INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA – INPA

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS – UFAM

Distúrbios Decorrentes de Blowdown em uma Área de Floresta na Amazônia Central.

GIULIANO PIOTTO GUIMARÃES

MANAUS-AM

Março/ 2007

Livros Grátis

http://www.livrosgratis.com.br

Milhares de livros grátis para download.

GIULIANO PIOTTO GUIMARÃES

Distúrbios Decorrentes de Blowdown em uma Área de Floresta na Amazônia Central.

Dissertação apresentada ao Programa Integrado de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais do convênio INPA/UFAM para obtenção do Título de Mestre em Ciências Agrárias, área de concentração em Ciências de Florestas Tropicais.

Orientador: Niro Higuchi

Fonte financiadora: PPI
Projeto N°: 2-3105

MANAUS-AM

Março/ 2007

AGRADECIMENTOS

- Aos meus pais.
- À Patrícia.
- A minha família.
- Aos meus amigos.
- Aos drs. Niro Higuchi e Joaquim dos Santos pela oportunidade, confiança, dedicação e paciência.
- Aos colegas do curso de mestrado (galerosos- CFT).
- Aos companheiros de trabalho Chicó, Wanderley, Armando, Paulo, Zezão, Sérigo, Manoel, Bertran, Alquimar, Luis, Geraldo, Romeu e Caroço.
- Ao Excercito Brasileiro pelo vôo de helicóptero.
- À Jeffrey Chambers,
- À Amanda e Mathew Robertson pela ajuda e amizade.
- Ao CNPq.

ÍNDICE

LISTA DE TABELAS	v
LISTA DE FIGURAS	vi
1. INTRODUÇÃO	07
2. OBJETIVOS	09
3. REVISÃO DE LITERATURA	10
3.1 BLOWDOWNS	10
3.1.1 Mapeamento de Blowdowns	11
3.1.2 .Danos e mortalidade	12
3..2 DINÂMICA DE CARBONO	13
4.MATERIAL E MÉTODOS	14
4.1.LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA	14
4.2 IMAGENS DE SATÉLITE	15
4.3.COLETA DE DADOS	17
4.4 ESTIMATIVA DA NECROMASSA	18
4.5 DENSIDADE A MADEIRA	18
4.6.HIPÓTESES	20
4.7.Análise Estatística	20
4.7.1 análise de variância	20
5. RESULTADO E DISCUSSÃO	22
6. CONCLUSÃO	30
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Cor do pixel obtida por meio da filtragem da imagem com o MTMF e atribuída a cada classe de dano a copa.....17

Tabela 2: Coordenadas e valor do pixel de todas as parcelas separadas por classe de dano à copa e dos sítio perturbados pelo distúrbio.....18

Tabela 3: Número de indivíduos vivos e mortos inventariados nas cinco diferentes sítios atingidas por Blowdown e separados por parcelas.....22

Tabela 4: teste de normalidade dos índices de mortalidade medido em áreas atingidas por Blowdown.....23

Tabela 5: quadro auxiliar de análise de variância dos índices de mortalidades medidos em campo.....23

Tabela 6: Médias de mortalidade das classes de distúrbio e dos 5 sítios amostrados após a detecção dos danos por Blowdown em área de terra firme na Amazônia Central.....24

Tabela 7: Quadro do estudo de regressão realizado para testar a significância da relação entre o índice de mortalidade medido em campo e o valor do pixel calculado na imagem da área atingida por Blowdown.....25

Tabela 8: teste de normalidade da necromassa estimada em uma área atingida por Blowdown.....25

Tabela 9: quadro auxiliar de análise de variância dos índices de mortalidades medidos em campo.....26

Tabela 10: Médias de mortalidade das classes de distúrbio e dos 5 sítios amostrados após a detecção dos danos por Blowdown em área de terra firme na Amazônia Central.....26

Tabela 11: Quadro do estudo de regressão realizado para testar a significância da relação entre a necromassa estimada com os dados medido em campo e o valor do pixel calculado na imagem da área atingida por Blowdown.....27

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Imagem LANDSAT de 2005. Detalhe das áreas atingidas pelo Blowdown em terras da Estação Experimental de Silvicultura Tropical do INPA.....15

Figura 2: (a) Imagem satélite EO-01 sensor Hyperion.da área onde ocorreu o Blowdown. (b) detalhe ampliado da área de estudo. (c) Imagem filtrada, cada cor corresponde a uma diferente classe de dano.....17

Figura 3: Detalhe da dificuldade de acesso e vista aérea da área de floresta de terra firme danificada pelo blowdown 17

Figura 4: Comparação entre a distribuição diamétrica esperada e a distribuição diamétrica observada nas cinco diferentes classes de dano a copa causada por Blowdown.....28

Figura 5: Distribuição relativa das árvores vivas e mortas, medidas em áreas atingidas por Blowdown, nas classes de densidade da madeira.....29

RESUMO

A evolução dos sistemas de geoprocessamento aprimorou a detecção de danos de causa natural em florestas, especialmente micro-explosões causadas por tempestades naturais convectivas denominadas “blowdown”. Neste trabalho foram analisadas imagens da reserva ZF-2-INPA (Manaus-Brasil) obtidas pelo sensor hiperespectral (HYPERION) e selecionados 5 “blowdowns” que ocorreram em Janeiro/2005. O objetivo desta pesquisa foi comparar os valores de NPV (non-photosynthetic vegetation) da imagem com a mortalidade e necromassa medidos em campo. Áreas mais afetadas foram identificadas por meio de 4 “endmember spectral mixing analysis” (SMA). Desta análise foram determinadas coordenadas de 5 diferentes respostas espectrais dentro de cada “blowdown” formando um gradiente de dano ao dossel variando de 0-100% em um intervalo de 20%. Foram instaladas parcelas de 20x20 m e medido o DAP de todos os indivíduos vivos e mortos acima de 10 cm.

Os resultados mostraram uma baixa relação entre o valor da NPV, os índices de mortalidade ($p \geq 0,05$) e necromassa ($p \geq 0,05$). Isto se deve à dificuldade de precisão na instalação das parcelas e influência da queda de árvores externas. Com o refinamento da metodologia aplicada será possível validar a relação entre atributo espectral e a verdade de campo gerando informações mais confiáveis para os modelos de dinâmica de carbono.

Palavras chaves: blowdown, mortalidade, necromassa, disturbios naturais, imagem hiperspectral, Amazonia Central.

ABSTRACT

The evolution of GIS allowed to discover natural damage on forest, especialy disturbance caused by convective storms called blowdon. In this work were analised images form the ZF-2, a research area from INPA (Manaus – Brasil) captured by the hiperspectral sensor (HYPERYON)and selected five blowdowns that ocorred in 2005/January. The aim of this research was to compare the NPV values (non-photosynthetic vegetation) with the mortality rates and necromass mesured in field. Severely affecteed areas were indentified by four "endmember spectral mixing analysis" (SMA). From this analis was determineted the coordinates of five diferent spectral response in each blowdown forming a damaege canopy gradiant from 0 to 100%. Plots (20x20 m) were insataled and was mesured the dbh from all living and dead trees over 10 cm. The results showed a low relationship beetween the NPV value and the mortality ($p \geq 0,05$) rate as well with the necromass ($p \geq 0,05$). Probably this was caused by the dificult to install the plots with precision and the influece of external trees. With the improvement of the aplicated methodology it will be possible to validate the relationship bettween the spectral atribut and the mesures on the filed producing accurate informations for the carbon dinamic models.

Key words: blowdown, mortality rate, necromass, natural disturbance, hiperspectral iamges, Central Amazon.

1. INTRODUÇÃO

O aumento da concentração de CO_2 na atmosfera vem gerando problemas e preocupações do ponto de vista climático no planeta já que este é o principal gás responsável pelo efeito estufa. Estima-se que as emissões provenientes da queima de combustíveis fósseis sejam de 6 bilhões de toneladas de carbono ao ano enquanto as emissões por meio de desmatamento e mudanças do uso do solo fiquem em 1,7 bilhões de toneladas de carbono por ano. Por isso, entender como a floresta mantém seu carbono alocado e por quanto tempo é fundamental para a compreensão do papel dessa seja como um sumidouro ou como fonte emissora de carbono para a atmosfera.

As conseqüências da intervenção humana na floresta amazônica puderam ao longo do tempo ser mensuradas, o que possibilitou um avanço no conhecimento da dinâmica do carbono. Porém, em muitos casos a floresta sofre danos de origem natural cujas alterações são tão, se não mais, impactantes do que as de origem antrópica; como exemplo os Blowdowns. Este fenômeno climático é ainda pouco conhecido nas florestas tropicais o que não impede que seus danos assumam dimensões gigantescas e em grande freqüência. Conseguir identificar, prever e principalmente quantificar os danos decorrentes de um Blowdown é uma necessidade da ciência para alcançar números mais confiantes a respeito das emissões bem como os estoques de carbono na floresta.

Com o avanço das imagens aéreas e os sistemas de geoprocessamento hoje é possível ter uma visão superior de grandes áreas florestais bem como uma noção espacial e temporal mais precisa. Por meio dessas ferramentas as áreas afetadas por Blowdowns são identificáveis, pois em um intervalo pequeno de tempo alteram a paisagem criando um mosaico de floresta madura e floresta alterada. Embora já se aponte com precisão os locais alterados ainda é necessário quantificar os danos dos Blowdowns para refinar os sistemas de geoprocessamento. Feito isso, as imagens aéreas servirão de base para estimar o índice de mortalidade causado em determinada área da floresta atingida por um blowdown afim de que esse número entre no orçamento do balanço de carbono.

Este trabalho envolve duas frentes. A primeira é relacionada com a classificação das imagens obtidas pelo sensor hiper-espectral Hyperion acoplado ao satélite EO-01. Esta classificação foi baseada em cinco classes de distúrbios de 0 a 100% em múltiplos de 20%. A segunda é a verdade de campo em relação à biomassa de árvores

vivas e mortas em pé ou caídas. Confrontadas estas duas frentes, o resultado será a validação da classificação de imagens e o efeito do fenômeno blowdown sobre a floresta primária da Amazônia Central.

As cinco áreas perturbadas pelos blowdowns dentro da Estação Experimental do INPA foram analisadas. Cinco parcelas de 20 x 20 m foram instaladas em cada área perturbada. Em cada parcela, as árvores vivas e mortas foram identificadas sendo atribuídas as densidades de cada uma.

2. OBJETIVOS

2.1.GERAL

Compreender como a composição florestal e o peso de necromassa se comportam em áreas atingidas por Blowdowns.

2.2.ESPECÍFICOS

- Medir o índice de mortalidade e o peso de necromassa em áreas afetadas por Blowdowns.
- Comparar a densidade da madeira dos indivíduos vivos e mortos.
- Analisar a distribuição diamétrica dos indivíduos remanescentes.
- Comparar índice de mortalidade e o peso de necromassa das diferentes classes de distúrbios.
- Ajustar uma equação que relacione índice de mortalidade, peso de necromassa com o atributo espectral das diferentes classes de distúrbio.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1.BLOWDOWNS

Blowdown é um distúrbio que vem sendo estudado com freqüência nos últimos anos bem como as suas conseqüências. Pickett & White (1985) definem que distúrbio pode ser considerado qualquer fenômeno eólico que cause ruptura na estrutura da população ou da comunidade, e aumente a disponibilidade de substrato e/ou recurso.

O Blowdown é descrito como um fenômeno meteorológico que ocorre em tempestades convectivas, quando as condições atmosféricas produzem uma massa de ar descendente, como conseqüência do resfriamento por meio da evaporação de várias partículas de precipitação. Normalmente, é uma massa de ar que subiu a cima desta tempestade, e que depois foi empurrada por ventos de grandes altitudes. Ocorre então um aumento da aceleração pela queda dos pingos de chuva e a massa de ar desce formando um Blowdown extremamente poderoso (Doswell, 1994).

Blowdowns causados por tempestades convencionais foram registrados em florestas tropicais na América do sul (Dyer,1998), mas ainda não existe uma quantificação da ocorrência dos Blowdowns em escala continental (Nelson *et al*. 1994). Sabe-se que a floresta responde de forma diferente devido à dinâmica deste fenômeno que varia muito em intensidade e área de ocorrência (Dobson, 1990). Podem ocorrer em forma de rajadas de vento (arrancando as árvores com raízes), ventos súbitos (quebrando troncos e galhos) e/ou acelerando a queda das folhas (Kennedy, 1974; Bormann and Likens, 1979). O efeito direto de um Blowdown também inclui o removimento e mistura de horizontes do solo, redução da cobertura florestal, aumento da quantidade de biomassa morta desde folhas e galhos até troncos inteiros e massa de raízes, rápida emergência da vegetação e mudanças no escoamento hidrológico (Dobson, 1990).

Os estágios de crescimento das árvores ocorrem devido à abertura de clareira por queda de árvores inteiras ou partes delas (Haag, 1985). Por isso os Blowdowns tendem a aumentar a diversidade da paisagem porque criam mosaicos de diferentes idades e diferentes fases sucessionais (Webb 1958; Foster & Boose 1992). Entretanto, os padrões de destruição destas tempestades são muito complexos ocorrendo de forma parcial ou total em várias escalas (Rebertus, 1997). Como mecanismo de ciclo da floresta em escala regional, estes grandes blowdowns contribuem com uma pequena parcela na floresta da bacia amazônica. Mas em escala local estes são distúrbios catastróficos com sérias implicações para os processos do ecossistema, estrutura da comunidade e composição (Nelson *et al*., 1994).

Blowdowns podem funcionar como um reservatório para espécies que requerem grandes áreas para regenerar; eles podem ter a importância de manter a população de espécies que colonizam grandes clareiras abertas pelo homem. Particularmente, estas áreas abrigarão espécies com uma densidade da madeira em média menor quando comparadas com áreas intactas, o que aumenta a susceptibilidade de danos em tempestades subseqüentes. Áreas adjacentes a novos Blowdowns também tendem a ficar vulneráveis a tempestades devido a exposição das árvores ao longo da bordadura (Nelson *et al*., 1994)

3.1.1.Mapeamento dos Blowdowns

A distribuição das áreas de maior densidade de Blowdowns coincide aproximadamente com as de maior freqüência de tempestades. (WMO, 1953). Porém Nelson *et al*. (1994) atenta para o cuidado do uso desses dados, pois esses se baseiam em registros de tempestades que foram apenas ouvidas.

Nelson *et al*. (1994) sugere estudos mais detalhados dos Blowdowns datados em uma série temporal de imagens TM e em campo para melhorar as estimativas da área total afetada por Blowdown e índices de formação. Tais estudos melhorariam o conhecimento a respeito do regime dos distúrbios e sucessão na bacia amazônica e poderiam servir de modelo para compreender as capoeiras.

Detectou-se em imagens de satélite TM ao norte de Manaus próximo a Tefé, altas frações de vegetação verde e poucas de vegetação não fotossinteticamente ativa. Essa resposta espectral é característica de floresta secundária que demonstra uma cobertura mais esfumaçada e fechada por expor menos material lenhoso em relação a uma floresta madura (Nelson *et al*., 1994).

Nelson *et al*. (1994) aponta duas principais fontes de erros no uso de imagens de satélite na estimativa da área de destruição dos Blowdowns: áreas menores que 30 ha não foram contadas e a floresta primária remanescente dentro das áreas com mais de 30 ha não foram descontadas.

Ainda não se sabe dizer por quanto tempo os Blowdowns podem ser detectados por meio de imagens Landsat. Embora os de maiores proporções possam ser detectados por mais de 20 anos, os menores já tendem a ser menos perceptíveis devido a velocidade de fechamento das copas em distúrbios de menor escala (Nelson *et al*., 1994).

3.1.2.Danos e mortalidade

O aumento repentino da serapilheira formada por material jovem proveniente de um Blowdown pode alterar significativamente o ciclo do carbono bem como de outros nutrientes. A floresta que regenera terá uma menor quantidade de biomassa e alta produtividade em relação a uma floresta madura em um curto período (Sanford *et al* 1991) e será um depósito local de carbono. Devido a sua pequena área, blowdowns não alterarão seriamente o ciclo regional do carbono ou as estimativas de biomassa, mas a sua descoberta realça a heterogeneidade da floresta amazônica (Nelson *et al*., 1994).

Nem todas as áreas com ocorrência de tempestade são igualmente vulneráveis a danos causados por ventos devido as grandes diferenças de vegetação e fatores de sítio. Assim como algumas podem sofrer danos constantes, outras podem se demonstrar mais resistentes (Peterson, 2000).

Existe um aumento significante tanto na porcentagem de mortalidade como no de árvores descopadas, com o aumento da velocidade do vento estimada. (Peterson, 2000). Sabe-se também que as espécies diferem em profundidade de raiz, arquitetura acima do solo e resistência da madeira causando uma variação substancial na probabilidade de sofrer algum dano (Touliatos and Roth, 1971). Aparentemente níveis de danos e níveis de mortalidade são positivamente correlacionados, mas tal relação merece cuidados. Padrões de mortalidade são especialmente influenciados pela rebrota das árvores após um vento catastrófico.

A mortalidade frequentemente é maior em árvores grossas devido a combinação de grandes níveis de dano e baixa capacidade de brotação em classes de maior diâmetro (Peterson, 2000). A susceptibilidade de uma área a danos causados por ventos é controlada por características como altura e diâmetro das árvores, densidade da madeira, área da copa e profundidade das raízes (Fraser, 1962). Peterson (2000) sugere que os estudos devam também ser direcionados para as árvores individualmente para apontar quais as características influenciam o nível de dano e quais respondem a ele.

As características mais importantes das árvores que influenciam os danos causados por vento são tamanho e espécie. A resistência da madeira confere as espécies uma vantagem na sobrevivência. Espécies pioneiras comumente sofrem maiores danos porque são mais freqüentes (Peterson, 2000).

3.2. DINÂMICA DO CARBONO

A Amazônia central apresenta maior biodiversidade, biomassa e estoques de carbono, porém menores índices de crescimento quando comparado com outros sítios. O crescimento lento combinado com os altos níveis de carbono estocado indica que as árvores da Amazônia central apresentam uma idade superior àquelas utilizadas em modelos de dinâmica do carbono em florestas tropicais. (Vieira, 2004).

A Amazônia tem papel fundamental no ciclo global do carbono tanto como fonte como sumidouro, devido à grande quantidade de carbono armazenado em sua biomassa e pela grandeza de seus fluxos anuais de fotossíntese, respiração e decomposição (Ometto *et al.*, 2005). A partir disso, surge a grande incerteza a respeito das estimativas destes fluxos para os trópicos como um todo. Isso mostra que ainda não se tem informações suficientes para decidir se a Amazônia é uma fonte, um sumidouro de carbono ou então ambos dependendo das variações climáticas e dos índices de conversão da floresta.

O acumulo de informações suficientes para um enorme sistema como a região amazônica tem que avançar passo a passo (Ometto, *et al.* 2005). Por isso, os mecanismos e a localização dos sumidouros terrestres de dióxido de carbono atmosférico ainda são controversos. Phillips et al. (1998), baseado em estudos em parcelas permanentes, concluiu que a Amazônia funcionou com sumidouro durante o período de 1980 – 1995. Higuchi *et al*. (2004) chegou a mesma conclusão em um trabalho em parcelas testemunhas de um experimento de manejo florestal, na mesma estação experimental.

Variações climáticas influenciam o processo demográfico da floresta e, logo, o balanço de carbono por longos períodos (Rice *et al.*, 2004). Distúrbios naturais complicam as estimativas do balanço de carbono em níveis regionais. Sítios com características específicas como antigos distúrbios contrastam a variabilidade do fluxo de CO_2 medido (Ometto, *et al.* 2005). Saleska, 2003 aponta para a importância de estudos sobre respiração e distúrbios para a compreensão do presente e futuro balanço do carbono na floresta amazônica.

Em áreas próximas às áreas perturbadas pelos blowdowns, há dois transectos de 20 x 2500 que são monitorados em ocasiões sucessivas de 1996 a 2006. Em 1998 ocorreu o fenômeno El Niño (seca anormal) e, em 2000, o La Niña (chuva anormal). A maior mortalidade ocorreu no ano seguinte a La Nina (Rocha *et al*., 2003).

Um importante aspecto sobre a biomassa acima do solo, especialmente em material lenhoso, é o tempo de residência do carbono. Este parâmetro está relacionado

com o tipo florestal, disponibilidade de nutrientes e condições ambientais. (Ometto, *et al.* 2005).O acúmulo de carbono em material lenhoso ainda vivo é compensado pela mortalidade das árvores. Portanto, a variação do papel da floresta entre fonte e sumidouro de carbono não depende apenas do incremento em biomassa.

A mortalidade, sua distribuição espacial e temporal, e suas relações com distúrbios naturais, são pontos importantes e que devem ser considerados quando se atribui o tempo médio de vida das árvores em modelos climáticos (Ometto, *et al.* 2005). A mortalidade causada por danos físicos é relativamente mais fácil de ser detectada e documentada do que a causada por patógenos, herbívoros ou fatores fisiológicos (Clark & Clark, 1991).

A serapilheira grossa também é classificada como um importante substrato pra muitos grupos de organismos, sendo sua determinação um elemento essencial para o monitoramento do ecossistema da floresta (Ringvall & Stahl, 1999). A serrapilheira grossa ou (*coarse wood debris* - CWD) é definida por Harmon (1986) como o material constituído de árvores mortas em pé ou troncos caídos, galhos, pedaços de madeira e raízes grossas. Este material apresenta maior massa, porém de decomposição mais lenta pois é composta de material lenhoso com grandes diâmetros.

Summers (1998) considerando somente a produção de serrapilheira grossa encontrou uma produção anual de 2,72 t/ha de necromassa (Ø > 10 cm). Com tudo, os índices de decomposição da serrapilheira grossa ainda são pouco conhecidos. Estudos feitos na Amazônia central mostram que estes variam de acordo com a densidade da madeira, diâmetro e teor de umidade. (Chambers, 2004). O carbono perdido por meio da decomposição deve entrar na atmosfera ou então ser redistribuído no ecossistema. Chambers & Nobre 2001 estimam que 76 % do carbono é perdido para atmosfera (1,9 MgC ha $^{-1}$ ano $^{-1}$) enquanto os 24 % são redistribuídos para o sistema.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1.LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA.

As áreas selecionadas para o levantamento dos impactos causados pelos blowdowns dividem-se em dois grandes blocos localizados em terras da Estação Experimental de Silvicultura Tropical do INPA, localizada no Distrito Agropecuário da Superintendência da Zona Franca de Manaus. O menor bloco encontra-se a 500 m da margem direita no fim da vicinal ZF-2 e onde estão o sítio 1 e 2 de 1 ha e 2 ha respectivamente. O outro bloco fica cerca de 5 Km do final da estrada no sentido oeste e é formado pelos sítios 3, 4 e 5 de 12 ha, 13 ha e 25 ha respectivamente.

O relevo é suavemente ondulado; o clima é Am de acordo com a classificação de Köppen; temperatura média anual no mês mais frio é de 18º C; umidade relativa média muito alta, variando de 84% a 90%; precipitação média anual é de 2097 mm, apresentando maior precipitação pluviométrica nos meses de dezembro a maio. (RADAM, 1978). A vegetação da área é influenciada pela bacia do Rio Negro, que abriga as florestas mais heterogêneas da Amazônia.

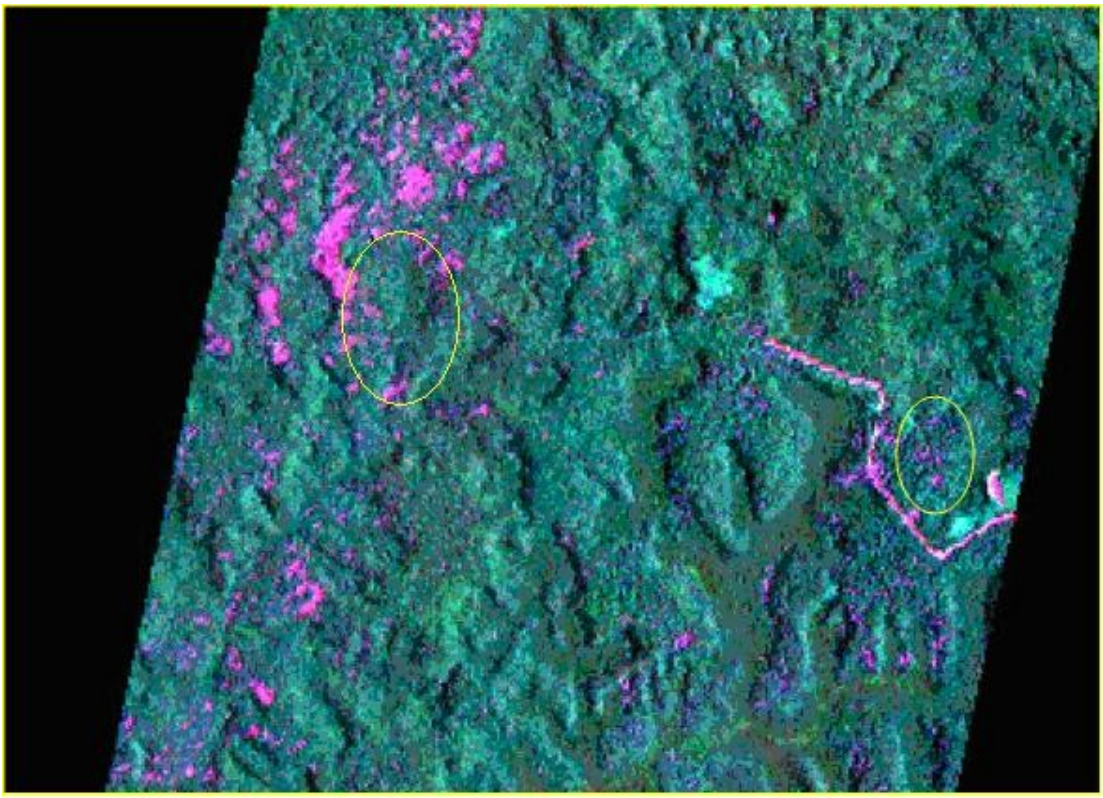


Figura 1: Imagem LANDSAT de 2005. Detalhe das áreas atingidas pelo Blowdown em terras da Estação Experimental de Silvicultura Tropical do INPA.

4.2 IMAGENS DE SATÉLITE

Neste trabalho foram analisadas imagens obtidas por meio do sensor hiperespectral (HYPERION) acoplado ao satélite EO-01 e selecionados 5 diferentes áreas atingidas pelo mesmo Blowdown que ocorreu em Janeiro/2005 (figura 2). Áreas mais severamente afetadas foram identificadas por meio de “spectral mixing analysis” (SMA) usando um “mixture-tuned matched filter” (MTMF). O objetivo da SMA é determinar a fração do sinal refletido que apresenta uma característica (“endmember”) de interesse. Estes “endmembers” podem ser selecionados diretamente da imagem ou selecionados em uma biblioteca espectral baseada em dados coletados em campo com espectrômetros. Para questões relacionadas à vegetação, uma técnica comum é o uso da vegetação verde (GV), Vegetação não fotossinteticamente ativa (NPV), solo, e algumas vezes sombra como “endmembers”, e assumindo que cada pixel seja a uma combinação linear desses. O resultado obtido com o uso do filtro (MTMF) é uma imagem com melhor definição das diferentes respostas espectrais da cobertura florestal (Figura 2). Esta metodologia foi baseada em Souza *et al.* 2005 que utilizou níveis diferentes de NDFI (Normalized Difference Fraction Index) para detectar danos na cobertura da floresta.

Desta análise foram determinadas as coordenadas de 5 diferentes respostas espectrais dentro de cada blowdown formando um gradiente de dano ao dossel variando de 0-100% em um intervalo de 20% (tabela 1). As coordenadas de cada parcela bem com o valor do pixel foram determinadas pela filtragem da imagem (Tabela 2).

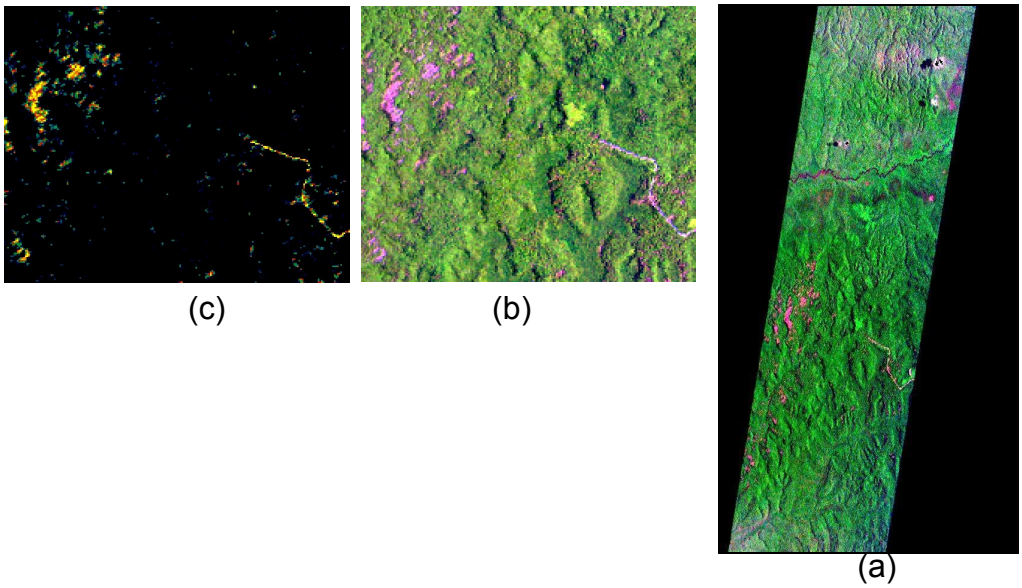


Figura 2: (a) Imagem satélite EO-01 sensor Hyperion.da área onde ocorreu o Blowdown. (b) detalhe ampliado da área de estudo. (c) Imagem filtrada, cada cor corresponde a uma diferente classe de dano.

Tabela 1: Cor do pixel obtida por meio da filtragem da imagem com o MTMF e atribuída a cada classe de dano a copa.

Classe de Distúrbio (% de dano à copa)	**Cor do pixel**
80% - 100%	Orange
60% - 80%	Yellow
40%-60%	Blue
20%-40%	Green
0-20%	White

Figura 3: Detalhe da dificuldade de acesso e vista aérea da área de floresta de terra firme danificada pelo blowdown.

Tabela 2: Coordenadas e valor do pixel de todas as parcelas separadas por classe de dano à copa e dos sítio perturbados pelo distúrbio.

Sítio 1 / classe	cor do pixel	Latitude *	Longitude *	Valor do Pixel
(80% - 100%)	orange	2° 35' 10.56" S	60° 13' 33.15" E	0.81
(60% - 80%)	yellow	2° 35' 8.60" S	60° 13' 37.03" E	0.64
(40% - 60%)	blue	2° 35' 9.57" S	60° 13' 37.03" E	0.56
(20% - 40%)	green	2° 35' 10.54" S	60° 13' 39.94" E	0.28
(0 - 20%)	white 1	2° 35' 13.47" S	60° 13' 40.92" E	0.09
(0 - 20%)	white 2	2° 35' 13.41" S	60° 13' 41.88" E	0.06
Sítio 2 / classe	cor do pixel	Latitude	Longitude	Valor do Pixel
(80% - 100%)	orange	2° 35' 16.41" S	60° 13' 34.14" E	0.96
(60% - 80%)	yellow	2° 35' 15.44" S	60° 13' 32.19" E	0.6
(40% - 60%)	blue	2° 35' 17.39" S	60° 13' 34.14" E	0.59
(20% - 40%)	green	2° 35' 18.36" S	60° 13' 34.14" E	0.26
(0 - 20%)	white	2° 35' 16.42" S	60° 13' 32.20" E	0.16
(0 - 20%)	white 2	2° 35' 15.45" S	60° 13' 30.25" E	-0.06
Sítio 3 /classe	cor do pixel	Latitude	Longitude	Valor do Pixel
(80% - 100%)	orange	2° 33' 44.30" S	60° 16' 12.01" E	1.15
(60% - 80%)	yellow	2° 33' 48.21" S	60° 16' 11.05" E	0.72
(40% - 60%)	blue	2° 33' 44.31" S	60° 16' 10.07" E	0.55
(20% - 40%)	green	2° 33' 46.25" S	60° 16' 12.98" E	0.28
(0 - 20%)	white 1	2° 33' 49.16" S	60° 16' 17.84" E	0.09
(0 - 20%)	white 2	2° 33' 50.14" S	60° 16' 17.84" E	0.16
Sítio 4 / classe	cor do pixel	Latitude	Longitude	Valor do Pixel
(80% - 100%)	orange	2° 34' 15.48" S	60° 16' 27.60" E	0.88
(60% - 80%)	yellow	2° 34' 20.35" S	60° 16' 29.56" E	0.76
(40% - 60%)	blue	2° 34' 19.38" S	60° 16' 29.55" E	0.51
(20% - 40%)	green	2° 34' 16.45" S	60° 16' 29.55" E	0.37
(0 - 20%)	white 1	2° 34' 12.57" S	60° 16' 27.78" E	0.03
(0 - 20%)	white 2	2° 34' 20.37" S	60° 16' 21.80" E	0.11
Sítio 5 / classe	cor do pixel	Latitude	Longitude	Valor do Pixel
(80% - 100%)	orange	2° 33' 57.90" S	60° 16' 33.38" E	0.92
(60% - 80%)	yellow	2° 34' 1.81" S	60° 16' 32.42" E	0.73
(40% - 60%)	blue	2° 34' 0.82" S	60° 16' 37.27" E	0.56
(20% - 40%)	green	2° 33' 57.90" S	60° 16' 35.32" E	0.32
(0 - 20%)	white 1	2° 34' 5.72" S	60° 16' 29.52" E	-0.01
(0 - 20%)	white 2	2° 34'2.79" S	60° 16' 29.51" E	0.13

* UTM zona 21 S

4.3.COLETA DE DADOS

As 30 parcelas foram localizadas com o auxílio de um GPS. Foram feitas medições das coordenadas em intervalos de 10 segundos para aferição da acurácia do aparelho. O centro das parcelas foi determinado na maxima acurácia para garantir que o ponto seja o mais próximo possível do pixel calculado.

Foram instaladas em cada uma das cinco áreas atingidas cinco parcelas temporárias de 20 m x 20 m. Foi repetida uma parcela a mais da classe de menor distúrbio (White, de 0 a 20% de dano à copa) que serviram como testemunha. Nestas

parcelas de 0,04 ha foi realizado o inventário de todas as árvores com DAP≥ 10 cm incluindo os indivíduos mortos pela ação do distúrbio.

A medição do DAP das espécies caídas foi feita com a suta após a determinação correta do ponto de medição no fuste usando uma vara cortada a h 1,30 m. O DAP das demais espécies pode ser feito com o auxílio de fitas diamétricas.

Os indivíduos que sobreviveram ao Blowdown foram contabilizados como vivos quando encontrados de pé, com mais de 50% de sua copa inteira, caídos, mas ainda enraizados e/ou aqueles que, mesmo sofrendo graves danos, foi possível identificar sinais de recuperação como rebrota e produção de material foliar jovem. Os indivíduos foram classificados como mortos quando caídos com as raízes expostas, ou ainda de pé, porém sem a sua copa e com o fuste danificado a ponto de não mostrar nenhum sinal de recuperação.

A identificação das espécies foi feita com o auxilio de parataxonomistas que conseguiram determinar o nome vulgar das árvores por meio de análise das características do tronco, casca, folhas e da madeira. Esta identificação foi utilizada apenas para posteriormente determinar a densidade da madeira dos indivíduos.

4.4 ESTIMATIVA DA NECROMASSA

A necromassa acima do nível do solo foi estimada usando as equações abaixo, desenvolvidas por Higuchi *et al*. (1998):

$\ln P = -1{,}754 + 2{,}665 \ln d$; para indivíduos arbóreos com $5 \leq DAP < 20$cm.

$\ln P = -0{,}151 + 2{,}170 \ln d$; para indivíduos arbóreos com $DAP \geq 20$cm.

Onde:

$\ln$ = logaritmo natural

d = diâmetro a altura do peito (DAP) em cm

P = peso acima do solo em kg

4.5 DENSIDADE A MADEIRA

A densidade da madeira dos indivíduos vivos e mortos foi obtida por meio do trabalho de (Chave 2006) que determinou a densidade média da madeira de 2456 espécies arbóreas da América do Sul e Central. A densidade média da madeira é expressa em g/cm^3.

Devido a problemas de identificação por nome vulgar e por algumas árvores serem desconhecidas, o número de indivíduos com a densidade conhecida foi de 87 %. Está percentagem de árvores é suficiente para a comparação entre as a densidade da madeira das árvores vivas e a densidade da madeira das árvores mortas.

4.6.HIPÓTESES

1. Existe uma relação entre o índice de mortalidade medido em campo e o valor do pixel das classes de danos obtidas por meio de imagem.
2. Existe uma relação entre o peso da necromassa estimada em campo e o valor do pixel das as classes de danos obtidas por meio de imagem.
3. A densidade da madeira influencia na susceptibilidade ao dano.
4. Existe uma tendência de mortalidade em alguma classe diamétrica.

4.7.ANÁLISE ESTATÍSTICA

4.7.1 Análise de variância

A estimativas de necromassa e o índice de mortalidade de cada classe de dano dos 5 sítios foram analisados por meio de uma ANOVA a 5% de probabilidade onde foram testadas as seguintes hipóteses:

a) Índice de mortalidade

Hipótese nula (H_0): Não existe diferença entre o índice de mortalidade de cada classe dano.

Hipótese alternativa (H_1): Não existe diferença nos índices de mortalidade das diferentes classes.

b) Necromassa

Hipótese nula (H_0): Não existe diferença entre a necromassa gerada em cada classe de dano.

Hipótese alternativa (H_1): Não existe diferença nos valores de necromassa das diferentes classes.

c) Densidade da madeira

Hipótese nula (H_0): não existe diferença entre a densidade da madeira das árvores vivas e a densidade da madeira das árvores mortas.

Hipótese alternativa (H_1): existe diferença entre a densidade da madeira das árvores vivas e a densidade da madeira das árvores mortas

d) Classe de diâmetro

Hipótese nula (H_0): A distribuição diamétrica acompanha a distribuição diamétrica de Weibull.

Hipótese alternativa (H_1): A distribuição diamétrica não acompanha a distribuição diamétrica de Weibull.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Freqüência

Foram inventariados 715 indivíduos sendo 489 árvores vivas e 226 árvores mortas (Tabela 3). O número de espécies identificadas foi de 142 sendo a mais freqüente o mata mata amarelo (*Eschweilera odora* (Poepp.) Miers.) com 74 indivíduos e o breu vermelho (*Protium apiculatum* Swart) com 23 indivíduos distribuídos nos 5 sítios. Em relação apenas às espécies mortas o breu vermelho foi o mais freqüente com 24 representantes seguido do mata mata amarelo com apenas 12.

Em algumas parcelas foram encontrados indivíduos mortos mas que já apresentavam um alto grau de decomposição indicando que esses não haviam morrido por conseqüência do fenômeno. Como a intenção do presente trabalho é validar as imagens tiradas após o Blowdown por meio da determinação dos índices de mortalidade apenas do fenômeno, estas não foram contadas.

Tabela 3: Número de indivíduos vivos e mortos inventariados nos cinco diferentes sítios atingidos por Blowdown e separados por parcelas

Classe	Sítio 1		Sítio 2		Sítio 3		Sítio 4		Sítio 5	
	vivas	mortas	vivas	mortas	vivas	mortas	vivas	mortas	vivas	mortas
0-20	28	3	26	3	26	2	29	1	19	5
0-20	19	9	23	4	36	4	26	5	20	2
20-40	28	10	26	15	31	9	19	6	22	9
40-60	22	13	21	4	21	15	17	9	22	3
60-80	21	10	32	2	22	11	22	7	17	13
80-100	18	12	29	5	25	10	16	5	27	17
Total	136	57	157	33	161	51	129	33	127	49

.

5.2 Índice de Mortalidade

O índice de mortalidade foi calculado por meio da seguinte fórmula:

IM (%) = (n° árvores mortas / nº total de árvores) x 100

Foi comum a detecção de indivíduos mortos indiretamente pelo evento, ou seja, árvores que sucumbiram devido a queda de outras, mas que não foram diretamente

derrubadas pelo Blowdown. Estas foram contadas tanto para o cálculo do índice de mortalidade quanto para o volume de necromassa gerado por parcela.

a) Normalidade

Foi comprovada a distribuição normal dos resíduos dos valores dos índices de mortalidade realizado um teste de normalidade a 5% de probabilidade (Tabela 4). Os índices de mortalidade apresentaram um desvio padrão de 20,73288 e uma variância de 429,85248.

Tabela 4: teste de normalidade dos índices de mortalidade medido em áreas atingidas por Blowdown.

Teste (Estatística)	Valor	V. crítico	valor (p)	Normal
Kolmogorov-Smirnov (D)	0.12126	0.17345	P > 15	Sim
Cramér-von-Mises (W2)	0.05474	0.12353	P > 15	Sim
Anderson-Darling (A2)	0.35304	0.70268	P > 15	Sim
Kuiper (V)	0.20046	0.28558	P > 15	Sim
Watson (U2)	0.05219	0.11373	P > 15	Sim
Lilliefors (D)	0.12126	0.173	P > 15	Sim

b) Análise de Variância

Para verificar a existência de variação do índice de mortalidade entre as classes de dano à copa e nos diferentes sítios, foi executada a análise de variância (ANOVA), tendo os sítios como Blocos e as classes de dano como tratamentos, cujos resultados são apresentados na tabela 5.

Tabela 5: quadro auxiliar de análise de variância dos índices de mortalidades medidos em campo.

Quadro de análise de variância

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	4	1728.096	432.02	1.1346
Tratamentos	4	2495.889	623.97	1.6387
Resíduo	16	6092.475	380.78	
Total	24	10316.46		

A análise de variância mostrou que a variação da mortalidade entre blocos e entre tratamentos não é significativa (p-valor $\geq$ 0.05), ou seja, os índices de mortalidade não variam nem entre as classes de dano à copa nem entre os sítios.

Para verificar a igualdade das médias dos índices de mortalidade dos 5 sítios bem como a igualdade das médias dos índices de mortalidade entre os tratamentos foi realizado um teste de Tukey a 5% de probabilidade. (Tabela 6).

Tabela 6: Médias de mortalidade das classes de distúrbio e dos 5 sítios amostrados após a detecção dos danos por Blowdown em área de terra firme na Amazônia Central.

	Médias das classes de dano à copa	Médias dos sítios
1	43.23 a	47.626 a
2	38.984 a	24.194 a
3	43.624 a	39.972 a
4	17.426 a	31.476 a
5	42.432 a	42.428 a
DMS	37.874	37.874

Como a análise de variância já havia indicado as médias dos índices de mortalidade entre classes de distúrbios e entre os sítios não diferem estatisticamente. Portanto, as evidências são fracas para afirmar que as médias dos índices de mortalidade variam entre as diferentes classes de dano à copa.

c) Estudo de regressão

Foi feito um estudo de regressão para ao nível de 5 % de probabilidade onde foram testadas equações até o quarto grau. A variável independente foi o valor do pixel calculado por meio da filtragem da imagem com o MTMF de cada parcela das classes de dano à copa. A relação do valor do pixel com o índice de mortalidade medido em campo mostrou-se não significativa (p-valor $\geq$ 0.05), em nenhum dos quatro graus testados (Tabela 7). A classificação dos pixels em um gradiente de dano detectado no dossel da floresta não foi validado com as medições dos índices de mortalidade correspondentes medidos em campo.

Tabela 7: Quadro do estudo de regressão realixado para testar a significância da relação entre o índice de mortalidade medido em campo e o valor do pixel calculado na imagem da área atingida por Blowdown.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Reg.linear	1	268.0539	268.0539	0.704
Reg.quadra	1	273.3598	273.3598	0.7179
Reg.cúbica	1	895.4066	895.4066	2.3515
Reg.4ºgrau	1	1059.068	1059.068	2.7813
Tratamentos	4	2495.889	623.9721	1.6387
Blocos	4	1728.096	432.024	1.1346
Resíduo	16	6092.475	380.7797	
Total	24	10316.46		

5.3 Necromassa

Os valores dos pesos da necromassa gerada após o distúrbio foram estimados e analisados para todas as árvores mortas. Os valores foram somados e analisados por classe de distúrbio e por sítio na unidade de kg / 0,02 ha.

a) Normalidade

Foi comprovada a distribuição normal dos resíduos dos valores de necromassa realizado um teste de normalidade a 5% de probabilidade (Tabela 8). Os valores estimados de necromassa apresentaram um desvio padrão de 5351,612 e uma variância de 28.639.753,99.

Tabela 8: teste de normalidade da necromassa estimada em uma área atingida por Blowdown.

Teste (Estatística)	Valor	V. crítico	valor (p)	Normal
Kolmogorov-Smirnov (D)	0.15547	0.17345	P > 10	Sim
Cramér-von-Mises (W2)	0.11037	0.12353	P > 0.05	Sim
Anderson-Darling (A2)	0.63779	0.70268	P > 0.05	Sim
Kuiper (V)	0.25452	0.28558	P > 10	Sim
Watson (U2)	0.09704	0.11373	P > 0.05	Sim
Lilliefors (D)	0.15547	0.173	P > 10	Sim
Shapiro-Wilk (W)	0.9277	-	0.07692	Sim

b) Análise de Variância

Para verificar a existência de variação do peso da necromassa entre as classes de dano à copa e nos diferentes sítios, foi executada a análise de variância (ANOVA), tendo os sítios como Blocos e as classes de dano como tratamentos, cujos resultados são apresentados na tabela 9.

Tabela 9: quadro auxiliar de análise de variância dos índices de mortalidades medidos em campo.

Quadro de análise de variância

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Blocos	4	228165054.6	57041263.64	2.6071
Tratamentos	4	109127475.4	27281868.85	1.247
Resíduo	16	6092.47	380.77969	
Total	24	687,354,096		

A análise de variância mostrou que a variação da necromassa entre blocos e entre tratamentos não é significativa (p-valor $\geq$ 0.05), ou seja, a necromassa não varia nem entre as classes de dano à copa nem entre os sítios.

Para verificar a igualdade das médias dos índices de mortalidade dos 5 sítios bem como a igualdade das médias dos índices de mortalidade entre os tratamentos foi realizado um teste de Tukey a 5% de probabilidade. (Tabela 10).

Tabela 10: Médias de mortalidade das classes de distúrbio e dos 5 sítios amostrados após a detecção dos danos por Blowdown em área de terra firme na Amazônia Central.

	Médias das classes de dano à copa	Médias dos sítios
1	8517.48200 a	47.626 a
2	8482.21800 a	24.194 a
3	9121.20800 a	39.972 a
4	3596.05600 a	31.476 a
5	9001.02600 a	42.428 a
DMS	37.874	37.874

Como a análise de variância já havia indicado as médias da necromassa entre classes de distúrbios e entre os sítios não diferem estatisticamente. Portanto, as evidências são fracas para afirmar que as médias da necromassa variam entre as diferentes classes de dano à copa.

d) Estudo de regressão

Foi feito um estudo de regressão para ao nível de 5 % de probabilidade onde foram testadas equações até o quarto grau. A variável independente foi o valor do pixel calculado por meio da filtragem da imagem com o MTMF de cada parcela das classes de dano à copa. A relação do valor do pixel com a necromassa estimada com os dados medido em campo mostrou-se não significativa (p-valor ≥ 0.05), em nenhum dos quatro graus testados (Tabela 11). A classificação dos pixels em um gradiente de dano detectado no dossel da floresta não foi validado com as estimativas de necromassa.

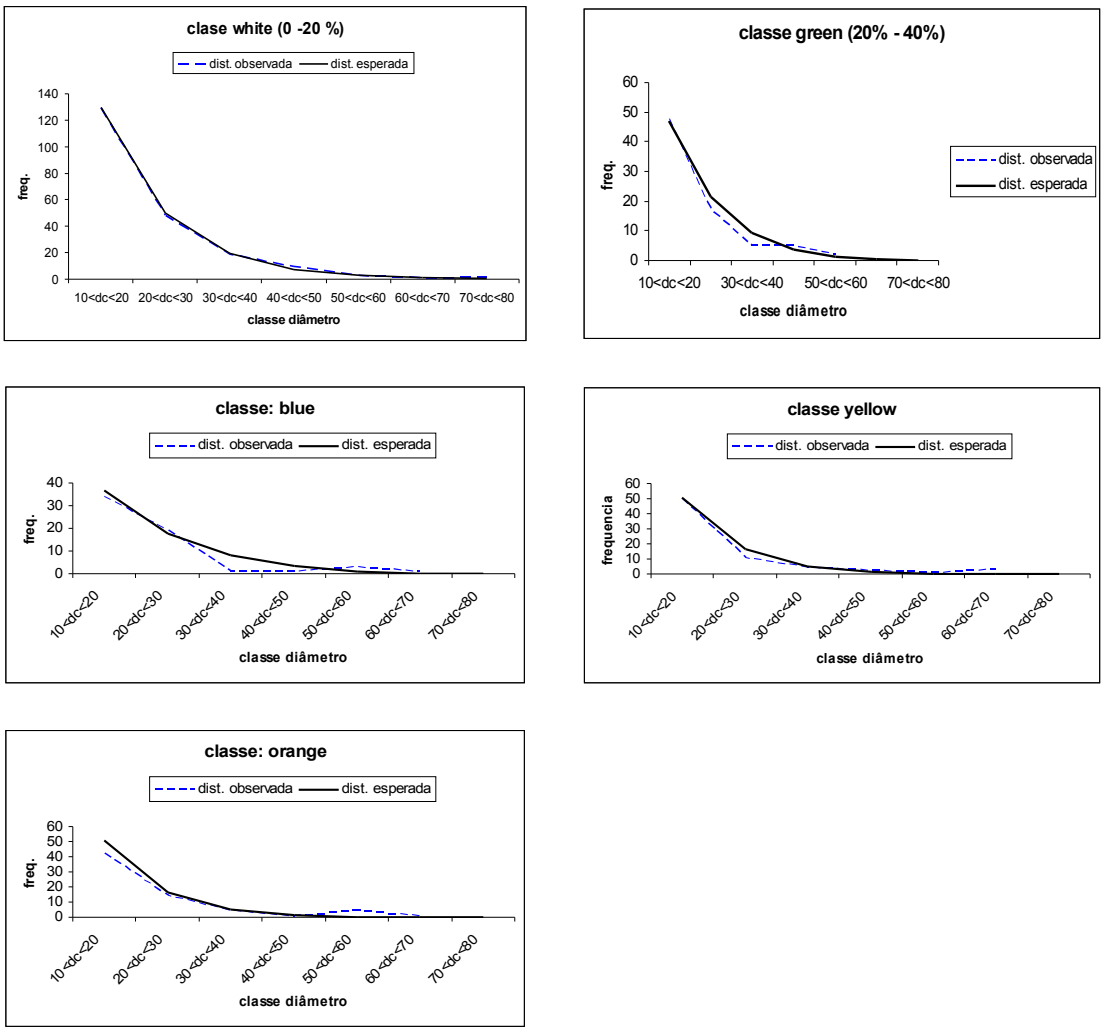
Tabela 11: Quadro do estudo de regressão realizado para testar a significância da relação entre a necromassa estimada com os dados medido em campo e o valor do pixel calculado na imagem da área atingida por Blowdown.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F
Reg.linear	1	7679570.51	7679570.51	0.351
Reg.quadra	1	7944189.62	7944189.62	0.3631
Reg.cúbica	1	52591414.21	52591414.21	2.4038
Reg.4ºgrau	1	40912301.05	40912301.05	1.8699
Tratamentos	4	109127475.4	27281868.85	1.247
Blocos	4	228165054.6	57041263.64	2.6071
Resíduo	16	350061565.9	21878847.87	
Total	24	687354095.9		

5.4 Distribuição diamétrica

A distribuição dos DAP´s foi feita em 6 classes com intervalo de 10 cm e comparada com a distribuição diamétrica de Weibull (gráfico 1). A comparação foi feita com a distribuição diamétrica das cinco classes de dano à copa sendo que as duas classes testemunhas (0 a 20 % de dano) foram juntadas em uma (Gráfico 2).

Figura 4: Comparação entre a distribuição diamétrica esperada e a distribuição diamétrica observada nas cinco diferentes classes de dano a copa causada por Blowdown.

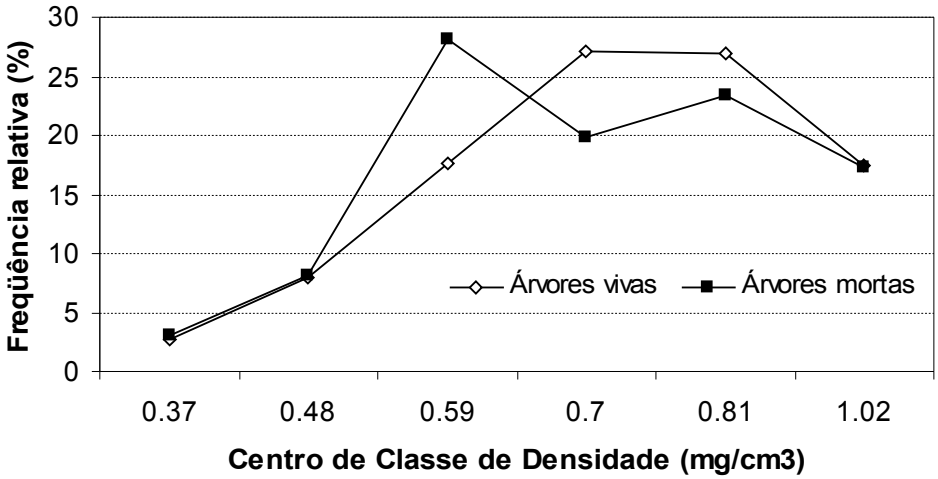


A comparação do χ^2 calculado foi feita com o χ^2 tabelado (χ^2 = 12,6) para determinar se as distribuições são iguais. As classes de dano à copa que apresentaram distribuição diamétrica estatisticamente iguais à distribuição de Weibull foram a “White” (0 a 20%), “Green” (20% a 40%) e “Orange” (80% - 100 %).

5.5 Densidade da madeira

A densidade da madeira das espécies vivas e mortas foi distribuída em 6 classes com intervalo de 0,1 g/cm^3. O gráfico 2 apresenta a freqüência relativa das duas categorias dentro das classes de densidade. Foram analisados os dados de densidade de 597 indivíduos que variaram de 0,32 a 1,06 g/cm^3.

Figura 5: Distribuição relativa das árvores vivas e mortas, medidas em áreas atingidas por Blowdown, nas classes de densidade da madeira.



A freqüência de árvores vivas é igual à freqüência de árvores mortas nas duas primeiras classes de menor densidade e na classe de maior densidade da madeira. Na classe de densidade onde a freqüência relativa das árvores mortas foi superior a freqüência relativa das árvores vivas (0,54 g/cm^3 a 0, 64 g/cm^3) foi observado que a classe de menor dano a copa pouco contribuiu para estes números. Ou seja, os indivíduos com densidade neste intervalo não sofreram tantos danos nas áreas em que o vento foi de menor intensidade mas sim nas classes superiores.

Nas duas classes de densidade da madeira onde a freqüência relativa das árvores mortas foi menor que a freqüência relativa das árvores vivas, observou-se que as áreas onde o Blowdown foi mais severo influenciaram mais. Esta fato pode indicar que as árvores de maior densidade, dessas áreas onde o distúrbio foi mais destrutivo, tiveram mais chance de sobrevivência. Embora os índices de mortalidade sejam estatisticamente iguais, parece haver uma tendência que aponta para uma relação negativa entre a densidade da madeira e a susceptibilidade dos indivíduos ao dano.

6 CONCLUSÃO

Os resultados encontrados indicam que os cinco sítios de diferentes tamanhos analisados são estatisticamente iguais. Todas as áreas sofreram danos semelhantes provocado pelo Blowdown no mesmo período (Janeiro de 2005) que por conseqüência gerou valores idênticos de mortalidade e necromassa. Este padrão contradiz Rebertus (1997), que atenta para a complexidade dos padrões de destruição e a heterogeneidade dos danos causados. Esta contradição possivelmente tenha se dado devido ao menor número de amostragem realizada no presente trabalho.

A semelhança entre os valores de mortalidade e de necromassa estimada entre as diferentes classes de dano à copa pode ter sido decorrência da localização das parcelas. Embora tenham sido tomados os cuidados para a exata localização dos pontos estes, mesmo assim, podem ter sido marcados em locais onde a resposta espectral não fosse a mesma calculada por meio da imagem. Sendo as áreas atingidas pelo distúrbio, um mosaico de diferentes respostas espectrais, a exata localização dessas parcelas torna-se um esforço fundamental para dados mais confiantes.

As árvores cuja base encontravam-se fora da parcela mas com a sua copa dentro da mesma não foram medidas. Os valores de mortalidade e de necromassa para os sítios se mostrou igual possivelmente porque exista uma compensação, Ou seja, árvores que tinham sua base dentro da parcela mas a sua copa para fora entraram no inventário.

Outra questão importante é o tamanho das parcelas. Enquanto os pixels analisados na imagem tinham resolução espacial de 30 m x 30 m as parcelas tinham apenas dimensões de 20 m x 20 m. Mas o que se conclui é que se a localização do centro da parcela for precisa o seu tamanho não interfere na amostragem.

Os danos causados pelo Blowdown demonstraram pouca relação com o DAP das árvores. Foi possível constatar que o fenômeno tende a agir de forma semelhante em todas as classes de diâmetro o que vem a ser um fato compreensível se levado em conta seu poder de destruição. A freqüência de uma classe de diâmetro é proporcional a freqüência de mortalidade na mesma, confirmando Peterson 2000 que indica um índice de mortalidade maior nas árvores pioneiras já que sua freqüência é maior.

Já a densidade da madeira mostrou ser um fator importante na susceptibilidade das árvores ao distúrbio. Embora as primeiras classes de densidade apresentem uma freqüência relativa igual de árvores vivas e mortas, na classe intermediária isso não ocorreu. Houve um aumento na freqüência das árvores mortas nesta classe o que indica que estas não resistem bem ao Blowdown. A freqüência das árvores mortas

nesta classe é baixa quando observado apenas as classes de menor dano à copa possivelmente porque a força do vento tenha sido menor nestas áreas. Mas quando analisadas as duas próximas classes de densidade da madeira vemos que a tendência é de diminuir a mortalidade. A maior parte das árvores que se encontram nesse intervalo de densidade foi encontrada nas classes de máximo dano à copa. Mostrando assim que estes indivíduos só não resistiram nas áreas onde o vento foi extremamente forte a ponto de destruir de80% a 100% da cobertura florestal.

Estes dados podem ser de grande contribuição para os modelos de dinâmica de carbono. Seja auxiliando na compreensão do comportamento das florestas tropicais sujeitas a catástrofes naturais ou também para o refinamento dos sistemas de geoprocessamento a fim de estimar com maior precisão os efeitos do Blowdown.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Borman, F.H., and G.E. Likens. 1979. Catastrophic disturbance and the steady state in northern hardwood forest. American Scientist 67: 660-669.

Chambers, J. Q.; Higuchi, N.; Schimel, J. P.; Ferreira, L. V.; Melack, J. M. 2000 Decomposition and carbon cycling of dead trees in tropical forest of the central Amazon. *Oecologia*, (122): 380-388.

Chambers, J. Q.; Schimel, J.P.; Nobre, A.D., 2001. Respiration from coarse wood litter in central Amazon forests. *Biogeochemistry* **52:** 115–131, 2001.

Chambers, J. Q.; Silver W. L.; 2004. Some aspects of ecophysiological and biogeochemical responses of tropical forests to atmospheric change. The Royal Society 359, 463-476.

Chave, J; Muller-Landau, H. C.; Baker, T.R.; Easdale, T.A.; Steege, H.; Webb, C. O.; 2006. regional and phylogenetic variation of wood density across 2456 neotropical tree species. Ecological Applications, 16(6), 2006, pp. 2356–2367

Clark, D.B.; Clark, D.A.; 1991 The impact of Physical Damage on Canopy Tree Regeneration in Tropical Forest. The Journal of Ecology, vol. 79, n° 2. pp. 447-457

Dobson, E.J.; Rush, R.M.; Peplies, R.W. 1990. Forest blowdown and lake acidification. *Annals af the Association of American Geographers*. 80(3):343-361.

Doswell CA II. Extreme convective windstorms:current understanding and research. *In:* Corominas J, Georgakakos KP, editors. Reporto f the Proceeding of the US-Spain Workshop on Natural Hazards. Barcelona, Spain, 1994: 44-55.

Dyer, R. C. 1998. Remote sensing identification of tornado tracks in Argentina, Brazil, and Paraguay. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing 54: 1429-1435.

Foster, D.R., and E.R. Boose. 1992. Patterns of forest damage resulting from catastrophic wind in central New England, U.S.A. Journal of Ecology. 80: 79-98

Foster, D.R.1988. Disturbance history community organization and vegetation dynamics of the old growth Pisgah Forest, south-western New Hampshire, U.S.A. *Journal of Ecology*. 76:105-134.

Fraser, A.I., 1962. The soil and roots as factors in tree stability. *Forestry*. 35 (2), 117-1127.

Haag, H. P. (Coord.). 1985. *Ciclagem de nutrientes em florestas tropicais*. Fundação Cargill. Campinas, SP, Brasil. 144p.

Harmon, M. E; Franklin, F. J.; Swanson, P.; Sollins, S. V. 1986. Ecology of coarse woody debris in temperate ecosystems. *Adv. Ecol. Res,* 15: 133-302.

Higuchi, N.; Santos, J. dos; Ribeiro, R. J.; Minette, L. J; Cöic, Y. 1998. Biomassa da parte aérea da vegetação da Floresta Tropical Úmida de Terra-firme da Amazônia Brasileira. Manaus. *Acta Amazônica,* 28(2): 153-166.

Higuchi, N., Chambers, J. Q., Santos, J., Ribeiro, R. J., Pinto, A. C. M., Silva, R. P., Rocha, R. M., Tribuzy, E. S. 2004. Dinâmica e balanço do carbono da vegetação primária da Amazônia Central. Floresta, 34: 295-304.

Kennedy, M. J. 1974. Windthrow and windsnap in forest plantations, Northen Ireland. Michigan Geographical Publication N° 11. A. Arbor: University of Michigan.

Nelson, B.W., Kapos, V., Adams, J. B., Oliveira, W.J., Braum, O.P.G., & do Amaral, I.L. (1994). Forest Disturbance by Large Blowdowns in the Brazilian Amazon. *Ecology*, vol. 75(3), 853-838.

Ometto, J. P.; Nobre, A. D; Rocha, H. R; Artaxo, P.; Martinelli, L.A; 2005. Amazonian and the modern carbon cycle: lessons learned. Oecologia (2005) 143: 483–500.

Palace, M.; Keller, M.; Asner, G. Silva, J. N. M. 2004. Biomass and necromass in three undisturbed forests in the Brazilian Amazon. *In:* Anais da III Conferencia Cientifica do LBA.

Phillips, O.L., Y. Malhi, N. Higuchi, W.F. Laurance, P.V. Núñez, R.M. Vásquez, S.G. Laurance, L.V. Ferreira, M. Stern, S. Brown e J. Grace. 1998. Changes in the Carbon Balance of Tropical Forests: Evidence from Long-Term Plots. **Science**, 282(5388):439-442.

Pickett STA, White OS. *The Ecology of natural disturbance and patch dynamics*. New York: Academic Press, 1985.

RADAM. 1978. Programa de Integração Nacional. *Levantamentos de Recursos Naturais*. V. 18 (Manaus)-RADAM (projeto) DNPM, Ministério da Minas e Energia. Brasil. 626 p.

Rebertus, A.J.; Kitzberg, T.; Veblen, T.T.; Roovers, L.M. 1997. Blowdown history and landscape patterns in the Andes of Tierra del Fuego, Argentina. *Ecology*. 78(3):678-692.

Ringvall, A.; Sthal, G. 1999. Field aspects of line intersect sampling for assessing coarse wood debris. *Forest Ecology and. Management.,* 119: 163-170.

Rice, A. H.; Pyle, E. H.; Saleska, S. R.; Hutyra, L. Camargo, P. B.; Portilho, K.; Marques, D. F.; Wofsy, S. C. Carbon balance and vegetation dynamic in an Old-growth Amazonian Forest. *Ecologica Aplications*. (In press).

Rocha, R.M., Higuchi, N., Santos, J., Nakamura, S., Silva, R.P., Pinto, A.C.M. e Tribuzy, E.S. 2003. Taxas de recrutamento e mortalidade e mudanças de estoques de fitomassa de florestas primárias na região de Manaus – AM. Em: Projeto Jacaranda, Fase II (Higuchi *et al*., editores). pp. 43-54.

Sandford, R.L., Jr., W.J. Parton, D.S. Ojima, and D.J. Lodege. 1991. Hurricane effects on soil organic matter dynamics and forest production in the Luquilo Experimental Forest, Puerto Rico: results of simulation modeling. *Biotropica*. 23: 364-372.

Summers, P. M. 1998. Estoque, decomposição e nutrientes da liteira grossa em floresta de terra-firme na Amazônia Central. *Dissertação de mestrado*. INPA/UFAM. 105p.

Souza, C.M. Jr., Roberts, D.A., Cochrane, M.A. 2005. Remote Sensing of Enviroment 98 329-343.

Touliatos P, Roth E. 1971. Hurricanes and trees: tem lessons from Camille. J For . 69: 285-289.

Vieira, L. S. 1988. *Manual de ciência do solo - Ênfase aos solos tropicais*. Ed. Agronômica Ceres. São Paulo, v. 2, 454p.

Vieira, S.; Camargo, P.B. Selhorst, D.; Silva, R.; Hutyra, L.; Chambers, J. Q.; Brown, F.; Higuchi, N.; Santos, J.; Wofsy, C. Trumbore, S.E.; Martinelli, L. A.; 2004. Forest structure and carbon dynamics in Amazonian tropical rain forests.

Webb, L.J. 1958. Cyclones as an ecological factor in tropical lowland rain forest, North Queensland. Australian Journal of Botany. 6: 220-228.

WMO. 1953. World distrubution of thunderstorm days. Part 2. *World Meteorological Organization*, Geneva, Switzerland.

Livros Grátis

(http://www.livrosgratis.com.br)

Milhares de Livros para Download:

Baixar livros de Administração
Baixar livros de Agronomia
Baixar livros de Arquitetura
Baixar livros de Artes
Baixar livros de Astronomia
Baixar livros de Biologia Geral
Baixar livros de Ciência da Computação
Baixar livros de Ciência da Informação
Baixar livros de Ciência Política
Baixar livros de Ciências da Saúde
Baixar livros de Comunicação
Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE
Baixar livros de Defesa civil
Baixar livros de Direito
Baixar livros de Direitos humanos
Baixar livros de Economia
Baixar livros de Economia Doméstica
Baixar livros de Educação
Baixar livros de Educação - Trânsito
Baixar livros de Educação Física
Baixar livros de Engenharia Aeroespacial
Baixar livros de Farmácia
Baixar livros de Filosofia
Baixar livros de Física
Baixar livros de Geociências
Baixar livros de Geografia
Baixar livros de História
Baixar livros de Línguas

Baixar livros de Literatura
Baixar livros de Literatura de Cordel
Baixar livros de Literatura Infantil
Baixar livros de Matemática
Baixar livros de Medicina
Baixar livros de Medicina Veterinária
Baixar livros de Meio Ambiente
Baixar livros de Meteorologia
Baixar Monografias e TCC
Baixar livros Multidisciplinar
Baixar livros de Música
Baixar livros de Psicologia
Baixar livros de Química
Baixar livros de Saúde Coletiva
Baixar livros de Serviço Social
Baixar livros de Sociologia
Baixar livros de Teologia
Baixar livros de Trabalho
Baixar livros de Turismo