

The text that follows is a REPRINT
O texto que segue é um REPRINT.

Please cite as:

Favor citar como:

Fearnside, P.M. 2010. Impacto do desmatamento Amazônico sobre o ambiente urbano em Manaus. pp. 73-82. In: Sérgio R. Nozawa & André L.W. dos Santos (eds.) *Impactos Urbanos sobre a Biologia do Ambiente Amazônico: Interações entre Moléculas, Organismos e Ambientes*. Editora CRV, Curitiba, Paraná. 174 pp.

ISBN 978-85-62480-90-4

Copyright: Editora CRV, Curitiba, Paraná, Brasil

The original publication is available from:

A publicação original está disponível de:

Editora CRV, Curitiba, Paraná

IMPACTO DO DESMATAMENTO AMAZÔNICO SOBRE O AMBIENTE URBANO EM MANAUS

Philip Martin Fearnside

Resumo

O desmatamento amazônico tem severo impacto em potencial no ambiente urbano em Manaus. A possibilidade de reconstruir a Rodovia BR-319, que liga Porto Velho a Manaus, unindo a Amazônia central ao Arco de Desmatamento, tem sérias implicações sobre o desmatamento e a inchaço da população urbana em Manaus. Desmatamento tem pelo menos três impactos potenciais no clima em Manaus: influência direta na temperatura e chuva pela remoção de floresta, influência indireta por meio do aquecimento global e conseqüente aumento da freqüência do fenômeno El Niño, e influencia pelo aquecimento da água no Oceano Atlântico que aumentaria a freqüência de secas como a de 2005. A temperatura aumentada pelo efeito estufa seria suficiente para prejudicar a saúde e aumentar a mortalidade na população urbana em Manaus.

1. Introdução

Manaus tem pouco desmatamento até agora na área circunvizinha, considerando o tamanho da cidade. Isto é porque a economia da cidade está baseada em fábricas no setor industrial da Zona Franca de Manaus (SUFRAMA). A dificuldade de migração para Manaus também contém o crescimento. Além disso, a provisão de generos alimentícios para Manaus vem, em grande parte, de fora do Estado do Amazonas, inclusive 80% da

carne bovina consumida na cidade. Isto se deve, em parte, ao solo pobre e às chuvas pesadas (e.g., Schneider *et al.* 2000). Porém, a falta de expansão de pastagens ao redor de Manaus também é devido à falta de motivos ulteriores, que acrescentam à motivação para desmatamento e implantação de pasto em grande parte do resto de Amazônia (Fearnside, 2002). Em Manaus não houve nenhuma necessidade para fazendas desmatarem para garantir a posse da terra, pois ainda não há grupos organizados de agricultores sem terra e porque as fazendas estabelecidas no Distrito Agropecuário da SUFRAMA têm títulos legais, distinto da maior parte do resto da Amazônia.

O desmatamento muda o microclima, e a expansão da área urbana amplia o efeito de ilha de calor da cidade. O contraste entre a temperatura em Manaus e na floresta adjacente na Reserva Adolpho Ducke mostra isto, com a temperatura na cidade sendo significativamente mais alta. A expansão da cidade de Manaus aumenta estes efeitos por meio da remoção de floresta e pela emissão de gases de efeito estufa. A cidade também estimula a retirada de biomassa da floresta circunvizinha pela remoção de madeira para tabuas, lenha e carvão. Manaus também é uma fonte de poluição que afeta as florestas circunvizinhas: uma pluma de ozônio (O_3) é carregada pelos ventos predominantes até Novo Airão. Acredita-se que o ozônio medido lá pelo Experimento Atmosfera-Biosfera em Larga Escala na Amazônia (Projeto LBA) é suficiente para ter um impacto sobre a floresta. A expansão futura da área urbana da cidade, que implica em desmatamento, exacerbará estes problemas.

2. A rodovia BR-319

A principal conexão em potencial entre o desmatamento e o ambiente urbano em Manaus é a proposta de reabertura da Rodovia BR-319, que liga Porto Velho a Manaus. Esta rodovia foi construída originalmente em 1973, mas não houve tráfego suficiente para justificar o custo muito alto da sua manutenção, e a estrada foi permitida a deteriorar até que, começando em 1988, ficou intransitável. Não houve serviço de ônibus entre Manaus e Porto Velho durante os últimos 20 anos, um período durante qual houve um aumento dramático no número de pessoas em Rondônia que migrariam para as áreas, tanto na zona rural como na urbana, que seriam abertas se a rodovia fosse reconstruída. Os atores e processos do “arco de desmatamento” seriam trazidos para a área relativamente calma e ambientalmente intata de Manaus (Fearnside, 2008; Fearnside & Graça, 2006). Isto inclui-

ria os sem terras, assim começando o ciclo de invasão e de desmatamento acelerado por fazendeiros (como medida para evitar invasões), que prevalece em outras partes da Amazônia (e.g. Fearnside, 2001).

A migração urbana pode ser esperada porque o Amazonas tem a renda per-capita mais alta dos estados na região amazônica, e uma das mais altas no Brasil. O Amazonas tem o dobro da renda per-capita do Pará e quatro vezes a do Maranhão; mais importante, é quase o dobro da renda per-capita de Rondônia, o estado do qual a BR-319 tiraria população. A alta renda per-capita do Amazonas se deve à cidade de Manaus, não a qualquer riqueza em particular no interior do Estado. Enquanto cidade, Manaus tem a terceira mais alta renda per-capita das capitais das unidades federativas do Brasil, ficando apenas atrás de Vitória (Espírito Santo) e Brasília (Distrito Federal) (Amazonas em Tempo, 2005).

É esperado que a construção de duas hidrelétricas no Rio Madeira empregue 20.000 trabalhadores e que provoque uma migração total de 100.000 pessoas para Rondônia (PCE *et al.* 2004). As barragens serão completadas até 2012, e depois os trabalhadores de construção e muitos dos provedores de bens e serviços associados a eles serão lançados às ruas de Porto Velho como desempregados. Se Porto Velho estiver conectado com Manaus por uma rodovia pavimentada com serviço de ônibus, pode ser esperado que muitas destas pessoas irão para Manaus ao invés de se dispersar pelo resto do País. A renda per-capita relativamente alta de Manaus é o resultado da dificuldade de chegar nessa cidade. Esta dificuldade mantém o gradiente forte da renda entre Manaus e Rondônia. Se a barreira que impede a migração for afastada, então um novo equilíbrio será estabelecido, com a renda média em Manaus diminuindo. Se para cada emprego novo que é criado no distrito industrial de Manaus duas ou três pessoas desempregadas chegarem pela Rodovia BR-319, então a posição privilegiada de Manaus logo será corroída. O tamanho aumentado da população e a riqueza per-capita menor afetarão todos os aspectos do ambiente urbano. A migração também conduzirá à invasão e desmatamento na área circunvizinha, inclusive o Distrito Agropecuário, com reflexões conseqüentes no ambiente urbano.

3. Impactos de mudanças climática

Há pelo menos três modos pelos quais o desmatamento pode afetar o clima amazônico, inclusive o da cidade de Manaus. O primeiro é por meio do efeito direto que a remoção da floresta tem sobre a temperatura e

a chuva. Duas recentes simulações indicam que a continuação da perda de floresta conduziria a um clima mais quente e mais seco no resto da região (Foley *et al.* 2007; Sampaio *et al.* 2007). Se o desmatamento seguir os padrões espaciais projetados, uma queda abrupta na precipitação na estação seca acontece depois que o desmatamento alcançar 40% (Sampaio *et al.* 2007). Até 2007, o desmatamento tinha removido 18% da floresta original na Amazônia brasileira (Brasil, INPE, 2008). A estação seca é o período crítico do ano quando as árvores podem morrer por falta d'água.

Um segundo efeito do desmatamento sobre o clima amazônico é causado pelo aquecimento global e pelo o efeito deste fenômeno mundial sobre a frequência de eventos severos de El Niño. O desmatamento amazônico faz uma contribuição significativa ao efeito estufa (Fearnside, 2003). Embora os vários modelos do clima global variem amplamente na quantidade de mudança indicada para a Amazônia, vários modelos indicam que a região ficará significativamente mais quente e mais seca na segunda metade do atual século. Estes incluem o modelo do Centro Hadley (HadCM3) do Reino Unido, o modelo do Instituto Max Planck (ECHAM4) da Alemanha e o modelo do Centro Nacional de Pesquisa Atmosférica (NCAR) (CCSM3) dos Estados Unidos, o modelo GCM2 do Canadá e o modelo CCSR/NIES2 do Japão. Dos 21 modelos considerados pelo Painel Intergovernamental de Mudança Climática (IPCC) em seu Quarto Relatório de Avaliação (AR-4), de 2007, alguns modelos, como o de CSIRO da Austrália, não mostram nenhuma mudança e um modelo, o do Laboratório de Dinâmica Fluido Geofísico (GFDL) dos Estados Unidos, apresentou um aumento na chuva (Schneider *et al.* 2007).

O modelo do Centro Hadley é o mais catastrófico em suas predições para a Amazônia, indicando que praticamente toda a floresta na Amazônia brasileira estaria morta até 2080 (Cox *et al.* 2000, 2004). Porém, as mudanças não deveriam ser tão grandes quanto o modelo Hadley indica porque o modelo subestima a chuva substancialmente no clima atual (Cândido *et al.* 2007). Mas dois fatos sugerem que seja provável que a natureza geral da mudança indicada seguisse, isto é, um clima que está suficientemente mais quente e mais seco resultando em mortalidade de árvores em grande escala. Primeiro é o fato que o modelo do Centro Hadley era o melhor dos 21 modelos testados para a capacidade de representar a conexão entre a temperatura aumentada da água na superfície do Oceano Pacífico equatorial e as secas na Amazônia. A alta temperatura da superfície do mar no Pacífico é o critério que define aquilo que é conhecido como "condições tipo El Niño".

O AR-4 do IPCC concluiu que hoje há uma concordância geral entre os modelos no sentido de que a continuação do aquecimento global produzirá mais “condições tipo El Niño” (Meehl *et al.* 2007, pág. 779).

Porém, como o relatório observa, ainda não há concordância entre os modelos sobre o próximo passo: a conexão entre as condições tipo El Niño e a ocorrência modelada do El Niño propriamente dito, ou seja, o padrão característico de secas e inundações em locais diferentes ao redor do mundo. Mas este segundo passo não depende dos resultados de modelos de clima porque se sabe da existência desta conexão baseado em observações diretas: sempre que a água no Pacífico esquenta, nós temos secas e incêndios florestais na Amazônia, especialmente na parte norte da região. Os incêndios El Niño de 2003, de 1997/98, e de 1982 são lembrados por muitas pessoas na região. O segundo fato que justifica a preocupação é que o calor e a seca indicados pelo modelo Hadley são tão além dos níveis de tolerância de árvores amazônicas que uma ampla mortalidade poderia ser esperada até mesmo se as mudanças forem bem mais modestas do que aquelas indicadas pelo modelo Hadley. Na realidade, a maioria dos 15 modelos estudados por Salazar *et al.* (2007) indica que a porção oriental da Amazônia teria um clima apropriado para savana até 2100. Em outras palavras, este não é um resultado que depende do modelo Hadley ser correto.

Um terceiro efeito do desmatamento sobre o clima amazônico é pelo efeito do aquecimento global sobre as temperaturas da superfície do mar no Oceano Atlântico. Além de clima mais quente e mais seco na parte norte da Amazônia que seria provocado pela frequência maior de eventos El Niño devido à água morna no Oceano Pacífico, outra mudança climática significativa é mostrada pelo modelo do Centro Hadley atingindo a parte oeste e sul da região, devido à água morna no Oceano Atlântico. Isto é o que aconteceu durante a seca dramática de 2005, quando os níveis de água nos afluentes no lado sul do Rio Amazonas alcançaram níveis muito baixos, isolando muitas comunidades ribeirinhas, matando peixes e até provocando incêndios florestais inéditos no Acre e no sul do Amazonas (*e.g.*, Fearnside, 2006; Marengo *et al.* 2008). Um gradiente térmico na superfície do mar no Oceano Atlântico entre uma mancha mais quente na parte sul do Atlântico Norte e uma mancha mais fria na parte do norte do Atlântico Sul é relacionado significativamente à chuva observada na parte ocidental da Amazônia (Cox *et al.* 2008). A formação de uma mancha de água quente no Atlântico Norte é impulsionada pelo aquecimento global: no evento de 2005, que deu força ao Furacão Katrina em Nova Orleans e que provocou a seca amazônica de 2005, 45% do

aumento da temperatura da superfície do mar eram diretamente atribuíveis ao aquecimento global, e grande parte do resto era indiretamente atribuível à mesma causa (Trenberth & Shea, 2006). Um progresso continuado na eliminação da poluição de aerossóis, especialmente de fontes urbanas no Hemisfério Norte, é esperado que aumente substancialmente a probabilidade de haver água morna no Atlântico Norte e de ter eventos na Amazônia tão severos quanto a seca de 2005: o que era um evento de um ano em vinte em 2005 se tornaria um evento de um ano em dois até 2025 e um evento de nove anos em dez até 2060 (Cox *et al.* 2008).

O efeito direto da temperatura aumentada devido ao efeito estufa teria um impacto significativo na população humana em Manaus. Como em todas as áreas continentais, o aumento da temperatura em Manaus será substancialmente mais alto do que o aumento da temperatura média para o mundo, pois a temperatura média global é fortemente influenciada pelas temperaturas sobre os oceanos, onde os aumentos seriam menores. Por causa do El Niño, o aumento em Manaus seria até maior do que na maior parte das áreas continentais. O modelo do Centro Hadley indica um aumento de temperatura de 8-10°C em Manaus até 2100 (em relação à temperatura de 2000) no caso de uma presunção de sensibilidade climática no nível mais provável de 3°C de aumento como resultado de dobrar o teor pré-industrial de CO₂ (Cox *et al.* 2004). Porém, se uma sensibilidade climática “alta” é presumida (*i.e.*, a presunção que resultaria em uma chance de 95% de incluir o valor correto), então o aumento em Manaus seria de 14°C (Stainforth *et al.* 2005). Felizmente, a sensibilidade climática calculada na parte mais alta da faixa de possibilidades foi revisada para baixo (Hegerl *et al.* 2006). Além disso, o modelo Hadley superestima as temperaturas no clima presente (Cândido *et al.* 2007). No entanto, até mesmo se os aumentos fossem só a metade daqueles indicados pelo modelo do Centro Hadley, as temperaturas em Manaus alcançariam níveis tão além da sua faixa atual que o impacto na saúde humana seria significativo. Temperaturas de pico de mais de 50°C seriam refletidas em mortalidade aumentada, semelhante à onda de calor em 2003 na Europa, que matou quase 40.000 pessoas com uma temperatura de apenas 40°C.

4. Conclusão

Os efeitos do desmatamento no ambiente urbano são múltiplos e implicam em impactos negativos significantes para a qualidade de vida na

cidade. Os impactos maiores seriam esperados da reconstrução da Rodovia BR-319 (Manaus-Porto Velho), que pode ser esperado a conduzir à expansão rápida da área desmatada ao redor de Manaus, assim como também inchando a população urbana. Também pode ser esperado que o desmatamento afetasse Manaus por meio da sua ligação com a mudança climática, sendo que os gases de efeito estufa emitidos pelo desmatamento amazônico fazem uma contribuição significativa ao aquecimento global. Três tipos de efeitos climáticos seriam significantes em Manaus: o efeito direto da perda de floresta sobre a temperatura e a chuva, o efeito do aquecimento global em aumentar o El Niño (como na seca de 1997-1998), e o aumento do efeito por meio da temperatura da superfície do mar no Atlântico (como na seca de 2005). O efeito direto de temperatura mais alta com o aquecimento global afetaria a saúde humana e a mortalidade em Manaus, assim como também a sobrevivência da floresta circunvizinha.

5. Agradecimentos

O Conselho Nacional do Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq: Proc. 306031/2004-3, 557152/2005-4, 420199/2005-5, 474548/2006-6; 305880/2007-1), a Rede GEOMA e o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA: PRJ02.12) contribuíram com o apoio financeiro. N. Hamada fez comentários sobre o manuscrito.

REFERÊNCIAS

- Amazonas em Tempo. 2005. *Manaus é terceira melhor renda do País*. *Amazonas em Tempo*, 19 de novembro de 2005, p. A-1.
- Brasil, INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). 2008. Projeto PRODES: *Monitoramento da Floresta Amazônica Brasileira por Satélite*. INPE, São José dos Campos, São Paulo. (Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/prodes/>).
- CÂNDIDO, L.A., A.O. MANZI, J. TOTA, P.R.T. DA SILVA, F.S.M. DA SILVA, R.N.N. DOS SANTOS & F.W.S. Correia. 2007. *O Clima atual e futuro da Amazônia nos cenários do IPCC: A questão da savanização*. *Ciência e Cultura* 59(3): 44-47.
- COX, P.M., R.A. BETTS, M. COLLINS, P. HARRIS, C. HUNTINGFORD & C.D. JONES. 2004. *Amazonian dieback under climate-carbon cycle projections for the 21st century*. *Theoretical and Applied Climatology* 78: 137-156.
- COX, P.M., R.A. Betts, C.D. Jones, S.A. Spall & I.J. Totterdell. 2000. *Acceleration of global warming due to carbon-cycle feedbacks in a coupled climate model*. *Nature* 408: 184-187.
- COX, P.M., P.P. HARRIS, C. HUNTINGFORD, R.A. BETTS, M. COLLINS, C.D. JONES, T.E. JUPP, J.A. MARENGO & C.A. NOBRE. 2008. *Increasing risk of Amazonian drought due to decreasing aerosol pollution*. *Nature* 453: 212-215.
- Fearnside, P.M. 2001. *Land-tenure issues as factors in environmental destruction in Brazilian Amazonia: The case of southern Pará*. *World Development* 29(8): 1361-1372.
- FEARNSIDE, P.M. 2002. *Can pasture intensification discourage deforestation in the Amazon and Pantanal regions of Brazil?* p. 283-364 In: C.H. WOOD & R. PORRO (eds.) *Deforestation and Land Use in the Amazon*. University Press of Florida, Gainesville, Florida, E.U.A. 386 p.
- FEARNSIDE, P.M. 2003. *A Floresta Amazônica nas Mudanças Globais*. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia-INPA, Manaus, Amazonas. 134 p.
- FEARNSIDE, P.M. 2006. *A vazante na Amazônia e o aquecimento global*. *Ciência Hoje* 38(231): 76-78.
- FEARNSIDE, P.M. 2008. *The roles and movements of actors in the deforestation of Brazilian Amazonia*. *Ecology and Society* 13(1): 23. [online] URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol13/iss1/art23/>

- FEARNSIDE, P.M. & P.M.L.A. GRAÇA. 2006. BR-319: *Brazil's Manaus-Porto Velho Highway and the potential impact of linking the arc of deforestation to central Amazonia*. Environmental Management 38(5): 705-716.
- FOLEY, J.A. G.P. ASNER, M.H. COSTA, M.T. COE, R. DEFRIES, H.K. GIBBS, E.A. HOWARD, S. OLSON, J. PATZ, N. RAMANKUTTY & P. SNYDER. 2007. *Amazonia revealed: Forest degradation and loss of ecosystem goods and services in the Amazon Basin*. Frontiers in Ecology and the Environment 5(1): 25-32.
- HEGERL, G.C. T.J. CROWLEY, W.T. HYDE & D.J. FRAME. 2006. *Climate sensitivity constrained by temperature reconstructions over the past seven centuries*. Nature 440: 1029-1032.
- MARENGO, J.A., C.A. NOBRE, J. TOMASELLA, M.D. OYAMA, G. SAMPAIO DE OLIVEIRA, R. DE OLIVEIRA, H. CAMARGO, L.M. ALVES & I.F. BROWN. 2008. *The drought of Amazonia in 2005*. Journal of Climate 21: 495-516.
- MEEHL, G.A., T.F. STOCKER, W.D. COLLINS, P. FRIEDLINGSTEIN, A.T. GAYE, J.M. GREGORY, A. KITOH, R. KNUTTI, J.M. MURPHY, A. NODA, S.C.B. RAPER, I.G. WATTERSON, A.J. WEAVER & Z.-C. ZHAO. 2007. *Global Climate Projections*. pp. 247-845. In: S. SOLOMON, D. QIN, M. MANNING, Z. CHEN, M. MARQUIS, K.B. AVERYT, M. TIGNOR & H.L. MILLER (eds.). *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido. 996 p.
- PCE, FURNAS & CNO. 2004. *Complexo Hidrelétrico do Rio Madeira: Estudos de Viabilidade do AHE Jirau*. Processo Nº PJ-0519-V1-00-RL-0001. Projetos e Consultorias de Engenharia Ltda. (PCE), FURNAS Centrais Elétricas S.A & Construtora Noberto Odebrecht, S.A. (CNO), Rio de Janeiro, RJ. 4 vols. + anexos.
- SALAZAR, L.F., C.A. NOBRE & M.D. OYAMA. 2007. *Climate change consequences on the biome distribution in tropical South America*. Geophysical Research Letters 34: L09708, doi:10.1029/2007GL029695.
- SAMPAIO, G., C.A. NOBRE, M.H. COSTA, P. SATYAMURTY, B.S. SOARES-FILHO & M. CARDOSO. 2007. *Regional climate change over eastern Amazonia caused by pasture and soybean cropland expansion*. Geophysical Research Letters 34: L17709, doi:10.1029/2007GL030612.
- SCHNEIDER, R.R., E. ARIMA, A. VERÍSSIMO, P. BARRETO & C. SOUZA JÚNIOR. 2000. *Amazônia Sustentável: Limitantes e Oportunidades para o Desenvolvimento Rural*. Banco Mundial, Brasília, DF & Instituto do Homem e Ambiente na Amazônia (IMAZON), Belém, Pará.

- SCHNEIDER, S.H., S. SEMENOV, A. PATWARDHAN, I. BURTON, C. MAGADZA, M. OPPENHEIMER, A.B. PITTOCK, A. RAHMAN, J.B. SMITH, A. SUAREZ & F. YAMIN. 2007. *Assessing key vulnerabilities and the risk from climate change*. p. 779-810. In: M. PARRY, O. CANZIANI, J. PALUTIKOF, P. VAN DER LINDEN & C. HANSEN (eds.), *Climate Change 2007: Climate Change Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido. 976 p.
- STAINFORTH D.A., T. AINA, C. CHRISTENSEN, M. COLLINS, N. FAULL, D.J. FRAME, J.A. KETTLEBOROUGH, S. KNIGHT, A. MARTIN, J.M. MURPHY, C. PIANI, D. SEXTON, L.A. SMITH, R.A. SPICER, A.J. THORPE & M.R. ALLEN. 2005. *Uncertainty in predictions of the climate response to rising levels of greenhouse gases*. *Nature* 433: 403-406.
- TRENBERTH, K.E. & D.J. SHEA. 2006. *Atlantic hurricanes and natural variability in 2005*. *Geophysical Research Letters* 33, L12704, doi:10.1029/2006GL026894.