



Para tanto foram escolhidos quinze dos edifícios mais representativos do modernismo brasileiros construídos nos estados do Rio de Janeiro e São Paulo, onde esse modelo está mais bem representado.

A partir de uma pré-seleção que catalogou 169 projetos residenciais com as características do modelo arquitetônico escolhido, os mesmos foram organizados em três grupos: partidos compactos; composições elementares de base retangular; e formas especiais. No primeiro desses grupos, aparecem projetos de Vila-Nova Artigas e Afonso Eduardo Reidy. No segundo, de maior abrangência, podem ser encontrados projetos de Lina Bo Bardi, Rino Levi, Lúcio Costa, entre outros, sendo que, no terceiro grupo, são os projetos de Oscar Niemeyer, Henrique Mindlin, Gregori Warchavchik e Alcides da Rocha Miranda, os que mais se destacam.

No desenvolvimento da análise desses edifícios, o autor utiliza uma série de desenhos – elaborados por ele mesmo – nos quais o método de análise empregado vai sendo demonstrado. Essa demonstração é feita através de perspectivas, plantas, vistas de coberturas e a volumetria de composição utilizada pelo arquiteto no momento de elaboração do projeto.

Com isso, o estudo dos edifícios se apresenta como uma valiosa base para o ensino do projeto não pela questão projetual em si, mas pelo entendimento que o aluno pode alcançar dos conceitos, teorias e referenciais que são a base de todo o processo de produção em arquitetura.

A necessidade de um entendimento teórico que embase o desenvolvimento de um projeto arquitetônico é assunto que sempre preocupou os profissionais da área. Essa preocupação é verificada principalmente entre aqueles que, em paralelo à sua produção projetual, militaram, ou militam, no ensino universitário, na formação de novos arquitetos.

## A CONSERVAÇÃO DO CERRADO É ESSENCIAL PARA PROTEGER A FLORESTA AMAZÔNICA\*

Ana Cláudia Mendes Malhado, Gabrielle Ferreira Pires, Marcos Heil Costa

Tradução de Manuel Eduardo Ferreira<sup>1</sup>

### Introdução

Apesar da ampla ocorrência de desmatamento, as florestas da Amazônia ainda cobrem uma área superior a 5 milhões de km<sup>2</sup> e podem hospedar até um quarto das espécies terrestres do mundo (Dirzo e Raven, 2003), muitas das quais ainda não foram documentadas. A conservação destas florestas é importante não apenas pela biodiversidade que elas contêm, mas também pelos serviços ecossistêmicos vitais que elas oferecem. Historicamente, a maior ameaça para a Amazônia tem sido a conversão para a agricultura, inicialmente através de propriedades de pequena escala e, mais recentemente, de organizações bem capitalizadas, gerando produtos florestais e agrícolas para mercados globais (Rudel et al., 2009). Recentemente, a atenção dos cientistas e conservacionistas tem sido desviada para outro fator que poderia radicalmente alterar a distribuição, a ecologia e o valor da floresta – a mudança climática.

Os climatologistas prevêm que as mudanças na composição da atmosfera no século XXI irão fazer com que a Amazônia passe por um aumento na temperatura

\* Artigo publicado na *AMBIO: A Journal of Human Environment*, em julho de 2010. Direitos reservados – *The Royal Swedish Academy of Sciences*.

<sup>1</sup>Ana Cláudia Mendes Malhado é Professora da Universidade Federal de Viçosa (UFV). E-mail: anaclaudiamalhado@gmail.com. Manuel Eduardo Ferreira é Professor da Universidade Federal de Goiás (UFG). E-mail: manuel@iesa.ufg.br.

de, aproximadamente, 3o C, seguido por uma redução na precipitação em torno de 20% (IPCC, 2007). Somadas a estas mudanças já bem documentadas sobre a química da atmosfera, as mudanças climáticas na Amazônia podem ser causadas também pelos impactos do desmatamento sobre a interação vegetação-atmosfera. Estes processos não são mutuamente exclusivos, e ambos podem agir em conjunto para induzir a uma mudança mais rápida neste sistema (Costa e Foley, 2000).

Mudanças no clima local – também causadas pelo aumento de gases de efeito estufa ou pelo desmatamento local – podem fazer com que algumas partes da Floresta Amazônica ultrapassem um limite ecológico ainda neste século (Cox et al., 2000; Lenton et al., 2008; Nobre e Borma, 2009). Este limite, chamado de *tipping point*, refere-se a um limiar crítico no qual uma perturbação relativamente pequena pode alterar qualitativamente o estado ou o desenvolvimento de um sistema (Lenton et al., *ibidem*). Na Amazônia, os cientistas têm sugerido que este ponto limite é representado por alguns limiares na área de floresta tropical que, se ultrapassados, podem deflagrar uma redução das chuvas e um prolongamento da estação seca, causando uma redução a mais da floresta e mudando o sistema para um novo e mais seco equilíbrio. Tal reestruturação radical e rearranjo da comunidade florestal é apoiado por evidências paleoecológicas e ecofisiológicas. Uma revisão de Mayle et al. (2004) sobre os conjuntos de dados de paleovegetação e o paleoclima desta região revelaram que um período de precipitação reduzida, entre 8.000 e 3.600 anos, resultou num espalhamento e aumento da frequência do fogo na região sul da Amazônia, desencadeando uma “substituição competitiva da taxa de floresta sempre-verde, nas áreas de planície, por uma taxa de floresta seca semi-decídua

(com maior tolerância ao fogo) e Cerrado (savanas)” (p. 510). As florestas tropicais se estenderam novamente no final do Holoceno (Mayle et al., 2004), mas tudo indica que um outro período de baixa precipitação resultaria numa transformação ecossistêmica similar.

Prever a localização geográfica das áreas com risco de ultrapassarem este ponto crítico no sistema ecológico é claramente vital para a conservação futura da região Amazônica. Felizmente, um rápido progresso vem sendo feito graças à última geração de modelos ecofisiológicos. Malhi et al. (2009), por exemplo, utilizaram um conjunto de dados globais para inferir fronteiras (ou limites) baseados na precipitação necessária para a viabilidade das florestas tropicais que, combinado aos modelos de mudança climática global, permitiu-lhes estimar um limiar crítico de disponibilidade de água; este limiar, conseqüentemente, indica o alcance potencial das mudanças climáticas (induzidas pelo ser humano) para as transições no ecossistema da Amazônia. Ainda que os autores não tenham encontrado fronteiras bem definidas neste espaço de regimes de chuvas, o qual era esperado, dado que as características do bioma são também influenciadas pelas propriedades do solo e pela hidrologia, os mesmos foram capazes de identificar limiares climáticos gerais para a região, baseados em medições de precipitação anual e no valor mais negativo do Déficit Hídrico Climatológico Máximo (DHCM). Estas “fronteiras climatológicas” podem ser convertidas, de uma forma geral, nas seguintes tipologias vegetais: (i) ‘floresta tropical’ sempre-verde:  $DHCM > -200$  mm; (ii) ‘floresta sazonal’:  $DHCM < -200$  mm e precipitação  $> 1500$  mm; (iii) ‘savana’:  $DHCM < -300$  mm (ponto médio do intervalo de transição amplo,  $-400$  mm  $< DHCM < -200$  mm) e precipitação  $\leq 1500$  mm.

### A relação entre desmatamento e clima

Devido à estreita relação entre o clima da Amazônia e suas características físicas superficiais, eventos generalizados de desmatamento poderão ter efeitos significantes nas dinâmicas climáticas local e regional. Em geral, os cientistas prevêm um enfraquecimento do ciclo de chuva sob cenários de extenso desmatamento na Amazônia, seguido pela redução da precipitação anual (veja revisão em D'almeida et al., 2007).

Mudanças nas condições climáticas regionais na floresta tropical úmida da Amazônia também podem ser fortemente influenciadas pela transformação e mudanças no uso da terra em ecossistemas circunvizinhos, tal como o bioma Cerrado. No Brasil central, Costa e Pires (2009) demonstraram que o desmatamento contínuo no Cerrado (o qual já foi desmatado em mais de 50%) poderia ser combinado com os impactos climáticos advindos do desmatamento na Amazônia, para produzir um aumento significativo na duração da estação seca na região do “arco do desmatamento”,<sup>2</sup> no sudeste da Amazônia. Especificamente, quando os efeitos de ambos cenários de desmatamentos foram combinados, foi previsto um aumento da estação seca de 5 para 6 meses.

Em outras palavras, os efeitos do desmatamento no Cerrado e na região do arco do desmatamento podem atuar em conjunto e “empurrar” partes desta última para além do limiar climático (necessário por manter a viabilidade da floresta tropical), liderando uma conversão em larga escala de floresta sempre-verde para floresta sazonal ou para savana.

A identificação de florestas que estão se aproximando, ou que já tenham cruzado este limite climático, será essencial para priorizar os futuros esforços de conservação. Nesta breve sinopse, os resultados de modelagens derivadas de Costa e Pires (2009) para os regimes de precipitação futura na região do arco do desmatamento foram combinados com os limiares climáticos identificados por Malhi et al. (2009), visando identificar áreas de florestas cuja viabilidade a longo prazo esteja ameaçada.

<sup>2</sup> O chamado “arco do desmatamento” refere-se a uma grande faixa contínua entre os biomas Amazônia e Cerrado (localizado dentro dos limites da Amazônia Legal), com cerca de 3 mil km de extensão e até 600 km de largura, que se estende desde o Maranhão, abrangendo a metade leste e sul do Pará, passando pelo noroeste de Tocantins, norte do Mato Grosso, Rondônia, até atingir o leste do Acre. Até o momento, grande parte dos desmatamentos na Amazônia ocorrem nesta faixa de terra, tida como uma nova fronteira agrícola em direção ao norte do país.

### Impactos Regionais do Desmatamento

#### Cenários de Desmatamentos

O estudo de Costa e Pires (2009) é baseado em dois cenários futuros de desmatamentos para a Amazônia, em 2030 e 2050, produzidos por Soares-Filho et al. (2006):

(1) O cenário ‘*business as usual*’ (BAU) assume que o recente padrão de desmatamento irá continuar, sem que haja a criação de novas áreas de proteção, seguido ainda pelos baixos níveis de atendimento à legislação ambiental corrente. Este cenário indica que 40% das florestas localizadas dentro das áreas protegidas (ex. Unidades de Conservação, terras indígenas, etc.) estarão sujeitas ao desmatamento, podendo chegar a 85% de desmatamento fora destas.

(2) O cenário ‘governança’ (GOV) assume que a legislação ambiental brasileira é implementada ao longo de toda a Amazônia, através da extensão dos atuais experimentos em governança de fronteira. Por exemplo, áreas de preservação permanente em propriedades privadas, zoneamento agro-ecológico e a expansão do Programa de Áreas Protegidas para a região Amazônica.

No caso da região do Cerrado, esta já perdeu mais de 1 milhão de km<sup>2</sup> de vegetação natural desde a década de 1940, devido à intensa expansão das atividades agropecuárias (Klink e Machado, 2005; Sano et al., 2008). Dada estas elevadas taxas e a correspondente e fraca governança de conservação deste ambiente, o cenário ‘C’ assume que todo o Cerrado será desmatado até o ano de 2030.

#### Cenários bioclimáticos

Para auxiliar na interpretação e visualização do modelo proposto, a região de estudo (arco do desmatamento) foi dividida em 22 células quadradas e idênticas (P1 a P22).<sup>3</sup> Sob as atuais condições de precipitação, a vasta maioria das florestas nesta região encontra-se dentro dos limites

<sup>3</sup> As figuras (mapas e gráficos) omitidas nesta tradução encontram-se na obra original, a qual pode ser acessada em: <http://www.springerlink.com/content/4t145623324m1322/>



requeridos de precipitação anual e de Déficit Hídrico Climatológico Máximo para sustentar a floresta tropical em áreas de planície. Neste caso, grande parte das respectivas células estão inseridas no limite de região climática definida para a floresta tropical (sempre-verde), com exceção das células P13, P16 e P22, as quais estão situadas dentro do espaço climático definido para a floresta decídua/semi-decídua. Três células ao sudeste do arco (P4, P6 e P8) estão no limite entre os espaços climáticos definidos para a floresta tropical e o Cerrado.

No contexto de cenário BAU, há uma forte tendência de que as áreas hoje sob domínio climático de floresta tropical passem a ser regidas por uma fronteira climática entre floresta e Cerrado, uma tendência claramente acentuada devido aos desmatamentos no Cerrado. Ainda neste cenário, a região sudoeste do arco do desmatamento (células P4 a P8, correspondentes ao sul de Rondônia, centro-norte e sul da Bolívia) encontra-se com a maior parte da área sob o risco de transição para o Cerrado, enquanto aquelas no limite mais ao sul (células P10, P13, P16 e P19) serão empurradas para dentro do espaço climático atualmente ocupado pela floresta decídua/semi-decídua. A região nordeste do arco (células P21 e P22) também sofrerá com o clima mais seco, indicando a presença de algumas áreas para além do limite climático identificado.

Mesmo com a imposição efetiva de uma governança florestal nos próximos anos (cenário GOV + C), já é prevista uma transição de áreas de florestas para limites bioclimáticos do Cerrado, com florestas no sul e sudoeste da região sendo regidas por uma zona de transição entre Cerrado e floresta tropical.

### **Implicações para a Conservação da Amazônia e do Cerrado**

As análises acima indicam que, qualquer que seja a governança futura na Amazônia, grandes segmentos da região do arco do desmatamento correm um alto risco de “cruzarem” tal ponto ecológico limite (*tipping point*) nos próximos 20 - 40 anos. As florestas mais ameaçadas são aquelas no extremo sudoeste do arco do desmatamento, dentro da Bolívia, e a nordeste. Isto indica uma real necessidade de um planejamento integrado regional para a Amazônia e biomas adjacentes na América do Sul. Crucialmente, a análise indica que as mudanças climáticas na Amazônia serão significativamente influenciadas pelos ecossistemas ao redor, e que, como consequência, políticos e conservacionistas precisam, urgentemente, desenvolver um plano integrado de longo prazo, o qual aborde as questões de desmatamento em ambos os biomas.

Os dados também confrontam os resultados de Walker et al. (2009), os quais argumentam que a “savaniização” da floresta, causada pelo processo de dessecação

na região, não é uma ameaça imediata para a Bacia Amazônica. Suas análises não consideraram a importância potencial do desmatamento no Cerrado em levar a um aumento no déficit de água na região do arco. Assim, ainda que a expansão das áreas protegidas no arco do desmatamento e em outras partes da Amazônia seja absolutamente vital, fica claro que o bioma Amazônico não deva ser mantido isolado neste processo de conservação – ou seja, a sustentabilidade ecológica da extensiva planície de floresta tropical nas bordas sul e sudoeste da Bacia Amazônica também requer a conservação do Cerrado adjacente.

A síntese da pesquisa em termos dos limites ecofisiológicos e modelagem meteorológica oferece uma nova e consistente maneira para identificar as áreas de floresta que se encontram em maior risco. Esta, por sua vez, permite aos tomadores de decisão desenvolver planos pró-ativos para salvaguardar a biodiversidade e os serviços ambientais nestas áreas. Por exemplo, os planejadores em conservação podem garantir ações que, no futuro, permitam mudanças na distribuição de espécies ou um possível rearranjo de comunidades, as quais irão, inevitavelmente, seguir as transformações previstas para os ecossistemas em questão. Além disso, espécies raras e ameaçadas de extinção, que são improváveis de conseguirem se adaptar às mudanças climáticas ou às novas características do bioma, podem ser identificadas (exemplos em Lees e Peres, 2006), enquanto medidas específicas serão colocadas em prática para garantir a continuidade das mesmas. Enfim, uma urgente solução política para o continuado processo de desmatamento na Amazônia e Cerrado deve ser exigida. Algum progresso já está sendo feito na Amazônia, através de acordos climáticos internacionais e modificações na cadeia de produção (Nepstad et al., 2009). No entanto, há um risco de que, sem a conservação do Cerrado, estas intervenções não irão prevenir as transições ecológicas em larga escala, impactando vastas áreas de floresta tropical.



## Referências

Costa, M.H., J.A. Foley. 2000. Combined effects of deforestation and doubled atmospheric CO<sub>2</sub> concentrations on the climate of Amazonia. *Journal of Climate* 13: 18–34.

Costa, M.H., G.F. Pires. 2009. Effects of Amazon and central Brazil deforestation scenarios on the duration of the dry season in the arc of deforestation. *International Journal of Climatology*. doi:10.1002/joc.2048.

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. doi:10.1038/35041539.

D’Almeida, C., C.J. Viro’smarty, G.C. Hurtt, J.A. Marengo, S.L. Dingman, and B.D. Keim. 2007. The effects of deforestation on the hydrological cycle in Amazonia: A review on scale and resolution. *International Journal of Climatology* 27: 633–647. doi:10.1002/joc.1475.

Dirzo, R., P.H. Raven. 2003. Global state of biodiversity and loss. *Annual Review of Environment and Resources* 28: 137–167.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2007. Summary for policymakers. In *Climate change 2007: The physical science basis*. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. New York: Cambridge University Press.

Klink, C.A., R. Machado. 2005. Conservation of the Brazilian Cerrado. *Conservation Biology* 19: 707–713. doi:10.1111/j.1523-1739.2005.00702.x.

Lees, A.C., C.A. Peres. 2006. Rapid avifaunal collapse along the Amazonian deforestation frontier. *Biological Conservation* 133: 198–211. doi:10.1016/j.biocon.2006.06.005.

Lenton, T.M., H. Held, E. Kriegler, J.H. Hall, W. Lucht, S. Rahmstorf, H.J. Schellnhuber. 2008. Tipping elements in the Earth’s climate system. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 105: 1786–1793. doi:10.1073/pnas.0705414105.

Malhi, Y., L.E.O.C. Aragão, D. Galbraith, C. Huntingford, R. Fisher, P. Zelazowski, S. Sitch, C. McSweeney, P. Meir. 2009. Exploring the likelihood and mechanism of a climate-change-induced dieback of the Amazon rainforest. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 106: 20610–20615. doi:10.1073/pnas.0804619106.

Mayle, F.E., D.J. Beerling, W.D. Gosling, M.B. Bush. 2004. Responses of Amazonian ecosystems to climatic and atmospheric carbon dioxide changes since the last glacial maximum. *Philosophical Transactions: Biological Sciences* 359: 499–514. doi:10.1098/rstb.2003.1434.

Nepstad, D., B.S. Soares-Filho, F. Merry, A. Lima, P. Moutinho, J. Carter, M. Bowman, A. Cattaneo, et al. 2009. The end of deforestation in the Brazilian Amazon. *Science* 326: 1350–1351. doi:10.1126/science.1182108.

Nobre, C.A., L.S. Borma. 2009. Tipping points for the Amazon forest. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 1: 28–36. doi:10.1016/j.cosust.2009.07.003.

Rudel, T.K., R. Defries, G.P. Asner, W.F. Laurance. 2009. Changing drivers of deforestation and new opportunities for conservation. *Conservation Biology* 23: 1396–1405. doi:10.1111/j.1523-1739.2009.01332.

Sano, E.E., R. Rosa, J.L. Brito, L.G. Ferreira Jr. 2008. Semidetached mapping of land use in Cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 43: 153–156. doi:10.1590/S0100-204X2008000100020. (in Portuguese).

Soares-Filho, B., D.C. Nepstad, L. Curran, G. Cerqueira, R. Garcia, C. Ramos, E. Voll, A. McDonald, P. Lefebvre, P. Schlesinger. 2006. Modeling Amazon conservation. *Nature* 440: 520–523. doi:10.1038/nature04389.

Walker, R., N.J. Moore, E. Arima, S. Perz, C. Simmons, M. Caldas, D. Vergara, C. Bohrer. 2009. Protecting the Amazon with protected areas. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 26: 10582–10586. doi:10.1073/pnas.0806059106.