dos serviços ecológicos florestais e o uso racional da terra, especialmente na região amazônica, têm despertado interesse nos mais variados segmentos de pesquisa (humanas, biológicas, etc.), exemplo disto é o projeto multidisciplinar “Rede Amazônia Sustentável”, no qual este trabalho é parte integrante. Esta rede visa estudar as condições sócio ambientais de duas regiões no estado do Pará, Santarém e Paragominas, levando em consideração como o solo vem sendo historicamente utilizado, conjuntamente com o estado atual das florestas nestas regiões, avaliando a degradação causada por meio de queimadas e desmatamento e preocupando-se em gerar dados para a tomada de decisões no sentido de erradicar ou minimizar os danos causados pela ação antrópica neste sistema.

De acordo com Uhl *et al.* (1997), o desmatamento na região amazônica deve-se em parte à construção da Rodovia Belém-Brasília, que facilitou o acesso entre áreas já colonizadas e áreas de florestas primárias, em um momento da história do Brasil em que as demais regiões estavam no fim de seu estoque madeireiro devido à forte industrialização. Paragominas é um exemplo de município fundado por exploradores que foram atraídos pela riqueza Amazônica (VERÍSSIMO *et al.*, 2002), e desde sua fundação, fez da exploração madeireira, pecuária e agricultura de corte e queima a base de sua economia.

Nesta região tanto pequenos como grandes proprietários de terra utilizam o fogo como forma barata e eficiente de limpar a terra para o plantio. O fogo torna-se um problema a partir do momento em que foge de controle, podendo trazer prejuízos altíssimos não só para quem causou o incêndio, como também para vizinhos, pois ambos correm risco de ter seus bens destruídos pelo fogo (NEPSTAD *et al.*, 1999a). Além disso, esses incêndios liberam gases que podem ocasionar doenças respiratórias, interceptação das linhas aéreas, perda de matéria prima orgânica como cipós e plantas medicinais, dentre outras, que são fonte de renda para muitas famílias (DIAZ *et al.*, 2002).

Quando esse fogo atinge áreas de floresta, aumenta a mortalidade dos vegetais, que, ao morrer, convertem-se em material combustível, contribuindo para que a mata fique mais inflamável e, conseqüentemente, aumentando as chances de novos incêndios, principalmente em anos de seca severa e com influência do fenômeno *El Niño* (BARBOSA & FEARNSIDE, 1999), que em seu último episódio ocasionou uma série de incêndios entre os anos de 1997 e 1998. Parte destes incêndios são consequência do fogo rasteiro que consome materiais combustíveis acumulados no solo, sem chegar às copas das árvores (BARLOW & PERES, 2003a, b). Este tipo de incêndio florestal tem se tornado cada vez mais frequente, e apresenta grandes perigos às árvores das florestas tropicais úmidas, que possuem casca fina, podendo morrer só pelo fato do grande calor causado pelo fogo (NEPSTAD *et al.*, 1999a).

De acordo com Nepstad *et al.*(1999a), ao evitar a queda das folhas, a floresta impede a entrada excessiva de luz e mantém a umidade em seu interior, evitando que a serrapilheira, camada que reveste o solo das florestas, composta por matéria orgânica morta em diferentes estágios de decomposição; tais como caules, folhas, sementes, frutos e flores, fique seca. Dessa forma, a manutenção da estrutura florestal funciona como uma barreira ao fogo. Os trabalhos de Holdsworth & Uhl (1997), e Ray *et al.* (2010) convergem com esta idéia, de que a umidade medeia a inflamabilidade das florestas, assim as áreas florestais que apresentam maior abertura da copa seriam mais secas e inflamáveis, devido a maior incidência solar. Por isso, a floresta primária é menos suscetível ao fogo ao contrário das florestas de corte seletivo e capoeiras, que terão maior predisposição ao fogo, uma vez que apresentam um dossel mais aberto.

A hipótese deste trabalho é que, além da umidade da serrapilheira, existem outros fatores que influenciam a inflamabilidade da floresta. Desta forma pretende-se medir os graus de inflamabilidade em diferentes tipos de paisagens florestais, de forma a compreender-se qual tipo de floresta no município de Paragominas é mais suscetível ao fogo. Pois apesar das florestas tropicais serem muito úmidas, mudanças no clima, interferência antrópica e exploração madeireira, dentre outros fatores, têm contribuído para que estas florestas tornem-se cada vez mais secas e, portanto mais sujeitas a incêndios (NEPSTAD *et al.*, 1999a).

2 OBJETIVO

2.1 GERAL

- Analisar se existe outro fator além de umidade que medeia a inflamabilidade entre paisagens, uma vez que a composição florística entre elas são distintas. Assim, as plantas e seus metabolismos poderiam ter elementos adicionais que poderiam tornar a floresta de resistente ao fogo a mais inflamável.

2.2 ESPECÍFICO

- Averiguar na literatura específica como o uso do solo interfere nos serviços ecológicos, especialmente a resistência natural ao fogo.
- Analisar os diferentes graus de inflamabilidade de cinco tipos de paisagens encontrados na região de Paragominas, de forma a compreender qual apresenta maior suscetibilidade ao fogo.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 AMAZÔNIA

A Amazônia é uma floresta tropical úmida que cobre a maior parte da bacia Amazônica, com sua extensão localizada no território de nove países da América do Sul, conhecida como Amazônia internacional. Esta área equivale a 6,4 milhões km² de cobertura florestal, dos quais 4 milhões km², ou seja 62,5% de toda essa riqueza, pertencem ao Brasil e estão distribuídas nos territórios dos estados do Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Roraima e parte dos territórios do Maranhão, Mato Grosso, Rondônia e Tocantins (PEREIRA *et al.*, 2010).

A Amazônia abriga uma ampla biodiversidade e apresenta a função importante na manutenção do clima regional e global, devido à eficiência de seus serviços ecológicos, agindo como arrefecedora do clima e servindo de barreira contra a propagação de grandes incêndios florestais (MOUTINHO & NEPSTAD, 2001). Além disso, ainda tem papel fundamental no balanço de carbono, pela capacidade que possui de captar gás carbônico da atmosfera e absorvê-lo por meio do solo e pelas árvores, através do processo de fotossíntese, favorecendo assim a composição química atmosférica a nível global, por conta disto, um único hectare com cobertura florestal na Amazônia pode conter até 230 toneladas de carbono (FEARNSIDE, 1997). Recentemente descobriu-se que a capacidade que as florestas primárias possuem de estocar carbono é maior do que a quantidade que são capazes de emitir, através de decomposição de material orgânico (PHILIPS *et al.* (1998), MAINE *et al.* (1997) apud MOUTINHO & NEPSTAD, 2001, GRACE *et al.*, 1996).

Um fenômeno que tem se tornado comum na região é a fragmentação florestal, gerada pelo desmatamento, que reparte a floresta em áreas menores, promovendo grandes impactos, tais como risco à biodiversidade; alteração nos processos ecológicos essenciais da floresta como a polinização, ciclagem de nutrientes, estocagem de carbono e ainda aumenta a incidência do efeito de borda, que ocorre com pouca frequência em florestas não exploradas. Este efeito torna mais próximo o interior da mata com a área modificada, o que eleva o índice de mortalidade das árvores, abre clareiras e diminui a umidade do sub-bosque (LAURANCE & VASCONCELOS, 2009).

Com a fragmentação da floresta, espécies que respondem negativamente aos efeitos de fragmentação são extintas ou se tornam escassas, em contraste, as tolerantes a estes efeitos respondem de forma positiva (TOCHER *et al.*, 1997), por exemplo, os predadores são os mais ameaçados de extinção, desta forma a fragmentação pode ocasionar alteração nos níveis tróficos, alterando a variabilidade e diversidade das espécies (HOLT, 2002).

A fragmentação altera de várias maneiras os processos ecológicos da floresta, e coloca em risco o bom funcionamento do processo de polinização, pois muitos polinizadores de plantas podem desaparecer (POWELL & POWELL, 1987). As mudanças microclimáticas próximo às bordas e o acúmulo de serrapilheira no solo, prejudicam a germinação e sobrevivência de sementes (BRUNA, 1999, 2002). (TABARELLI *et al.*, 2004, CRAMER *et al.*, 2007).

Além de todos os serviços ecológicos citados, a Amazônia também possui uma importante função na regulação climática, pois grande parte da chuva na região é gerada pela própria floresta, todo ano, especialmente nas porções leste e sul da região Amazônica, as florestas passam por um período de seca prolongada, durante o qual há uma queda facilmente detectada em seus níveis de precipitação (NEPSTAD *et al.*, 1994). Apesar disto, a floresta ainda age como barreira contra a propagação do fogo, já que suas raízes são capazes de absorver água a vários metros de profundidade, suficiente para impedir que as árvores soltem suas folhas durante a estiagem. Ao manter as folhas nas árvores ao longo de todo o ano, impede-se a entrada excessiva de luz solar no sub-bosque, mantendo-se a umidade da floresta, o que dificulta que esta pegue fogo mesmo após longo período de estiagem (NEPSTAD *et al.*, 1999a).

Durante este longo período de estiagem pelo qual passam as florestas Amazônicas, produz-se muito menos chuva em relação à quantidade de água liberada para atmosfera por evapotranspiração. Devido à capacidade que suas raízes possuem de aproveitar toda a água disponível no solo até mais de 10 m de profundidade (NEPSTAD *et al.*, 1994).

O fenômeno de evapotranspiração é extremamente importante para a manutenção do clima na região, pois é responsável por transportar anualmente sete trilhões de toneladas de água para a atmosfera, as quais são transformadas em

vapor capaz de resfriar o ar e formar nuvens de cúmulo (principal causadora de chuva na região), que conseqüentemente logo caem em forma de chuva.

O desmatamento afeta diretamente o ciclo hidrológico, lesionando o processo de evapotranspiração; superaquecendo tanto o solo quanto o ar, modificando os mecanismos naturais de drenagem, alterando o escoamento de água superficial e ainda contribuindo para o crescimento de uma nova vegetação, com espécies que possuem menor capacidade de evapotranspiração, por possuírem raízes muito superficiais (MOUTINHO & NEPSTAD, 2001).

O desmatamento na Amazônia pode diminuir a precipitação em 20 a 30% e causar aumento da temperatura do ar (LEAN & WARRILOW 1989, SHUKLA *et al.*, 1990, NOBRE *et al.*, 1991, HENDERSON SELLERS *et al.*, 1993). Isso que já vem ocorrendo na Amazônia Legal, pois até 2009, 15% de sua cobertura vegetal havia sido destruída por esta prática (PEREIRA *et al.*, 2010).

Este aumento na temperatura torna o clima mais seco e aumenta a inflamabilidade da vegetação. Diante disto, as áreas ainda conservadas teriam papel de suma importância em minimizar a intensidade do clima na região (MOUTINHO & NEPSTAD, 2001), assim devido sua forte influência que exercem no clima da região, mostra o quanto é importante a conservação da Amazônia (MOUTINHO & NEPSTAD, 2001).

O aumento na densidade demográfica foi fator-chave para a degradação das florestas amazônicas, pois afeta diretamente a diversidade biológica e compromete os serviços ambientais fornecidos pela floresta amazônica (FEARNSIDE, 2005). Junto com o aumento populacional da Amazônia, surgiram diversas atividades para fins lucrativos, todas diretamente ligadas ao desmatamento, tais como: agricultura de corte e queima, atividade pecuária, agricultura, agricultura comercial e extração de madeira (FEARNSIDE, 1987, 2001).

A exploração madeireira tradicional resulta em danos à vegetação, pois quando uma árvore de valor comercial é extraída por madeireiras, cerca de vinte outras sofrem danos, aumentando a incidência de clareiras nas florestas (UHL & VIEIRA, 1989; VERÍSSIMO *et al.*, 1992). Em épocas de seca, estas clareiras aumentam a incidência da radiação solar no sub-bosque e no solo da mata,

tornando a vegetação mais suscetível a incêndios rasteiros, que são capazes de matar um número considerável de árvores (BARLOW *et al.* 2003, COCHRANE & SCHULZE, 1999; HOLDSWORTH & UHL, 1997). O índice de mortalidade da vegetação pode chegar a 40% e no caso da mesma área ser incendiada duas vezes, a taxa de mortalidade sobe para 70% (COCHRANE & SCHULZE, 1999). Em florestas alvo de exploração madeireira o grau de inflamabilidade pode ser minimizado com uso de técnicas de manejo de impacto reduzido (HOLDSWORTH & UHL, 1997).

Na Amazônia, atividades antrópicas, tais como exploração madeireira, incêndios e efeitos da fragmentação, têm causado grande degradação neste bioma, colocando em risco sua existência. Dentre os vários motivos que levam os proprietários de terra a desmatar, o mais comum tem sido a utilização das áreas desmatadas para a pecuária, prática responsável por 70% do desmatamento (FEARNSIDE, 2005). Dentre os prejuízos acarretados pelo desmatamento são a perda de diversidade, menor quantidade de chuva (e ciclagem da água) e aumento do aquecimento global, já que esta prática libera para a atmosfera em média 0,3 bilhões de toneladas de carbono por ano (FEARNSIDE, 1997; FEARNSIDE, 2005). Graças a estas mudanças de usos do solo, tem aumentado consideravelmente a emissão de gases do efeito estufa e partículas de aerossóis na região, sobretudo em épocas de seca severa (ARTAXO *et al.*, 1998, 2002, 2003). O desmatamento com o posterior abandono da área tem transformado áreas de florestas cada vez maiores em capoeiras (LIMA *et al.*, 2007).

3.2 A FLORESTA PRIMÁRIA E SECUNDÁRIA: ESPÉCIES PIONEIRAS E ESPÉCIES CLÍMAX

As florestas secundárias são resultantes da conversão da floresta primária para o uso da terra em geral em agricultura ou pastagem, e surgem após o abandono destas atividades, com a regeneração espontânea da floresta. Logo ela é uma floresta em estágio de regeneração, que é caracterizada pela predominância de espécies pioneiras, as quais são plantas que evolutivamente possuem em sua história de vida a estratégia *r* (*r* estrategistas), que se caracterizam por alocar mais energia em reprodução, apresentando um rápido crescimento e em geral não sendo exigentes com relação aos recursos disponíveis. Estas plantas são oportunistas, e

competidoras fracas; e em uma população em que atua a seleção tipo r, observa-se relação com uma história vital de habitat imprevisível e ciclo curto. Já as florestas primárias se caracterizam por espécies clímax, que são K estrategistas. Estas espécies alocam a maior parte de recursos e energias à sua manutenção e de melhor capacidade competitiva. Os estrategistas K competem pelo espaço ampliando seu porte e tendem a apresentar as seguintes características: grande porte, reprodução retardada; menor assimilação reprodutiva; descendentes de maior tamanho e em menor número. Uma população de seleção tipo K vive em um habitat constante e previsivelmente estacionário no tempo (MACARTHUR & WILSON 1967 apud RICKLEFS 2003; RICKLEFS 2003).

3.3 INCÊNDIOS FLORESTAIS NA AMAZÔNIA

A queimada está entre os elementos que aceleraram a expansão agrícola na região Amazônica, já que sua utilização no preparo de terra para agricultura e limpeza de pastagens, fornece resultados imediatos ao proprietário e menor custo se comparado aos gastos com a compra de maquinário pesado (NEPSTAD *et al.*, 1999a, 2001). Porém, tanto as queimadas relacionadas às atividades agrícolas, quanto os incêndios florestais, comprometem a biodiversidade, a qualidade do solo, o ciclo hidrológico e o clima regional (NEPSTAD *et al.*, 1999a), justamente por serem mecanismos que exportam nutrientes para a atmosfera por meio da fumaça e cinzas liberadas, afetando a fertilidade do solo (ROSENFELD, 1999).

Queimadas e incêndios desarticulam os vários serviços ecológicos prestados pelo ecossistema amazônico, afetando diretamente a vida de pessoas que sobrevivem da matéria produzida pela floresta, tais como plantas medicinais, óleos, frutas e materiais de construção. Fora que a grande quantidade de fumaça liberada por queimadas diminui a qualidade do ar em determinadas regiões da Amazônia, comprometendo a saúde da população e elevando o número de casos de doenças respiratórias, como por exemplo, bronquite e asma. Toda essa fumaça prejudica o tráfego terrestre devido a pouca visibilidade nas estradas, podendo provocar acidentes e ainda obrigando aeroportos a cancelar vôos, causando transtorno à rotina dos passageiros (DIAZ *et al.*, 2002).

As florestas tropicais apresentam resistência a secas prolongadas, devido à capacidade que seu solo argiloso possui de armazenar quantidades consideráveis de água e também por meio das raízes profundas de espécies vegetais, que funcionam como uma espécie de “esponja” retendo água. Este mecanismo previne a queda das folhas e, portanto, torna a floresta menos susceptível ao fogo. Porém esta resistência da floresta amazônica a longos períodos de estiagem é limitada. Por exemplo, a seca que ocorreu entre o período de 1997/98, ocasionou em grande quantidade de incêndios florestais, que chegaram a atingir áreas de floresta primária. Um exemplo é o incêndio ocorrido em Roraima, onde 14.000 km² de floresta foram queimados. A grande estiagem também gera outros efeitos negativos na Amazônia, como observado em Santarém (Pará), onde o forte stress hídrico às árvores acarretou em uma grande abscisão foliar, gerando assim mais combustível e aumentando a inflamabilidade da floresta (NEPSTAD *et al.*, 1999a).

Os grandes incêndios no estado de Roraima foram além das fronteiras de florestas primárias, penetrando ainda em outros tipos de vegetação do estado (BARBOSA, 1998a; b; c; IBAMA, 1998; INPE, 1998; 1999; SHULZE, 1998), tais como regiões de savanas, capoeiras e pastagens e se espalhando por milhares de quilômetros quadrados, levando à mortalidade um grande número de árvores e resultando em uma emissão acelerada de gases de efeito estufa para atmosfera.

Nova preocupação tem sido gerada no meio científico, devido à ocorrência de eventos mais frequentes e intensos do fenômeno *El Niño* nos últimos 10 a 15 anos, visto que com esta mudança climática a quantidade de precipitação na Amazônia seria reduzida, como ocorreu no evento de 1997/98, durante o qual choveu 70% a menos que o normal em parte da Amazônia oriental (NEPSTAD *et al.*, 1999b). De acordo com TRENBARTH *et al.* (1997) apud MOUTINHO & NEPSTAD 2001, e TIMMERMAN *et al.* (1999), o acúmulo de CO₂ e outros gases na atmosfera são responsáveis pela maior frequência com que estes eventos vêm ocorrendo.

3.4 TIPOS DE FOGO: CAUSAS E CONSEQUÊNCIAS

A ocorrência de incêndios na região amazônica pode estar ligada de uma forma intencional, geralmente quando ligado ao desmatamento, ou acidental,

quando no caso do fogo escapar de controle e atingir áreas de floresta em pé que não tinham intenção de serem destruídas. Desta forma, o fogo é classificado em três categorias: queimadas ou incêndios para desmatamento, queimadas ou incêndios em áreas já desmatadas e incêndios florestais rasteiros. As duas primeiras categorias se enquadram primariamente como incêndios intencionais (NEPSTAD *et al.*, 1999, 2001).

O uso do fogo já faz parte da cultura Amazônica, desta forma, grandes e pequenos agricultores utilizam esta ferramenta para converter áreas de florestas em pastos e lavouras e exterminar plantas invasoras, sendo que esta prática é mais comum durante a estação seca, período em que a mata está mais inflamável. Quando as queimadas fogem de controle, tornam-se um grande problema aos proprietários de terra, pois podem atingir áreas vizinhas com pastagens, acarretando em gastos elevados ao proprietário, uma vez que este terá de arrendar outro pasto por um período de três meses, até que o capim se recupere. Sem contar os prejuízos relacionados a perdas de cercas e no de florestas em pé, havendo risco de árvores com valor comercial serem destruídas.

3.5 FOGO RASTEIRO

Outra modalidade de incêndio florestal, que recentemente vem sendo estudada é o chamado fogo rasteiro, que antes se pensava que oferecia pouco risco à floresta, no entanto estudos sobre o assunto (BARLOW & PERES, 2003; BARLOW *et al.*, 2003) revelam dados alarmantes: este tipo de fogo se alastra de forma silenciosa pela floresta, consumindo a matéria orgânica depositada no solo e no sub-bosque das florestas tropicais. BARLOW *et al.* (2003) estudaram o fenômeno em um período de três anos, neste período houve um aumento na mortalidade de árvores, conseqüentemente acelerando o acúmulo de material combustível no solo e tornando o sub-bosque mais seco, devido a formação de clareiras. A queda de árvores pode ser explicada por uma grande quantidade de espécies que possuem a casca fina, o que lhes proporciona baixa resistência ao calor. A passagem do fogo rasteiro nestas áreas altera a estrutura da floresta e faz com que esta fique mais suscetível a novos incêndios na próxima estação seca, por ocasionar perda de umidade em seu interior, aumentando desta forma a probabilidade de prejuízos

maiores causados por incêndios em longo prazo. Assim o fogo rasteiro representa grande perigo às florestas tropicais da Amazônia, comprometendo a heterogeneidade das florestas, interferindo em seus processos ecológicos, acelerando a quantidade de carbono emitido para a atmosfera e ainda colocando em risco pessoas que moram próximo a estas áreas (BARLOW & PERES, 2003; BARLOW *et al.*, 2003, NEPSTAD *et al.*, 1999).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 ÁREA DE ESTUDO

Este estudo foi realizado no município de Paragominas, durante a estação de verão, em julho de 2011. Localizado a 320 km da capital Belém, a nordeste do estado do Pará, na Amazônia Brasileira, as coordenadas geográficas do município são 3° 30' e 3° 45'S e 48° 30' e 48° 45'W (Figura 1). Paragominas foi fundada no ano de 1965 e, em pouco tempo, o desenvolvimento da atividade pecuária tornou-se a base econômica municipal. Paragominas possui uma área equivalente a 19.341,858 km² e abriga uma população de 97.819 habitantes (IBGE, 2011).

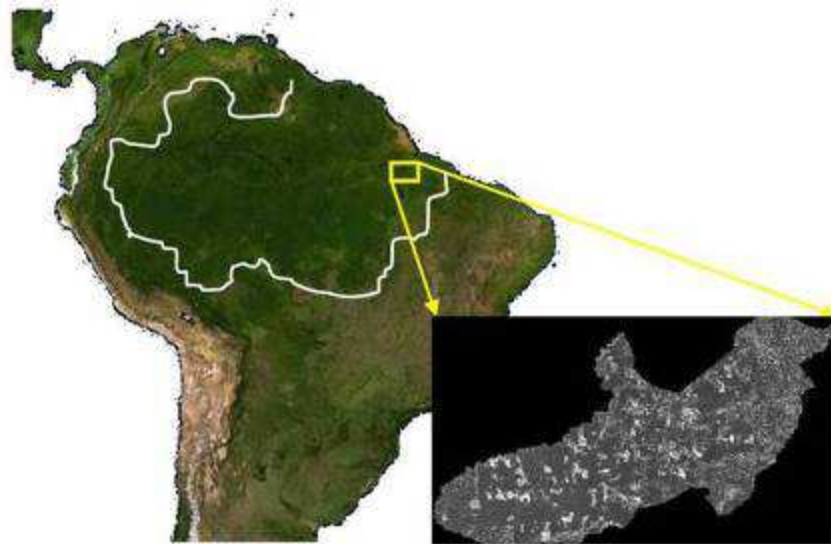


Figura 1. Mapa esquemático da Bacia Amazônica delimitada de branco e área de estudo em amarelo, município de Paragominas, Pará, modificado de Google maps (2011).

O solo local é do tipo latossolo amarelo, rico em argila e de fertilidade baixa. O município possui clima mesotérmico e úmido, a temperatura média anual é de 25°C e a umidade relativa do ar gira em torno de 85%. Seu relevo caracteriza-se por ser de plano a suavemente ondulado, com altitude média de 20 metros em relação ao nível do mar e regime pluviométrico de 2.250 mm a 2.500 mm anuais. Durante o período chuvoso, que se estende do mês dezembro até junho, a região recebe cerca de 80% das chuvas do ano todo, que é entre 1700 a 1800 mm/ano. A estação seca ocorre no período de julho a novembro (PARÁ, 2008).

Em termo de composição florística, a região é caracterizada por três tipos de vegetação: Floresta Ombrófila Densa Submontana, Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas e Floresta Ombrófila Densa Aluvial. Também existem muitas paisagens antropizadas, como pastos e florestas secundárias (VELOSO *et al.*, 1991).

4.2 AMOSTRAGEM

As coletas de serrapilheira foram realizadas em cinco tipos de florestas diferentes e em cada uma destas florestas foram estabelecidos 5 transectos de 10x250m de onde foram retiradas as amostras. Os cinco tipos de florestas estudadas foram as seguintes (apresentadas aqui como compostas, em ordem decrescente, de espécies clímax a espécies pioneiras):

- Mata primária (MAP): floresta cuja estrutura não sofreu alterações antrópicas, onde se observa variedade de espécies e possui dossel fechado (Figura 2), fator que influencia na manutenção da umidade do sub bosque, evitando que os raios ultravioleta entrem com mais intensidade e sequeuem a camada de serrapilheira que protege o solo (NEPSTAD *et al.*, 1999);



Figura 2 Imagem demonstrativa de mata primária (Foto: Erika Berenguer)

- Mata de extração (MAE): floresta na qual houve retirada de madeira com valor comercial para venda, com isso a vegetação perde sua heterogeneidade e, como consequência, apresenta dossel aberto nos locais afetados pela atividade madeireira. Neste tipo de mata, é comum a presença de clareiras formadas a partir da extração de árvores, muitas vezes, por estas estarem amarradas umas às outras por cipós, derrubando-se assim até mesmo espécies que não estavam no planejamento de extração (Figura 3). Sendo assim, o local onde houve corte seletivo dá vazão a plantas invasoras, ervas daninhas e ainda espécies típicas de regiões que tiveram sua vegetação original perturbada (NEPSTAD *et al.*,1999);



Figura 3 Imagem demonstrativa de mata de extração (**Foto:** Erika Berenguer).

- Mata de extração queimada (MEQ): este tipo de floresta possui características similares a classe anterior, porém, além da extração de madeira, houve ocorrência de fogo rasteiro (Figura 4) (NEPSTAD *et al.*,1999);



Figura 4 Imagem demonstrativa de mata de extração queimada (Foto: Erika Berenguer).

- Capoeira (CAP): vegetação secundária com mais de seis anos de idade, típica de áreas que foram totalmente desmatadas e agora estão abandonadas (Figura 5) (NEPSTAD *et al.*,1999).



Figura 5 Imagem demonstrativa de capoeira (Foto: Erika Berenguer).

- Juquira (JUQ): Assim como a capoeira, a juquira também é típica de áreas que foram totalmente desmatadas e agora estão abandonadas. No entanto, as juquiras apresentam idade inferior a seis anos (Figura 6). A presença marcante de cipós nesta área é uma forte característica desta mata, que também são classificadas como um tipo vegetação secundária e por tanto, mais suscetível ao fogo (NEPSTAD *et al.*,1999),



Figura 6 Imagem demonstrativa de juquira (**Foto:** Erika Berenguer).

Amostras de serrapilheira foram coletadas em 10 pontos ao longo de cada transecto, utilizando quadrados de 50X50 cm (Figura 7). Neste estudo, utilizou-se para análise somente as amostras coletadas a 5 m do transecto, num total de 125 amostras de serrapilheira. No caso das amostras de 5 m estarem com seu conteúdo muito fragmentado ou pesando menos que 10 g, o experimento foi conduzido então com as amostras coletadas a 10 m do transecto.



Figura 7. Desenho esquemático mostrando os detalhes da coleta de serrapilheira. (Fonte: Rede Amazônia Sustentável)

4.3 EXPERIMENTO

Todas as amostras foram secadas em estufas com temperatura de 60°C, até atingirem o peso seco constante. Neste processo, as amostras foram pesadas a cada 12 h, de forma a traçarmos uma curva do peso constante para cada uma das classes de degradação da floresta.

Após atingir o peso constante, cada amostra foi retirada da estufa e colocada em um balde onde o material foi misturado. Retiramos uma subamostra de 5 g de forma aleatória e, como forma de padronização, todos os gravetos que tivessem o diâmetro de uma das extremidades ≥ 2 mm foram descartados. Em seguida, o material foi colocado em uma peneira oxidada, apoiada em uma vasilha de metal, cerca de 2,5 cm acima da boca do fogão (Figura 8).



Figura 8 Imagem do manuseio dos materiais durante o experimento (**Foto:** Erika Berenguer).

O fogo, ao consumir o material orgânico, produz gases inflamáveis, principalmente CO_2 , que em contato com calor e oxigênio resulta na formação de chamas (Ribeiro 2002). Foram cronometrados os diferentes estágios de combustão, a mensuração do tempo foi em segundos (Figura 9):

- A- Tempo até a primeira brasa;
- B- Tempo até a primeira chama;
- C- Término da chama,
- D- Término da brasa.



Figura 9 Imagem esquemática das etapas do experimento (A, Brasa; B, Chama; C, Fim da chama e; D, Fim da brasa). (Foto: Erika Berenguer)

Cada amostra de serrapilheira teve o experimento realizado duas vezes, procurando realizá-los no menor intervalo de tempo possível entre subamostras e mantendo-se a chama constante durante todo o experimento, diminuindo assim a interferência da umidade do ar. As demais amostras permaneceram dentro da estufa e só foram retiradas após o término de cada experimento. Nos casos em que a subamostra pegou fogo mais de uma vez, o tempo de início e término desta segunda chama também foi anotado. Por vezes a amostra ficou em brasa, mas não houve formação de chama, o que também foi anotado.

4.4 ANÁLISE DOS DADOS

As comparações entre os diferentes tipos de floresta foram realizadas através de gráficos e tabelas contendo suas respectivas médias. A diferença entre as áreas foram avaliadas com o teste estatístico Análise de Variância, ANOVA, do inglês *ANalise Of VAriance*. Os testes, os gráficos e tabelas foram feitos no programa Microsoft Office Excel 2007[®]. Os itens básicos de uma ANOVA estão representados na nota abaixo (Tabela 1).

Notas para ANOVA:

Tabela 1. Representação dos itens básicos de uma tabela de ANOVA.

Fonte de variação	GL	Valor
ENTRE	$a - 1$	$a = 5$
DENTRO	$N - a$	$N = 125$
TOTAL	$N - 1$	

O **a** corresponde ao número das categorias, neste trabalho o número de usos do solo. O **N** corresponde ao número total de amostras dentro de cada categoria. Em geral o **a** foi igual a 25 e o **N** igual a 125, no entanto para análises com as chamas, eles foram ligeiramente menores. O grau de liberdade está representado como **GL**.

Em ANOVA, quando **F** calculado for maior que **F_c** (lê-se F crítico), a probabilidade será menor que 5%, isto é, as diferenças serão significativas. Assim foram analisados os seguintes eventos:

- (I) Aparecimento da brasa - é o instante do tempo zero até o advento da brasa;
- (II) Duração da brasa - é o intervalo do aparecimento da brasa até o seu fim;
- (III) Aparecimento da chama – é o instante do tempo zero até o advento chama;
- (IV) Aparecimento efetivo da chama – é o instante do tempo do aparecimento da brasa até o advento da chama,
- (V) Duração da chama – o intervalo do aparecimento da chama até o seu fim.

5 RESULTADOS

5.1 ANÁLISE DO APARECIMENTO DA BRASA

Ao analisar os dados da primeira brasa observou-se que existe uma ligeira diferença entre dentro os tipos de floresta e que a mata primária demorou mais a pegar fogo (Figura 10, Tabela 2), apesar das diferenças entre as paisagens não houve significância na análise de variância, uma vez que o F foi menor que o valor crítico (F_c). Assim as diferenças entre as áreas foram todas ao acaso. Os detalhes da análise estão resumidos na Tabela 3.

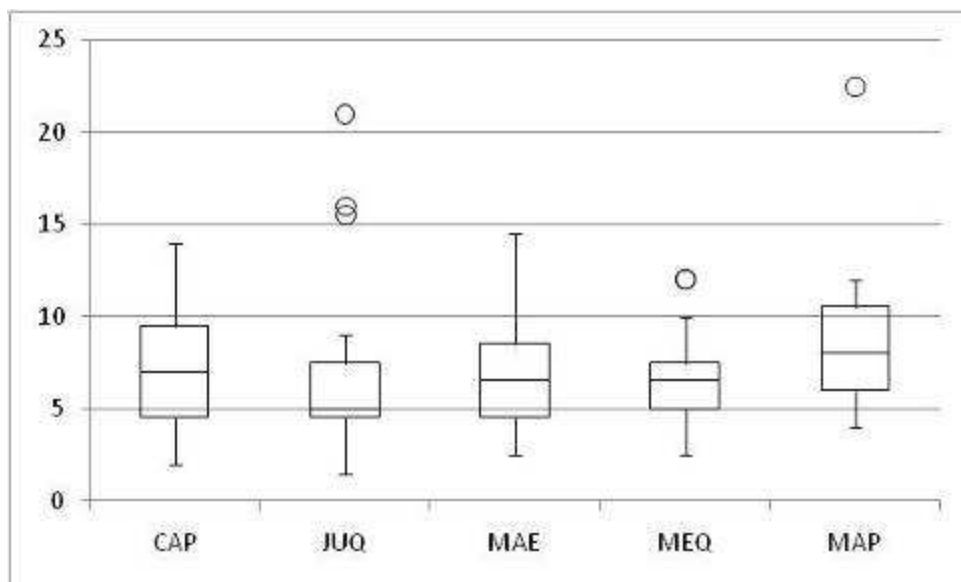


Figura 10. Gráficos comparativos mostrando as diferenças entre as paisagens quanto ao aparecimento da brasa.

Tabela 2 Comparação das cinco paisagens quanto ao aparecimento da brasa

Paisagens	Contagem	Média	Variância
CAP	25	7,38	9,0475
JUQ	25	6,62	21,235
MAE	25	7,14	10,76083
MEQ	25	6,64	6,260833
MAP	25	8,58	14,4725

Tabela 3. Cálculo da Análise de variância para o aparecimento da brasa entre as cinco paisagens

Fonte da variação	SQ	GI	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	64,112	4	16,028	1,297254	0,275011	2,447237
Dentro dos grupos	1482,64	120	12,35533			
Total	1546,752	124				

5.2 ANÁLISE DA DURAÇÃO DA BRASA

O gráfico de análise da duração da brasa (Figura 11; Tabela 4) mostra em geral um ligeiro desvio tempo mediano entre os diferentes usos do solo e; que os valores para paisagem mata de extração são muito dispersos. Apesar do ponto de ignição mediano ser mais persistente na mata primária a análise de Variância não revelou diferença entre as paisagens para este fenômeno (Tabela 5).

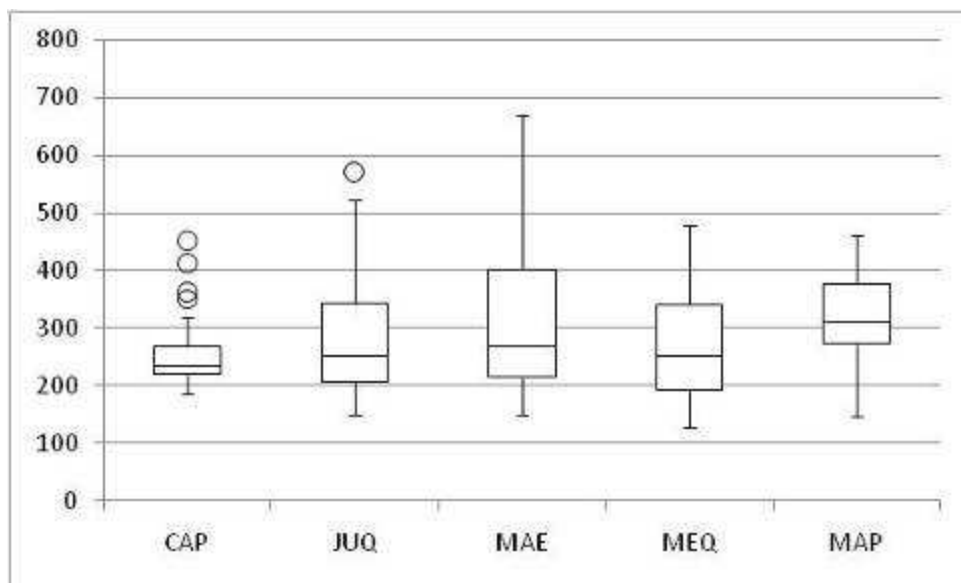


Figura 11. Gráficos comparativos do tempo da duração da brasa para as cinco paisagens.

Tabela 4. Comparação das cinco paisagens quanto a duração da brasa.

Paisagens	N	Média	Variância
CAP	25	259,42	4896,97
JUQ	25	279,68	11525,60
MAE	25	321,28	21279,65
MEQ	25	272,64	8732,99
MAP	25	316,04	6237,79

Tabela 5. Cálculo da Análise de variância para a duração da brasa entre as cinco paisagens.

Fonte da variação	SQ	GI	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	74983,79	4	18745,95	1,779465	0,137383	2,447237
Dentro dos grupos	1264152	120	10534,6			
Total	1339136	124				

5.3 ANÁLISE DO APARECIMENTO DA CHAMA

Os resultados mostraram que a mata primária (MAP) é mais resistente ao aparecimento da chama (Figura 12; Tabela 6), já que obteve um valor muito maior que os demais usos do solo (média igual a 35,18). A análise de variância mostrou que este resultado foi significativo, com $p=0,002$, ou seja, existe uma maior resistência da floresta primária a propagação da chama. Os detalhes da análise estão resumidos na Tabela 7.

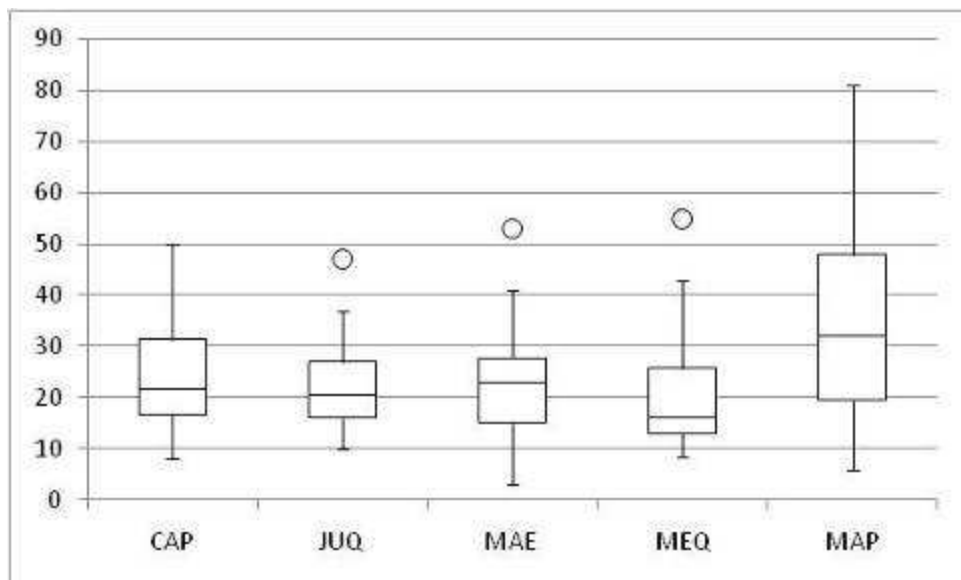


Figura 12. Gráficos comparativos do aparecimento da chama entre as paisagens.

Tabela 6. Dados comparativos do aparecimento da chama entre as paisagens

Paisagens	N	Média	Variância
CAP	24	21,21	147,35
JUQ	25	21,62	77,84

MAE	23	24,26	131,36
MEQ	24	23,17	129,71
MAP	25	35,18	436,10

Tabela 7. Análise de variância para o aparecimento da chama entre as paisagens

Fonte da variação	SQ	GI	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	3312,016	4	828,004	4,447346	0,002219	2,44988
Dentro dos grupos	21596,81	116	186,1794			
Total	24908,82	120				

5.4 ANÁLISE DO APARECIMENTO EFETIVO CHAMA

A análise do aparecimento efetivo da chama (a partir do aparecimento da brasa) converge com o que foi mostrado na análise anterior do aparecimento da chama (seção 5.3), nesta análise se pode observar (Figura 13, Tabela 8), que a mata primária continua com maior tempo médio para aparecer a chama (maior resistência a propagação da chama). Na análise de variância foi encontrada significância para tal diferença, $p=0,003$ (Tabela 9).

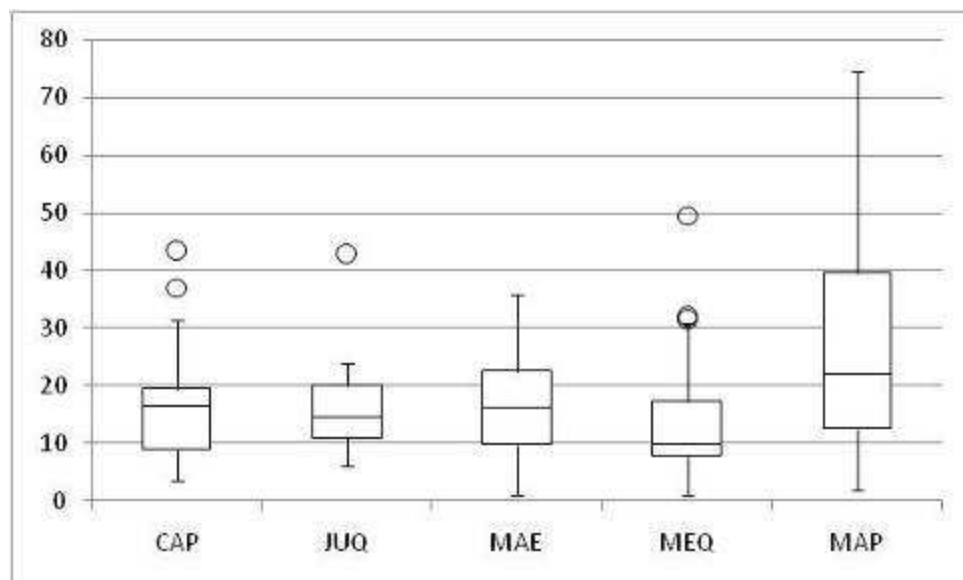


Figura 13. Gráficos comparativos do aparecimento efetivo da chama (a partir do aparecimento da brasa) entre as paisagens.

Tabela 8. Dados comparativos do aparecimento efetivo da chama (a partir do aparecimento da brasa) entre as paisagens

Paisagens	N	Média	Variância
CAP	24	14,97917	137,9669
JUQ	25	15,54	60,9775
MAE	23	17,13043	107,414
MEQ	24	16,4375	94,57201
MAP	25	27,66	418,9733

Tabela 9. Análise de variância para o aparecimento efetivo da chama (a partir do aparecimento da brasa) entre as paisagens

Fonte da variação	SQ	GI	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	2758,514	4	689,6286	4,159936	0,003478	2,44988
Dentro dos grupos	19230,32	116	165,7787			
Total	21988,84	120				

5.5 ANÁLISE DA DURAÇÃO DA CHAMA

Os resultados da análise da duração da chama mostraram que a chama é menos persistente na mata primária, reforçando que esse tipo de vegetação é menos suscetível ao fogo (Figura 14; Tabela 10). A análise de Variância (Tabela 11) revelou que a menor média (mata primária) é significativamente diferente entre as paisagens para este fenômeno, $p=0,02$.

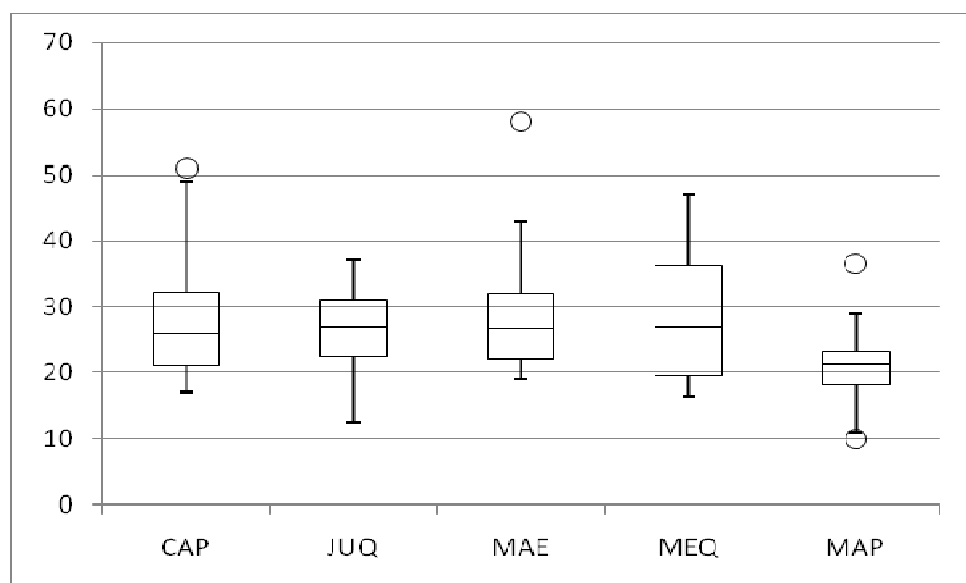


Figura 14. Gráficos comparativos da duração da chama entre as paisagens.

Tabela 10. Dados comparativos da duração da chama entre as paisagens

Paisagens	N	Média	Variância
CAP	23	28,13043	93,52767
JUQ	25	26,68	39,35167
MAE	24	28,79167	80,49819
MEQ	24	28,4375	91,31114
MAP	25	21,76	42,8775

Tabela 11. Análise de variância para a duração da chama entre as paisagens

Fonte da variação	SQ	GI	MQ	F	valor-P	F crítico
Entre grupos	834,6114	4	208,6529	3,032014	0,020298	2,44988
Dentro dos grupos	7982,723	116	68,81658			
Total	8817,335	120				

6 DISCUSSÃO

As análises mostraram que tanto o aparecimento quanto a duração da brasa não tiveram diferença significativa entre as diferentes florestas amostradas. No entanto, para o fenômeno chama pode-se destacar dois eventos principais: o primeiro foi o aparecimento da chama (análise do aparecimento da chama e aparecimento efetivo da chama), que para mata primária o tempo foi maior, o outro foi a duração da chama, que foi menor para mata primária, isto é, a chama não foi persistente, sempre apagando antes que toda a amostra entrasse em combustão; indicando que existe uma maior resistência de propagação e persistência da chama em florestas primárias do que em florestas degradadas e secundárias, corroborando com outros trabalhos (Holdsworth & Uhl, 1997; Nepstad *et al.* 1999a e; Ray *et al.* 2010).

Muitos estudos têm destacado a importância da umidade como barreira à propagação do fogo nas florestas (BARLOW & PERES, 2003; BARLOW *et al.*, 2003; NEPSTAD *et al.*, 1999; HOLDSWORTH & UHL, 1997; RAY *et al.*, 2010). Este estudo mostra que além da proteção efetiva da umidade também existem outros fatores envolvidos no grau de inflamabilidade, uma vez que foi excluída a diferença de umidade das amostras entre paisagens florestais.

A composição florística entre florestas: primária, degradada e secundária são distintas, logo as plantas de cada paisagem florestal estudada, poderiam ter elementos adicionais que acabam por dificultar o surgimento e a permanência do fogo. Com isso, sugere-se que exista uma proteção química estrutural, tal como exsudados, substâncias impregnadas na estrutura celular e tecidual, oriundos do metabolismo secundário, (BARONE & COLEY, 2002; RAVEN, 2001), Pode-se entender que o maior grau de inflamabilidade das florestas secundárias deve-se a sua composição típica por plantas pioneiras (*Cecropia palmata*, *Banara guianensis*, *Vismia guianensis* e *Solanum sp*), que são estrategistas r, priorizando uma maior alocação de recursos em um rápido crescimento primário e não investindo em folhas grossas com alto nível de proteção química (BARONE & COLEY, 2002), o que as tornam mais suscetíveis ao fogo. Já as espécies mais abundantes em florestas primárias são estrategistas K, alocando recursos e mecanismos de defesa como

folhas grossas(BARONE & COLEY, 2002.) e, portanto, mais resistentes a propagação do fogo.

7 CONCLUSÃO

As florestas secundárias e degradadas representam uma modificação da paisagem floresta primária. Nestas conversões elas tem experimentado um incremento na temperatura e assim uma diminuição da umidade, a manutenção da umidade, típica das florestas tropicais, faz estas florestas funcionarem como excelentes barreiras contra propagação do fogo. Neste estudo descobriu-se além desta proteção, também existe outros fatores que medeiam a inflamabilidade entre as paisagens, sugerimos ser uma proteção química estrutural, presente principalmente nas folhas.

Baseado na literatura pertinente e em nossos resultados pode-se afirmar que existem pelo menos três grandes categorias de paisagens florestais, indo de menos suscetível ao fogo a mais inflamável, que são: (i) floresta primária; (ii) florestas de extração madeireira (sem queimada e com queimada) e (iii) florestas secundárias (capoeira e juquira).

De acordo com nossa revisão bibliográfica, existe uma vasta vantagem de preservar a floresta, com o máximo de sua característica original, devido ela apresentar um repertório variado de serviços ecológicos, estes são de suma importância para manutenção da biodiversidade, saúde, bem estar, economia entre outros, além disso sua integridade torna a floresta menos inflamável, que paisagens antropizadas, assim este estudo vem reforçar o quanto é vantajoso a manutenção deste sistema, isto é, o quanto é importante evitar sua alteração, pois na conversão de floresta primária em florestas secundárias ou em degradadas, há intensa mortalidade de árvores, ocasionando aumento na abertura do dossel, de modo que acelera a deposição de material combustível no solo, e expõe o sub-bosque a raios ultravioletas mais intensos. Todos esses fatores contribuem para a diminuição da umidade e pelo que foi visto altera também a composição florística, tornando a floresta muito mais suscetível ao fogo.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDREAE, M.O.; ALMEIDA, S. S. de; ARTAXO, P.; BRANDÃO, C.; CARSWELL, F. E.; CICCIOLO, P.; CULF, A.; ESTEVES, J. L.; GASH, J.; GRACE, J.; KABAT, P.; LELIEVELD, J.; MALHI, Y.; MANZI, A. O.; MEIXNER, F. X.; NOBRE, A.; NOBRE, C.; RUIVO, M. A. de L.; SILVA-DIAS, M. A. F.; STEFANI, P.; VALENTINI, R.; JOUANNE, J. von; WATERLOO, M. Biogeochemical cycling of carbon, water, energy, trace gases and aerosols in Amazonia: The LBA-EUSTACH experiments. **Journal of Geophysical Research**, v.107: p.8.066–8.091, 2002.

ALMEIDA, O T. & UHL, C. Planejamento do Uso do Solo do Município de Paragominas. **Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia (IMAZON), Série Amazônia**, n.9 p.1-46 1998.

ARTAXO, P.; FERNANDES, E. T.; MARTINS, J. V.; YAMASOE, M. A.; HOBBS, P. V.; MAENHAUT, W.; LONGO, K. M.; CASTANHO, A. Large Scale Aerosol Source Apportionment in Amazonia. **Journal of Geophysical Research**, v.103 p.31.837-31.848, 1998.

ARTAXO, P.; MARTINS, J. V.; YAMASOE, M. A.; PROCÓPIO, A. S.; PAULIQUEVIS, T. M.; ANDREAE, M. O.; GUYON, P.; GATTI, L. V.; CORDOVA, A. M. Physical and chemical properties of aerosols in the wet and dry season in Rondônia, Amazonia. **Journal of Geophysical Research**, v.107 p.8.081–8.095, 2002.

ARTAXO, P.; LARA, L.B.L.S.; PAULIQUEVIS, T.M. Dry and wet deposition in Amazonia: from natural biogenic aerosols to biomass burning impacts. **IGAC Newsletter**, v.27 p.12-16, 2003.

BARBOSA, R.I. **Avaliação preliminar da área dos sistemas naturais e agroecossistemas atingida por incêndios no Estado de Roraima**. INPA, Boa Vista, 18pp. 1998a.

BARBOSA, R. I. **Avaliação da área dos sistemas naturais e agroecossistemas atingida pelo fogo no estado de Roraima.** INPA, Boa Vista, 21pp. 1998b.

BARBOSA, R. I. **Incêndios de Roraima (1997/1998) área queimada, biomassa, mortalidade e formação de carvão nas principais fitofisionomias.** INPA, Boa Vista 20pp. 1998c.

BARBOSA, R. I. & FEARNSIDE, P. M. Incêndios na Amazônia brasileira: Estimativa da emissão de gases do efeito estufa pela queima de diferentes ecossistemas de Roraima na passagem do evento "El niño" (1997/98). **Acta Amazônica**. v.29, n.4, 1999.

BARLOW, J. & PERES, C. A. Fogo rasteiro: nova ameaça na Amazônia. **Ciência Hoje**, v.34, n.199, 2003a.

BARLOW, J. & PERES, C.. Large tree mortality and the decline of forest biomass following Amazonian wildfires. **Ecology Letters**, v.6, p.6-8. 2003b.

BARONE, J.A. & COLEY, P.D. Herbivorismo y las defensas de las plantas. Pp.465-492. *In*: GUARIGUATA, M.R. & KATTAN, G.H.(eds.) **Ecología y conservación de Bosques Neotropicales**. Libro Universitario Regional: Costa Rica, 692pp. 2002.

BRUNA, E. M. Seed germination in rainforest fragments. **Nature**,v.402, p.139.1999.

BRUNA, E.M. Effects of forest fragmentation on *Heliconia acuminata* seedling recruitment in central Amazonia. **Oecologia**, v.132, p.235-243, 2002.

COCHRANE, M. A & SCHULZE, M. D. Fire as a recurrent event in tropical forest of the eastern Amazon: Effects on forest structure, biomass, and species composition. **Biotropica**, v.31, n.1, p2-16, 1999.

CRAMER, J.M.; MESQUITA, R.C.G. & WILLIAMSON, G.B. Forest fragmentation differentially affects seed dispersal of large and small-seeded tropical trees. **Biological Conservation**, v.137 p.415-423, 2007.

DIAZ, M. C. V *et al.* **O Prejuízo Oculto do Fogo: Custos Econômicos das Queimadas e Incêndios Florestais na Amazônia.** IPAM. 2002.

FEARNSIDE, P. M. Causes of deforestation in the Brazilian Amazon, p.37-61. *In*: R.F. Dickinson (ed.). **The geophysiology of Amazonia: vegetation and climate interactions.** 526pp. John Wiley & Sons, Nova York. 1987.

FEARNSIDE, P. M. Greenhouse gases from deforestation in Brazilian Amazonia: net committed emissions. **Climate Change**, v.35, p.321-360, 1997.

FEARNSIDE, P. M. Soybean cultivation as a threat to the environment in Brazil. **Environmental Conservation**, v.28, p.23-38 2001.

FEARNSIDE, P. M. Desmatamento na Amazônia brasileira: história, índices e consequências. **Megadiversidade**, v.1, n.1. INPA, 2005.

GRACE, J.; MALHI, Y.; LLOYD, J.; MCINTYRE, J.; MIRANDA, A.C.; MEIR, P. The use of eddy covariance to infer the net carbon dioxide uptake of Brazilian rain forest. **Global Change Biology**, v.2. p.209-217, 1996.

GOOGLE imagens. Disponível em: <<http://www.google.com/imagens>>. Acesso em: 24 nov. 2011.

HENDERSON-SELLERS, A.; DICKINSON, R.E.; DURBIDGE, T.B.; KENNEDY, P.J.; MCGUFFIE, K. and PITMAN A.J. Tropical deforestation: modeling local to regional-scale climate change. **Journal Geophysics Research** v.98, p.7289-7315, 1993.

HOLDSWORTH, A. R. & UHL, C. Fire in Amazonian selectively logged rain forest and the potential for fire reduction. **Ecological Application**, v.7, p.713- 722, 1997.

HOLT, R.D. Food webs in space: On the interplay of dynamic instability and spatial processes. **Ecological Research**, v.17, p.261-273, 2002.

IBAMA. **Avaliação rápida dos impactos ambientais dos incêndios sobre as florestas no estado de Roraima**. Instituto brasileiro do meio ambiente e dos recursos naturais renováveis. 91pp. 1998.

IBGE. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/estadosat/perfil.php?sigla=pa>>. Acesso em: 29 set. 2011.

INPE. **Estimativa da área de cobertura florestal afetada pelo incêndio em Roraima, utilizando dados de multisensores**. Instituto nacional de pesquisas espaciais (INPE)/ divisão de sensoriamento remoto. 71pp. 1998.

INPE. **Estimativa da área de cobertura florestal afetada pelo incêndio em Roraima a partir de dados de satélite.** Instituto nacional de pesquisas espaciais (INPE). 8p. 1999.

INPE. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/prodes/prodes_1988_2010.htm>. Acesso em: 13 out. 2011.

JIPP, P.; NEPSTAD, D. and CASSIE, K. Deep soil moisture storage and transpiration in forest and pastures of seasonally- dry Amazonia. **Climate Change**, v.39, n.2-3, p395-412,1998.

LAURANCE, W. F. & VASCONCELOS, H. L. Consequências Ecológicas da Fragmentação Florestal na Amazônia. **Oecologia Brasiliensis**. v.13, n.3, p.434-451 2009.

LEAN, J. & WARRILOW, D. A. Simulation of the regional climatic impact of Amazon deforestation. **Nature**, v.342, p.411-413, 1989.

LENTINI, M.; VERÍSSIMO, A. & PEREIRA, D. A Expansão Madeireira na Amazônia. **O estado da Amazônia (IMAZON)**, n.2, 2005. Disponível em: <<http://imazon.org.br>>. Acesso em: 25 agosto 2011.

LIMA, A. J. N.; TEIXEIRA, L. M.; CARNEIRO, V. M.; SANTOS, J. dos; HIGUCHI, N. 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 Amazônica**. v.37, n.1, p49-54, 2007.

LIOUSSE, C.; CACHIER, H.; GRÉGOIRE, J.M.; PENNER, J.; LAVOUÉ, D.; HOBBS, P.; SCHOLLES, M.; BARBOSA, P.; ANDREAE, M. O.; ARTAXO, P. Deriving global quantitative estimates for spatial and temporal distributions of biomass burning emissions. p.71-113. *In*: Granier, C.; Artaxo, P.; Reeves, C. (eds). **Emissions of trace gases and aerosols into the atmosphere**, 560pp. Kluwer Academic Publishers, London, 2004.

MALIGREAU, J.; TUCKER, C.J. Large scale deforestation in the Southeastern Amazon Basin of Brazil. **Ambio**, v.17, p.49-55, 1988.

MOUTINHO, P. & NEPSTAD, D. As funções ecológicas dos ecossistemas florestais: implicações para a conservação e uso da biodiversidade amazônica. Pp.177-183. *In*: Capobianco, J.P.R.; Veríssimo, A.; Moreira, A.; Sawyer, D.; Santos, I. & Pinto, L.P. (eds.). **Biodiversidade na Amazônia brasileira: avaliação e ações prioritárias para a conservação, uso sustentável e repartição de benefícios**. Instituto Socioambiental, 540pp. 2001.

NEPSTAD, D. C.; CARVALHO, C. R.; DAVIDSON, E. A.; JIPP, P. H.; LEFEBVRE, P. A.; NEGREIROS, G. H.; SILVA, E. D.; STONE, T. A.; TRUMBORE, S. E. and VIEIRA, S. The role of deep in the hydrological and carbon cycles of Amazonian forest and pastures. **Nature**, v.372; p.666-669.1994.

NEPSTAD, D. C., MOREIRA, A. G. & ALENCAR, A. A. **A Floresta em Chamas: Origens, Impactos e Prevenção de Fogo na Amazônia**. Brasília: IPAM, 202pp. 1999a.

NEPSTAD, D.C.; VERÍSSIMO, A.; ALENCAR, A.; NOBRE, C.; LIMA, E.; LEFEBVRE, P.; SCHLESINGER, P.; POTTER, C.; MOUTINHO, P.; MENDOZA, E.; COCHRANE, M.; BROOKS, V. Large-scale impoverishment of Amazonian forest by logging and fire. **Nature**, v.398; p505-508.1999b.

NEPSTAD, D.; CARVALHO, G. Road Paving, Fire Regime Feedbacks, and the Future of Amazon Forests. **Forest Ecology & Management**, v.154; p.395-407, 2001.

NEGREIROS, G.H.; SANDBERG, D.; ALVARADO, E; HINEKLEY, T.; NEPSTAD, D.C.; PEREIRA, M. Fire along the transition between the Amazon Forest and cerrado ecosystems. **13th Conference on fire and forest meteorology** (27-31 october), Lorne, Australia, 1996.

NOBRE, C. A; SELLERS, P. J; SHUKLA, J. Amazonian deforestation and regional climate change. **Journal of Climate**, v.4, p.957-988, 1991

PEREIRA, D.; SANTOS, D; VEDOVETO, M.; GUIMARÃES, J.; VERÍSSIMO, A. **Fatos Florestais da Amazônia**. Belém, PA: IMAZON, 124pp. 2010.

PINTO, E. P. P.; MOUTINHO, P.; RODRIGUES, L. **Perguntas e respostas sobre aquecimento global**. Belém, PA: IPAM, 53pp. 2008.

POWELL, A.H. & POWELL, G.V.N. Population dynamics of male euglossine bees in Amazonian forest fragments. **Biotropica**. v.19, p.176-179, 1987.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F. & EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal**. 6^a ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. . 928pp. 2001.

RAY, D; NEPSTAD, D. & BRANDO, P. Predicting moisture dynamics of fine understory fuels in a moist tropical rainforest system: results of a pilot study undertaken to identify proxy variables useful for rating fire danger. **New Phytologist**. v.187, p.720–732, 2010.

RICKLEFS, R. E. **A Economia da Natureza**. W. H. Freeman and company, New York. 5^a ed. 503pp. 2003.

ROSENFELD, D. TRMM Observed First Direct Evidence of Smoke from Forest Fires Inhibiting Rainfall. **Geophys**. v.26, p.3105-3108, 1999.

SERRÃO, E. A. S.; NEPSTAD, D. C. e WALKER, R. T., Desenvolvimento agropecuário e florestal de terra firme na Amazônia: sustentabilidade, criticalidade e resiliência. p.367-386, *In*: HOMMA, A. K. O. (Ed.). **Amazônia: Meio Ambiente e Desenvolvimento Agrícola**. Brasília: Embrapa, 386pp. 1998.

SHUKLA, J.; NOBRE, C. A. and SELLERS, P. Amazon deforestation and climate change. **Science**, v.247, p.1322- 1325, 1990.

SHULZE, M. D. Forest fires in the Brazilian Amazon. **Conservation Biology**, v.12, n.5. p.948-950, 1998.

TABARELLI, M.; SILVA, M. J. C. & GASCON, C. Forest fragmentation, synergisms and the impoverishment of neotropical forests. **Biodiversity and Conservation**. V.13, p.1419-1425, 2004.

TIMMERMAN, A.,J. OBSERHUBER, A. BACHER, M. ESCH, M. LATIF & E. ROECKNER. Increased El Niño frequency in a climate model forced by future greenhouse warming. **Nature**, n.398, p694-697, 1999.

TOCHER, M.; GASCON, C. & ZIMMERMAN, B.L. Fragmentation effects on a central Amazonian frog community: a ten-year study. p.124-137. *In*: W.F. Laurance & R.O. Bierregaard. (eds). **Tropical forest remnants: ecology, management, and conservation of fragmented communities**. University of Chicago Press, Chicago, 616p. 1997.

UHL, C & VIEIRA, C. G. Ecological Impacts of Selective Logging in the Brazilian Amazon: A Case Study from the Paragominas Region of the State of Para. **Biotropica**, v.21 p.98-106, 1989.

UHL, C.; BEZERRA, O. & MARTINI, A. Ameaça a Biodiversidade na Amazônia Oriental. **Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia (IMAZON), Série Amazônia**, n.6 p.1-34 1997.

VERÍSSIMO, A.; BARRETO, P.; MATTOS, M.; TARIFA, R. & UHL, C. Logging impacts and prospects for sustainable forest management in an old Amazonian frontier: the case of Paragominas. **Forest Ecology and Management**. v.55, p.169-199, 1992.

VERÍSSIMO, A.; LIMA, E.; LENTINI, M.. **Pólos Madeireiros do Estado do Pará**. Belém: IMAZON, 74p. 2002.

VELOSO, H.P.; RANGEL FILHO, A.L.R.; LIMA, J.C.A. **Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal**. IBGE, Departamento de recursos naturais e estudos ambientais, Rio de Janeiro. 124pp. 1991.

WILLIAMS, M. Deforestation: past and present. **Progress in Human Geography**, v.13, p.176-208, 1989.



Universidade do Estado do Pará
Centro de Ciências Sociais e Educação
Campus IV - Núcleo de Paragominas
Curso de Licenciatura Plena em Ciências Naturais- Biologia
BR 010, S/N. – Angelim
CEP: 68780-000 - Fone: 3729-3074
Paragominas – PA