

## O MAU USO DA TERRA E SUAS CONSEQUÊNCIAS NA ATMOSFERA: UM ESTUDO NA REGIÃO AMAZÔNICA



César Luis **Lafayette** Pinto AI CFOE MET  
 Joseilson **Augusto** Moreira AI CFOE MET  
**Gilmar** Vieira Viana AI CFOE MET  
 Alexandre Santos de Souza AI CFOE MET

Felipe do Souto de **Sá Gille** Maj QOEMet <sup>1</sup>

### RESUMO

Neste trabalho procurou-se relacionar o uso inadequado da terra (os efeitos do desmatamento e exploração do solo para plantio), na região tropical, com seus efeitos no clima. Para tanto, foram utilizadas simulações da substituição da floresta pristina por pastagens e áreas de cultivo, realizadas por diversos pesquisadores. Com o intuito de encontrar tal relação, foram analisadas dissertações, teses, revistas científicas e *sites*, que direcionaram os resultados para diferentes pontos de vista, visando compilar dados e tentar, de forma clara e sucinta, tecer algumas considerações e emitir uma opinião avalizada por esses trabalhos sobre os efeitos do mau uso do solo e sua relação com as possíveis mudanças climáticas.

**Palavras-chave:** Desmatamento. Floresta. Albedo. Precipitação.

<sup>1</sup> Leitor técnico. Serve atualmente na Base Aérea de Belém (BABE) como chefe da SCOAM. Graduado em meteorologia pela UFRJ. Especialista em Meteorologia Aeronáutica pelo ICEA e em Serviços Administrativos de Proteção ao Voo pela UNAMA. Mestre em Física do Clima pela UFPA.

R. CFOE	Belo Horizonte	n. 4	p. 89- 106	2009
---------	----------------	------	------------	------

## 1 INTRODUÇÃO

Amazônia é a maior floresta tropical úmida do mundo, com uma área total de aproximadamente 7 milhões de km<sup>2</sup> e representa a maior cobertura vegetal da Terra. Seu clima tropical úmido é caracterizado por um ecossistema de grande biodiversidade. O equilíbrio entre o ecossistema da Amazônia e as condições climáticas reinantes sobre essa região se dá principalmente pelo transporte de umidade da floresta para a atmosfera e vice-versa, favorecendo a formação de nuvens e precipitação.

Nas últimas décadas, a Amazônia tem sofrido grandes impactos, principalmente na região conhecida como arco do desmatamento, devido à exploração da madeira, queimadas para avanço da agricultura, mudança de áreas de floresta em pastagens para expansão da pecuária e mineração.

A exploração da floresta de modo não planejado tem contribuído para mudanças climáticas que poderão ser sentidas tanto na região tropical como em outras partes do planeta. Vários estudos têm sido feitos e muitos alertam para os possíveis danos por mudanças no clima, que refletiriam em danos ecológicos, econômicos e sociais. Alguns desses efeitos também podem ser observados na aviação, em que fenômenos meteorológicos mais severos, como o “wind shear”, colocam em risco um dos meios de transporte mais seguros que existe.

Este trabalho apresenta nossa opinião a respeito das conclusões de diversas pesquisas sobre a influência da mudança de cobertura do solo da região amazônica na formação de nuvens de chuva e seus possíveis impactos ambientais.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Albedo

Albedo é a medida da quantidade de radiação solar refletida por um corpo ou uma

R. CFOE	Belo Horizonte	n. 4	p. 89- 106	2009
---------	----------------	------	------------	------

superfície. É calculado como sendo a razão entre a quantidade de radiação refletida pela quantidade de radiação recebida.

A mudança de cobertura do solo acarreta uma mudança do albedo de uma região; então, a mudança da cobertura de uma área de floresta para pastagem produzirá uma mudança de albedo. Correia (2007), por meio de experimentos observacionais, mostra uma redução da absorção de radiação solar pela superfície das áreas de pastagem, refletindo mais radiação que floresta, e redução da evapotranspiração e da umidade do ar na pastagem, em comparação com a floresta.

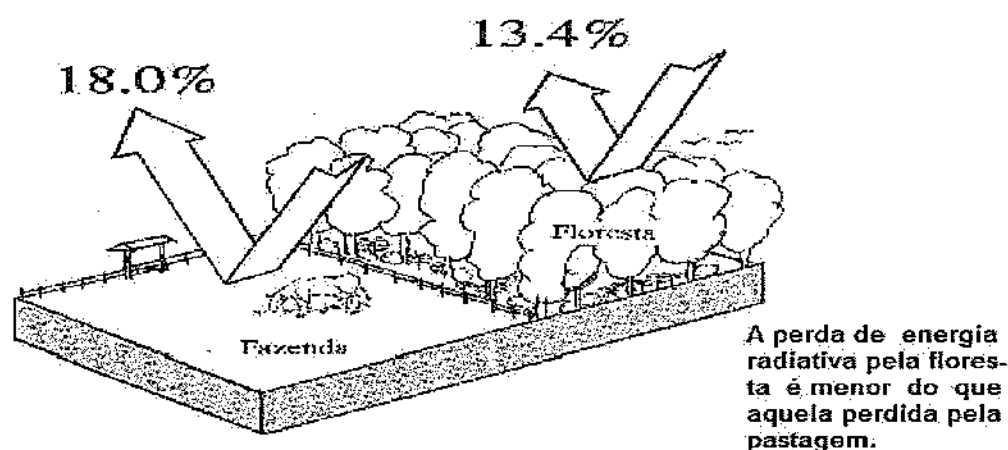


Figura 1: Média da Refletividade Floresta x Pastagem.  
Fonte: MANZI, O. Interação biosfera, atmosfera. 2007.

### 2.1.1 Variação do albedo em áreas de floresta e pastagem na Amazônia

Moura *et al* (1999), usando dados coletados em dois sítios experimentais do projeto *Anglo-Brasilian Amazonian Climate Observational Study* (ABRACOS) em Ji-Paraná, Rondônia, durante o período de 1991-1996, verificaram que o albedo médio horário foi de 20,4% para pastagem e 13,9% para floresta na época seca, enquanto para

R. CFOE	Belo Horizonte	n. 4	p. 89- 106	2009
---------	----------------	------	------------	------

época chuvosa foi de 19,7% para a pastagem e 12,4% para a floresta. Essa diferença na pastagem e na floresta provavelmente se deve às seguintes causas: primeiro, que realmente existe influência das queimadas na época seca, portanto maior concentração de aerossol na atmosfera; segundo, que tal diferença está associada à mudança na composição da radiação solar incidente provocada pela nebulosidade, ou seja, maior quantidade de radiação difusa; terceiro, estaria submetida às consequências da mudança de coloração da vegetação; e, por último, que sofre a influência da variação do ângulo de elevação solar ao meio-dia ou da geometria da copa.

O albedo irá influenciar no saldo de radiação que é superior na floresta em relação à pastagem, nas estações seca e chuvosa.

### 2.1.2 Interações entre nuvens, chuvas e a biosfera na Amazônia

Dias *et al* (2005), no estudo “Interações entre nuvens, chuvas e a biosfera na Amazônia”, utilizaram grandes quantidades de dados de medições contínuas do programa de pesquisa do Experimento de Grande Escala da Biosfera-Atmosfera na Amazônia (LBA) e verificaram que, na pastagem, os valores máximos de calor sensível (H) decaem no fim de setembro e começo de outubro, associados às primeiras chuvas; ao mesmo tempo, os valores máximos de calor latente (LE) aumentam. Nota-se também que, em outubro, os valores máximos de H na floresta e na pastagem são da mesma ordem, enquanto a floresta tem maior fluxo de LE. Ou seja, a pastagem ainda apresenta algum *déficit* hídrico pela intermitência das primeiras chuvas, enquanto a floresta continua evapotranspirando de forma quase constante tendo em vista a grande profundidade das raízes. Além disso, há mais radiação disponível sobre a floresta devido ao seu menor albedo (WRIGHT *et al*, 1996).

Os experimentos observacionais mostram redução da absorção de radiação solar à superfície (a pastagem reflete mais radiação que a floresta) e redução da evapotranspiração e da umidade do ar na pastagem em comparação com a floresta, mas

R. CFOE	Belo Horizonte	n. 4	p. 89- 106	2009
---------	----------------	------	------------	------

não são conclusivos com respeito a modificações na precipitação. Uma diminuição média de 20% na evapotranspiração da pastagem na estação chuvosa e de até 40% na estação seca, em um período de 4 anos de medidas, foi observada em dois sítios experimentais do LBA na região sudoeste da Amazônia.

## 2.2 Precipitação

Estudos sobre a influência do desmatamento sobre a precipitação da região amazônica não são conclusivos e também são divergentes quanto às suas características. Diversos Modelos de Circulação Geral (MCG) foram testados, mas conclusões apontam para um clima seco e outras conclusões apontam para um resultado totalmente oposto.

O regime de precipitação na Amazônia é influenciado por sistemas dinâmicos de microescala, mesoescala e escala sinótica. Dentre estes sistemas sinóticos, destacam-se as zonas de convergência associadas às circulações térmicas diretas (circulações de Hadley e Walker) e os aglomerados convectivos que constituem a Zona de Convergência do Atlântico Sul (SÁ GILLE, 2007). Como sistemas de mesoescala (e escala subsinótica) de maior influência, pode-se citar os conglomerados de nuvens cumulonimbus associados às linhas de instabilidades originadas pela circulação de brisa marítima na costa do Atlântico. As convecções locais, devido ao aquecimento diurno da superfície, também contribuem com a formação de nuvens de verão e uma parcela significativa das chuvas anuais. Esses sistemas convectivos conduzem a uma intensa variabilidade espacial e temporal no ciclo hidrológico na Amazônia.

### 2.2.1 Teoria do clima seco

Alguns estudos que monitoraram os tipos de nuvens sobre a floresta amazônica, juntamente com dados de sondagens e imagens de satélite, indicam que, sobre regiões

R. CFOE	Belo Horizonte	n. 4	p. 89- 106	2009
---------	----------------	------	------------	------

de desmatamentos, há o favorecimento para a formação predominante de nuvens “rasas” que causam menos precipitação que as nuvens profundas (MACHADO, 2009).

As conclusões foram obtidas com base em análise de imagens de satélite e informações de Rondônia e ajudam a compreender o porquê do desmatamento fazer com que a floresta fique mais seca.

Enquanto a floresta retém água, ainda são mantidos os ciclos da água e de energia, e, quando se desmata a floresta e ao se mudar a sua cobertura, alteram-se esses ciclos (MACHADO, 2009). Há uma mudança no ciclo da água com a retirada da cobertura vegetal, deixando a região mais seca e mais rasa (NOBRE, 2009), devido a vegetações de pastagens possuírem raízes menos profundas, que não são tão eficazes na retenção da umidade do solo quanto da floresta pristina, segundo Fisch *et al.* (1996).

Se a floresta for retirada, a intensidade da circulação de umidade floresta/atmosfera diminui; sendo assim, a atmosfera fica mais seca e limita o desenvolvimento de precipitação sobre a área desmatada. Segundo esta teoria, a floresta funciona como um alimentador de umidade para nuvens profundas. Se “o ‘oceano verde’ desaparecer, o vapor d’água, a energia e a precipitação também desaparecem”, diz Jingfeng Wang (2009), coautor de um estudo ligado ao Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT).

O ciclo hidrológico da região amazônica ainda é pouco compreendido e, recentemente, com as atividades do LBA, foram elucidados mecanismos importantes na formação de nuvens naturais e das influenciadas por partículas de queimadas na Amazônia (DIAS; ARTAXO; ANDREAE, 2004). Observou-se forte supressão da formação de nuvens “rasas” formadas a partir de aerossóis de queimadas, com possível impacto no ciclo hidrológico (ANDREAE, 2004).

Diversos estudos numéricos com MCG foram feitos para avaliar o impacto climático global e regional da substituição total da floresta amazônica por pastagem (WERTH; AVISSAR, 2002). Em geral, esses estudos indicam um clima mais quente e seco na região. Entretanto, outros estudos feitos também com MCG mostram resultados

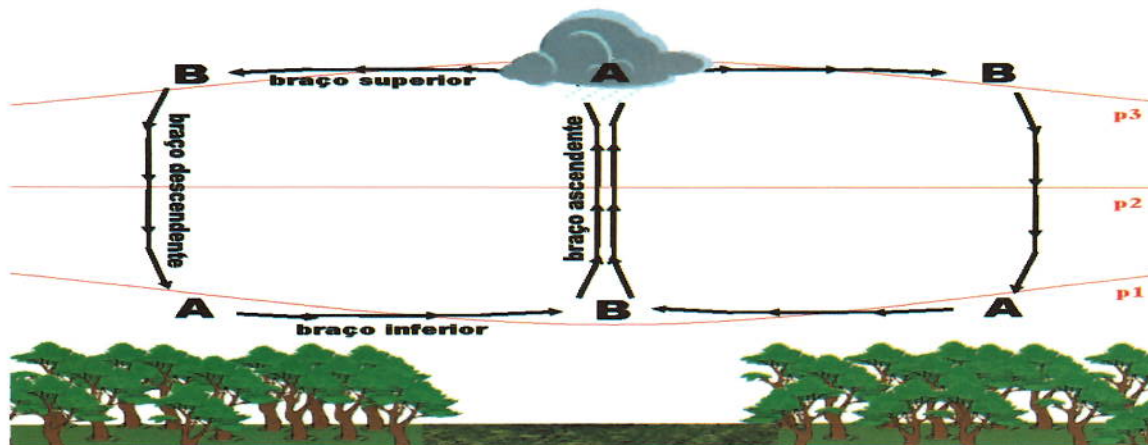
opostos, sugerindo que esses modelos são altamente sensíveis aos processos físicos que eles representam.

### 2.2.2 Teoria do clima úmido

Para o desmatamento de menor escala, a questão torna-se mais complexa, pois nesta condição poderia haver até mesmo aumento da chuva (AVISSAR *et al.*, 2005) devido às circulações de meso-escala criadas, segundo estudos numéricos.

Apesar de o clima local ter forte dependência da dinâmica de grande escala, a circulação induzida pela presença dos rios e da topografia pode controlar a precipitação, especialmente sob condição de ventos aliseos fracos (DIAS; ARTAXO; ANDREAE, 2004). O desmatamento em meso-escala pode levar ao aumento da precipitação em determinados locais, processo acarretado pela formação de circulações térmicas, geradas pelo aquecimento diferencial da superfície e caracterizadas por movimento ascendente de ar relativamente mais quente e movimento descendente de ar mais frio (AVISSAR *et al.*, 2005). O fluxo de calor sensível, maior sobre a pastagem, faz com que a camada de mistura da pastagem seja maior do que sobre a floresta. A alta pressão em certa altura acima da superfície (1km) sobre a pastagem gera movimento de ar em direção à floresta, acarretando mudança na circulação conforme a ilustração 2.

O padrão de precipitação, decorrente do avanço do arco do desmatamento, usando modelo regional de alta resolução com submodelo de vegetação dinâmica acoplado, mostrou que houve um aumento médio no padrão de chuvas nas regiões desmatadas, e uma diminuição em outras regiões. Observou-se ainda, convergência de umidade e aumento de temperatura na região desmatada.



**Figura 2:** Formação de uma célula térmica e o desmatamento da floresta.

**Fonte:** SAAD, S. I.; ROCHA, H. R.. O controle da vegetação na formação de nuvens e na precipitação: um estudo observacional com torres micrometeorológicas. In: SIMPÓSIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 10., 2005, São Paulo. *Anais...* São Paulo: USP, 2005.

Acredita-se que, devido à distribuição heterogênea do uso da terra, podem ter sido geradas células térmicas sobre a região desmatada. Tais células provocaram o levantamento de massa (por convergência) aproximadamente acima da região desmatada, carregando vapor d'água proveniente das regiões de floresta nas adjacências e promovendo a formação de nuvens e chuva convectiva.

### 2.3 Eletrificação das tempestades

A descarga atmosférica é considerada como um dos principais fenômenos destrutivos da natureza, podendo chegar a vários milhões de volts (V) com duração instantânea de menos de um segundo. Segundo dados estatísticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), o Brasil é um dos países com maior incidência desse fenômeno. A ação e o efeito do raio podem causar diversos danos a pessoas, edificações e à aviação e ainda são responsáveis por grande parte dos incêndios florestais.

A eletrização das nuvens de tempestade (nuvens com grande desenvolvimento

R. CFOE	Belo Horizonte	n. 4	p. 89- 106	2009
---------	----------------	------	------------	------

vertical) não é completamente entendida e continua sendo alvo de investigação. Existem evidências de que a separação de carga elétrica em nuvens de tempestade ocorra nas colisões entre os granizos e os cristais de gelo, devido às suas diferentes velocidades. Os experimentos em laboratório têm mostrado que a carga adquirida pelos granizos depende da temperatura do ambiente, do conteúdo de água líquida da nuvem, da velocidade de impacto e dos tamanhos dos cristais de gelo.

Verificou-se, por meio do modelo 1D (FERRIER; HOUSE, 1989), que a Amazônia possui sistemas precipitantes com características oceânicas durante a estação chuvosa e com características continentais durante a estação de transição. A alta concentração de Núcleo de Condensação de Nuvens (NCN) durante a estação de transição é decorrente das queimadas que são realizadas em toda a região amazônica a fim de preparar o solo para o uso como pastagem para o gado. A inserção de uma grande quantidade de NCN na atmosfera modifica as distribuições de tamanho das gotículas de nuvem, o que modifica também os processos microfísicos de formação e desenvolvimento de sistemas precipitantes, podendo, assim, também alterar a eletrificação dos mesmos.

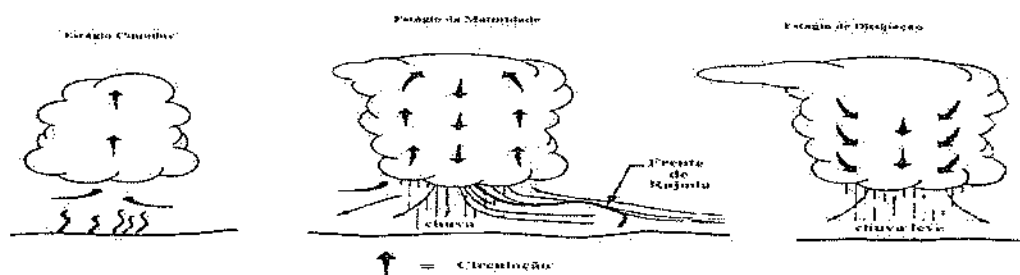


Figura 3: Estágio de uma nuvem cumulus<sup>1</sup>.

Fonte: FERRIER, B. S.; HOUSE, R. A.; ATMOS, J. One-Dimensional Time-Dependent Modeling of GATE Cumulonimbus Convection. *Science*, v. 43, p. 330-352, 1989. Disponível em: <[http://www.atmos.washington.edu/MG/PDFs/JAS89\\_ferri\\_one.pdf](http://www.atmos.washington.edu/MG/PDFs/JAS89_ferri_one.pdf)> Acesso em: 10 set 2009.

<sup>1</sup> Estágio *cumulus*: ao saturar-se, a massa de ar úmido que se elevou da superfície aquecida da Terra cria uma nuvem cúmulos; estágio inicial. Estágio da maturidade: caracterizado pela presença de correntes ascendentes, descendentes, ventos fortes, precipitação forte, relâmpago, trovão etc. Estágio de dissipação: inicia-se o processo da dissipação devido às correntes descendentes.

R. CFOE	Belo Horizonte	n. 4	p. 89- 106	2009
---------	----------------	------	------------	------

Existem vários trabalhos que encontraram influências da queima da biomassa nas descargas atmosféricas, como os de: Lyons *et al* (1998), Murray *et al* (2000), Steiger *et al* (2002) e Morales (2006), os três primeiros referem-se à região Centro-Sul dos Estados Unidos e o último à Amazônia. Estes trabalhos forneceram sugestões sobre os processos que afetam a evolução da microfísica e formação de relâmpagos em sistemas precipitantes.

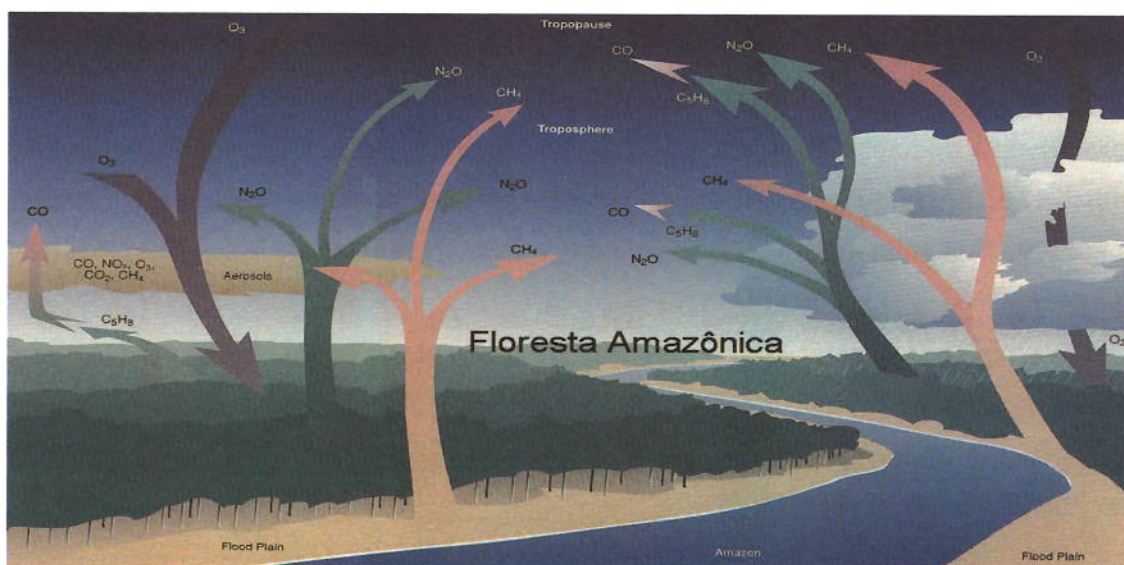
Destacou-se aqui o trabalho de Morales (2006), realizado por intermédio do Grupo de Eletricidade Atmosférico (ELAT) e do INPE, juntamente com a Agência Espacial Americana (NASA), o qual apontou que, durante a transição entre as estações seca e chuvosa na Amazônia, os sistemas convectivos formados em períodos de forte queima de biomassa apresentaram uma maior porcentagem de descargas de polaridade positiva para tempestades com tempo de vida >30 minutos, e comprovou que, quanto mais poluição é adicionada na atmosfera por queimadas, maior quantidade de raios positivos tem sido registrada na Amazônia.

A pesquisa realizada em Rondônia, com dados obtidos entre 2002 e 2003, apresentou um fator que talvez esteja contribuindo para o aumento de tempestades severas na região. Os dados mostraram que, com as queimadas da vegetação, uma grande quantidade de gases poluentes tem sido lançada na atmosfera, entre eles estão o monóxido de carbono (CO) e o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), que foram associados à diminuição da quantidade de raios negativos e de um aumento considerável na ocorrência de raios positivos nos últimos anos.

Para relacionar a emissão de gases como CO e CO<sub>2</sub> com o aumento da incidência de raios, basta fazer o caminho do ciclo desses gases, que, juntamente com outros gases estufa, ao serem lançados na atmosfera, vão proporcionar aumento considerável na temperatura da região, fazendo com que os processos convectivos tornem-se mais intensos produzindo nuvens mais extensas e, dessa forma, com uma maior capacidade de produção de eletricidade, e, em consequência, maior incidência de raios. Por outro

lado, devido às correntes de ventos nas diversas camadas, esses gases podem vir a ser transportados para outras regiões, afetando a atmosfera e provocando mudanças climáticas bem longe da região de origem.

O registro do aumento da ocorrência de raios na região amazônica, especificamente sobre áreas desmatadas, pode ser confirmado nos períodos em que tem início a temporada dos raios, quando células de convecção profunda (*cumulonimbus*) atingem seu estágio de maturidade. As trovoadas são intensas e assustadoras. Tem sido registrado o aumento de descargas praticamente em todo o estado de Rondônia, principalmente no período noturno, horário em que os sistemas convectivos alcançam o ápice de seu crescimento em virtude da combinação do calor e umidade.



**Figura 4:** Fluxos de gases e aerossóis entre a floresta e a atmosfera Amazônica.

**Fonte:** Floresta amazônica. Disponível em: <lba.cptec.inpe.br/.../FAPESPLBAACp.html>.

Acesso em: 26 jul 2009.

## 2.4 Desmatamento e o “wind shear”

Sá Gille (2005) descreve o fenômeno “wind shear” como um tipo de turbulência, a baixa altura, que afeta as operações de pouso e decolagem das aeronaves com uma variação local na direção e/ou na velocidade do vento. Essa variação do vento pode ser

R. CFOE	Belo Horizonte	n. 4	p. 89- 106	2009
---------	----------------	------	------------	------

produzida por fenômenos meteorológicos severos tais como: jatos de baixo nível, frentes de escala sinótica, brisa marítima, ondas de montanha, camadas de inversão de temperatura e trovoadas.

Existem dois tipos básicos de trovoadas: as convectivas e as frontais. As do tipo convectiva aparecem distribuídas aleatoriamente em zonas de ar turbulento e se desenvolvem a partir de áreas da superfície da Terra que recebem considerável aquecimento solar. Muitas trovoadas desse tipo produzem uma **frente de rajada** (Gust front), como resultado da corrente descendente de ar e do espalhamento do ar resfriado pela chuva, quando em contato com a superfície da Terra. Essas rajadas são usualmente muito turbulentas e criam sérios riscos às aeronaves durante decolagens e aproximações.

Trovoadas frontais estão associadas a sistemas meteorológicos tais como: frentes e ventos convergentes, que formam linhas de instabilidade durante várias horas e produzem chuva forte com eventual granizo, além de fortes rajadas de vento. A corrente típica de uma trovoadas frontal atinge uma área bastante grande, variando de um a cinco milhas de diâmetro. Ao atingir a superfície, essa corrente espalha-se, formando vórtices, os quais produzem grandes variações na componente horizontal e vertical da velocidade do vento.

Na região amazônica, ocorrem trovoadas frontais e convectivas, sendo estas últimas as que estão relacionadas com a formação de trovoadas ocasionadas pelo aquecimento diferencial de superfície e abundância de NCN em decorrência de desmatamento e queimadas da floresta amazônica.

Percebe-se, então, a possível relação entre a ocorrência de trovoadas convectivas, modificadas pelo desmatamento, com correntes descendentes mais poderosas, as quais acarretarão a formação de “wind shears” mais severos.

### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Todos os estudos indicam a existência de relação entre a substituição de floresta pristina e a alteração do clima na região onde ela ocorre. Devido às ações antropogênicas nesse processo de ampliação das áreas para cultivo e pecuária, as queimadas têm sido o instrumento mais comumente usado, resultando no que se denomina savanização da selva; com isso, verificamos o aumento do albedo na região, pois a floresta absorve mais que os pastos e áreas de cultivo, acarretando um aumento do calor sensível, devido à ausência de umidade.

As pesquisas sobre efeitos que o desmatamento da floresta amazônica causam na formação de nuvens e chuvas não foram conclusivas. Em longo prazo e sobre extensas regiões, o impacto seria de inibição das nuvens de chuvas sobre a região. Já em pequenas regiões onde o desmatamento é localizado, cria-se um aquecimento diferencial que estabelece uma circulação, junto com os NCN, e a umidade das regiões florestadas adjacentes provoca uma produção de nuvens profundas, que podem causar precipitações mais fortes, ventos e trovoadas, tanto na região desmatada como em outras áreas.

Além disso, as queimadas lançam uma grande concentração de gases traços na atmosfera, fazendo com que haja aumento da temperatura na região e no planeta. Os processos convectivos são intensificados, principalmente na transição dos períodos secos para os períodos chuvosos, ocasionando a formação de células profundas de *cumulonimbus*.

Nuvens mais profundas podem trazer perigos para a aviação, como descargas elétricas e cortantes de vento. Foi verificado que o aquecimento diferencial da área desmatada e a formação de trovoadas podem trazer perigos como a ocorrência de trovoadas e "wind shear".

É necessária a continuidade de estudos, principalmente na implementação de

R. CFOE	Belo Horizonte	n. 4	p. 89- 106	2009
---------	----------------	------	------------	------

modelos numéricos que possam retratar de forma mais eficaz os parâmetros de cobertura do solo e sua interação com a atmosfera, relacionando-os com condições meteorológicas.

Abordou-se a necessidade de que estudos de caso, como os que aqui foram explorados, sejam realizados com enfoque especial na relação que possa haver no processo de savanização por queimadas, com a intensificação da ocorrência do “wind shear”, e as consequências para o ambiente e riscos aos seres humanos. Mesmo sendo um fenômeno meteorológico de grande importância, não se encontrou, durante a pesquisa, nenhum trabalho que fosse destinado exclusivamente a esse fenômeno.

Independente de se saber qual teoria está certa, fica evidente a ocorrência de mudanças que, com certeza, afetarão a termodinâmica da atmosfera na região.

## REFERÊNCIAS

ALBRECHT, R. et al. Impacto dos aerossóis na eletrificação de tempestades: modelo 1D de nuvem eletrificada e investigações sobre o aumento de descargas atmosféricas positivas. Disponível em: <<http://www.criatividadecoletiva.net/cbm-files/14-8d5befce7b6a54b1c3a26868a4a5263f.pdf>>, Acesso em: 02 ago. 2009.

ANDREAE, M. O. et al. Smoking rain clouds over the Amazon. *Science*, v. 303, n. 5662, p. 1342-1345, feb. 2004. DOI: 10.1126/science.1092779. Disponível em: <<http://www.sciencemag.org/cgi/content/abstract/303/5662/1337>>. Acesso em: 10 ago. 2009.

AVISSAR, R. *et al.* The large-scale biosphere-atmosphere experiment in Amazonia (LBA): insights and future research needs. *J. Geophys. Res.*, v. 97, p. 2729 - 2742, 2005.

CENTRO DE INVESTIGAÇÃO E PREVENÇÃO DE ACIDENTES AERONÁUTICOS. Disponível em: <<http://www.cenipa.aer.mil.br>>. Acesso em: 20 set. 2009.

R. CFOE	Belo Horizonte	n. 4	p. 89- 106	2009
---------	----------------	------	------------	------

CORREIA, F. W. **Balço de umidade na amazônia e sua sensibilidade às mudanças na cobertura vegetal.** 2007. Disponível em: <<http://cienciaecultura.bvs.br/pdf/cic/v59n3/a16v59n3.pdf>> . Acesso em: 10 set. 2009.

CORREIA, F. W. S.; ALVALÁ, R. C. S.; GIELOW, R. Albedo do Pantanal Sul Matogrossense durante o período de transição seco-úmido de 2001-2002. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 12., Foz do Iguaçu, RS. **Anais...** Fóz do Iguaçu: [s.n.], 2002.

DIAS, M. A. F. S.; ARTAXO; ANDREAE, M. O. Aerosols impact clouds in the Amazon Basin. **GEWEX, Newsletter**, v. 14, n. 4, p. 4 - 6, 2004.

DIAS, M.A.F. S. et al. Interações entre nuvens, chuvas e a biosfera na Amazônia. **Revista Acta Amazonica**, Manaus, v. 35, n. 2, p. 215 - 222, 2005.

FERRIER, B. S.; HOUSE, R. A.; ATMOS, J. One-Dimensional Time-Dependent Modeling of GATE Cumulonimbus Convection. **Science**, v. 43, p. 330-352, 1989. Disponível em: <[http://www.atmos.washington.edu/MG/PDFs/JAS89\\_ferri\\_one.pdf](http://www.atmos.washington.edu/MG/PDFs/JAS89_ferri_one.pdf)> Acesso em: 10 set. 2009.

FISCH et al. Simulações climáticas do efeito do desmatamento na região Amazônica: estudo de um caso em Rondônia. **Revista Brasileira de Meteorologia**, Rio de Janeiro, v. 12, n. 1, p. 33 - 48, 1997.

FISCH, G.; CULF, A. D.; NOBRE, C. A. Modelling convective boundary layer growth in Rondonia. In: GASH, J. H. C. *et al.* **Amazonian deforestation and climate.** 1996. p. 425 - 436.

GASH, J. H. C.; NOBRE, C. A. Climatic effects of Amazonian deforestation: some results from ABRACOS. **American Meteorol. Soc.**, v. 5, n. 78, p. 823 - 830, 1997.

LEAN, J. et al. The simulation of Amazonian deforestation on climate using measured Abracos vegetation characteristics. In: GASH, J. H. C. *et al.* **Amazonian deforestation and climate.** Chichester (England): J. Wiley, 1996. 611p.

LYONS, W. A. et al. Enhanced positive cloud-to-groundlightning in thunderstorms ingesting smoke from fires. **Science**, New York, v. 282, p. 77 - 81, 1998.

MACHADO L. A. **Desmate faz nuvem seca proliferar na Amazônia.** 2009.

R. CFOE	Belo Horizonte	n. 4	p. 89- 106	2009
---------	----------------	------	------------	------

Disponível em: <<http://noticias.ambientebrasil.com.br/noticia/?id=43820>> . Acesso: 25 jul. 2009.

MANZI, A. O.; PLANTON, S. A simulation of Amazonian deforestation using a GCM calibrated with Abracos and Arne data. In: GASH, J. H. C. *et al.* **Amazonian deforestation and climate**. Chichester (England): J. Wiley, 1996. p. 505- 529.

MORALES, C. A. **Relatório sobre o impacto dos aerossóis na eletrificação de tempestades: modelo 1d de nuvem eletrificada e investigações sobre o aumento de descargas atmosféricas positivas à Fundação de Amparo à Pesquisa de São Paulo**. São Paulo: FAPESP, 2006. Disponível em: <<http://www.criatividadecoletiva.net/cbm-files/14-8d5befce7b6a54b1c3a26868a4a5263f.pdf>>. Acesso em: 15 set. 2009.

MOURA et al. Variação do albedo em áreas de floresta e pastagem na Amazônia. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 7, n. 2, p. 163 - 168, 1999.

MURRAY, N. D.; ORVILLE, R. E.; HUFFINES, G. R. Effect of pollution from Central American fires on cloud-to-ground lightning in May 1998. **Geophys**, v. 27, p. 2049 - 2252, aug 2000.

NOBRE, C. A. Desmate faz nuvem seca proliferar na Amazônia. **Folha de São Paulo**, 2009. Disponível em: <<http://www.riosvivos.org.br/canal.php?mat=13555>>. Acesso em: 10 set. 2009.

NOBRE, C. A. et al. Impact of climate change scenarios for 2100 on the biomes of South America. In: INTERNATIONAL CLIVAR CONFERENCE, 1., 2004. [Proceedings...]. Baltimore: [s.n.], 2004. p. 21-25.

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

RONDÔNIA: fumaça das queimadas aumenta a incidência de raios no estado, 2007. Disponível em: <<http://www.deolhonotempo.blogspot.com>>. Acesso em: 20 ago. 2009.

SÁ GILLE, F. S. Ameaça a aviação. **Revista CFOE**, Belo Horizonte, n. 1, 2005. Disponível em: <<http://74.125.113.132/search?q=cache:zPuGBgq5hBcJ:200.252.241.45/Artigos/ameac>>

R. CFOE	Belo Horizonte	n. 4	p. 89-106	2009
---------	----------------	------	-----------	------

a\_a\_aviacao.pdf+%22FELIPE+DE+S%C3%81+GILLE+AMEA%C3%87A+A+AVIA  
%C3%87%C3%83O%22&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>. Acesso em: 05 set. 2009.

SÁ GILLE, F. S. **Circulação e sistemas sinóticos nos trópicos 4**. Belo Horizonte: CIAAR, 2007. (Apostila).

SÁ GILLE, F. S. **Outros fenômenos sinóticos importante nos trópicos 7**. Belo Horizonte: CIAAR, 2007. (Apostila).

SAAD, S. I.; ROCHA, H. R.. O controle da vegetação na formação de nuvens e na precipitação: um estudo observacional com torres micrometeorológicas. In: SIMPÓSIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 10., 2005, São Paulo. **Anais...** São Paulo: USP, 2005.

STEIGER, S. M.; ORVILLE R. E.; HUFFINES, G. J. Lightning, thermodynamic and hydrological comparison of the two tropical continental chimneys. **Geophys**, n. 107, D11, 2002.

WERTH; AVISSAR R. **The effects of deforestation in Amazonia on the climate of other regions**. 2002. Disponível em: <<http://www.agu.org/pubs/crossref/2002/2001JD000717.shtml>>. Acesso em: 10 set. 2009.

WRIGHT, I.R. et al. Modelling surface conductance for Amazonian pasture and forest. In: GASH, J.H.C. *et al.* **Amazonian deforestation and climate**. Chichester (England): J. Wiley, 1996. p. 437 - 458.

R. CFOE	Belo Horizonte	n. 4	p. 89- 106	2009
---------	----------------	------	------------	------