

# O workshop “Modelos e cenários para a Amazônia: o papel da ciência”

Apresentação de  
LUIZ CARLOS JOELS\*  
GILBERTO CÂMARA\*\*

O número 12 da revista “Parcerias Estratégicas” dedica uma seção à apresentação de estudos científicos sobre a dinâmica de ocupação da região Amazônica, um dos maiores desafios nacionais neste início de século XXI.

Em contraste com o crescimento relativamente lento dos investimentos federais em ciência e tecnologia na região nas últimas décadas, a Amazônia foi palco de um rápido processo de ocupação humana sem precedente histórico. A área desmatada cresceu de 10 milhões de hectares nos anos 70 à cerca de 60 milhões de hectares no final de 2000. Este desmatamento vem sendo acompanhado de novas formas de povoamento na região, com uma combinação de políticas públicas e de ações individuais.

Esta situação explosiva, com seus desdobramentos nacionais e internacionais, requer do governo e da sociedade respostas adequadas em termos de políticas públicas para a região. A partir da conferência RIO 92, numa tentativa de estabelecer um processo de decisão gerencial integrado, setores do governo brasileiro passaram a adotar os princípios do *desenvolvimento sustentável*. Contudo, como este conceito ainda não tem uma formulação científica sólida, as conseqüências práticas desta decisão tornam-se limitadas. Deste modo, muito esforço de pesquisa será necessário para permitir que boas intenções se transformem em formulações consistentes de políticas públicas.

Um dos paradigmas básicos relacionados à idéia de sustentabilidade é o de *multidimensionalidade*, que implica na necessidade de *avaliações integradas*, que combinem fatores econômicos, ecológicos, demográficos e climáticos, que as diferentes dimensões da política pública também sejam consideradas de forma conjunta. Deste modo, uma nova infra-estrutura

---

\* Luiz Carlos de Miranda Joels é Gerente do Programa de Ciência e Tecnologia para Gestão de Ecossistemas e Coordenador-Geral de Meio Ambiente, do Ministério da Ciência e Tecnologia.

\*\* Gilberto Câmara é Coordenador de P&D em Geoprocessamento do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e consultor da FAPESP, FINEP e CNPq.

viária seria avaliada não apenas em função de seus benefícios macroeconômicos, mas também em sua influência sobre outras dimensões, como a melhoria da população local, seu impacto na biodiversidade e contribuição potencial para as mudanças climáticas globais.

Com o objetivo de integrar diferentes áreas do conhecimento científico sobre a dinâmica de ocupação da Amazônia, o Ministério da Ciência e Tecnologia organizou, em abril de 2001, o encontro “Modelos e cenários para a Amazônia: o papel da ciência”, que reuniu cientistas e técnicos do governo, todos com substancial experiência em trabalhos sobre a Amazônia. Foi solicitado a cada um dos especialistas a apresentação de um documento de posições sobre o estado da arte da dinâmica de ocupação da Amazônia, em sua disciplina de conhecimento, contendo ainda sugestões e indicações de metas de pesquisa científica. Estes documentos, após sua revisão pelos autores em função dos debates do encontro, estão reunidos neste número.

O desafio básico é conhecer o processo histórico de ocupação da região e seus condicionantes políticos e econômicos externos e internos. Para estabelecer esta base de entendimento, Bertha Becker, da UFRJ fez uma análise retrospectiva, contrapondo dois modelos de ocupação territorial: (a) o modelo exógeno, baseado numa visão externa ao território, que afirma a soberania, privilegiando as relações com as metrópoles e implementado através da geometria de redes; (b) o modelo endógeno, baseado numa visão interna do território, e privilegiando o desenvolvimento local e implementado por uma geometria de áreas. Sua análise mostra uma Amazônia resultante, primordialmente, de processos externos, como os investimentos públicos de infra-estrutura e privados em agronegócios, que estabelecem um frágil equilíbrio com as diferentes organizações das populações locais. Becker termina propondo, ainda, um novo macrozoneamento para a região, reflexo de uma concepção realista da possível compatibilização entre as pressões conservacionistas e desenvolvimentistas.

O desenvolvimento de modelos também há de levar em conta as perspectivas de políticas públicas e de investimentos para a região. Neste sentido, a palestra de Silvia Pires, do CEPEL, evidenciou substancial potencial para conflitos e impactos ambientais no programa de investimentos previsto pela ANEEL, especialmente na bacia do Tocantins-Araguaia. A avaliação ambiental estratégica realizada pelo CEPEL apontou problemas potenciais para a implantação de oito empreendimentos de médio e grande porte ao longo dos trechos alto e médio do Rio Tocantins e no baixo Araguaia, no horizonte dos próximos 10 anos, com processos construtivos simultâneos. Em decorrência, foi recomendada a realização de estudos integrados destes projetos e a revisão das previsões para suas datas de entrada em operação. Ficou claro que a Amazônia tem um papel fundamental no fornecimento de energia hidrelétrica nova para as regiões mais industrializadas do país, mantendo o modelo exógeno citado na palestra da Dra. Bertha Becker.

O Dr. Peter Mann de Toledo, do Museu Paraense Emílio Goeldi, ao comentar os trabalhos acima, postulou que no desenvolvimento de modelos e cenários para a região Amazônica, é fundamental levar em consideração a biodiversidade, já que o Brasil é o país de maior megadiversidade, e esta tem um grande potencial para o desenvolvimento, assim como há perigo de extinções devido à destruição da floresta. Os riscos são agravados em função do desconhecimento taxonômico e biogeográfico, e as condições precárias para a condução de pesquisa e para a manutenção de coleções. O Dr. Toledo defende que a obtenção de um diagnóstico completo da biodiversidade e o entendimento dos impactos ambientais dos diferentes usos da terra são prioridades científicas na elaboração de modelos para a Amazônia. Por fim, o Dr. Toledo considera que modelos interpretativos e preditivos com as informações acima são essenciais para o planejamento da ocupação da Amazônia. Mas, desde já, pode-se afirmar que a divisão da Amazônia em ecorregiões seria a melhor maneira de inserir a variável biodiversidade no planejamento já que o outro modelo em uso no Brasil, o dos corredores ecológicos, apresenta limitações por não considerar o papel dos grandes rios como limitadores do fluxo genético.

O passo seguinte na proposição de modelos é a realização de estudos quali-quantitativos de cenários, baseados em levantamentos sócio-econômicos e em técnicas qualitativas de análise. Cláudio Porto (MACROPLAN) apresentou o estudo realizado para a Eletronorte, em que identifica quatro grandes cenários para a Amazônia em 2020, que vão desde a estagnação da região (com piora geral das condições de vida) até uma situação de desenvolvimento sustentável, com renovação no parque industrial, aproveitamento da biodiversidade e crescimento, e ecoturismo. Apesar deste tipo de cenário ser atrativo e de leitura relativamente fácil para os tomadores de decisão, o professor José Marcelino Monteiro da Costa, da UFPA, debatedor desta apresentação, argumentou que como as metodologias e técnicas utilizadas na construção do cenário não foram apresentadas, pode-se especular que este cenário tenha sido delineado arbitrariamente. Isto impediria que ele fosse testado, como também realimentado e recalculado com novos dados. Cláudio Porto admitiu que devido ao pouco tempo disponível para a apresentação, não tenha ficado claro que a escolha dos cenários não é arbitrária e que foram utilizadas as melhores técnicas de análise e seleção.

Os estudos anteriores podem ser vistos como preliminares e imprescindíveis para embasar em realidade com abordagens quantitativas, envolvendo modelos computacionais. Neste sentido, as demais apresentações do Workshop discutiram aspectos de complexidade crescente, do ponto de vista do estado da arte do conhecimento científico e tecnológico. De um ponto de vista geral, a questão tratada pelos demais apresentadores (de forma explícita ou implícita) diz respeito à capacidade e aos limites do uso de modelos computacionais para simular o comportamento

dos diferentes agentes e componentes envolvidos nos fenômenos ambientais da Amazônia.

Num contexto de complexidade crescente, a variável demográfica é a que apresenta comportamento mais previsível. Hélio Moura e Morvan de Mello Moreira, da Fundação Joaquim Nabuco, apresentaram um estudo indicando que a região Amazônica tem acompanhado o processo de queda da natalidade, fato que, acoplado à interrupção do fluxo migratório para a região, aponta para um cenário de substancial redução da pressão demográfica sobre a região. Adicionalmente, o crescimento da população residente nos núcleos urbanos evidencia um cenário de “floresta urbanizada” (termo cunhado pela Prof<sup>a</sup>. Bertha Becker), em que assentamentos urbanos de concentração crescente de população e serviços sejam interligados, dentro de grandes vazios populacionais.

Carlos Nobre, do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos do INPE, discorreu sobre o estado da arte dos modelos climáticos e, em especial, sobre as previsões de aquecimento global do planeta e sua interrelação sobre a Amazônia. Deve-se lembrar, que os modelos climáticos baseiam-se em equações que descrevem a física e a dinâmica da atmosfera e, portanto, dispõem de formulação matemática estabelecida que descreve os processos de transferência de energia e massa. Isto foi uma pré-condição fundamental para seus bons resultados. Nobre apresentou diferentes cenários de aquecimento global, que incluem a previsão média de que a temperatura na região Amazônica poderá aumentar em até 8 graus em 2080, mantidas as atuais taxas de emissão de gases de efeito estufa no mundo. Alertou, também, para a importância do experimento LBA, cuja coleta de dados inéditos na Amazônia permite um melhor entendimento dos ciclos climáticos e biogeoquímicos na região. Lembrou, ainda, o grande desafio a ser enfrentado pelos modelos espaço-temporais de processos de ação antrópica, que incluem agentes e condicionantes sócio-econômicos.

Diógenes Alves, do INPE, apresentou os resultados mais recentes de seus estudos de diagnóstico do processo de desmatamento da Amazônia, baseados na dinâmica espacial das áreas alteradas, que podem ser detectadas por sensoriamento remoto. Seus resultados apontam para um cenário aproximadamente determinístico e sustentado, em que cerca de 90% do desmatamento ocorreram nos limites de 100 km da malha rodoviária principal, ao redor dos eixos e pólos de desenvolvimento definidos nos anos 70 e 80. Tal concentração faz com que as áreas derrubadas se conectem ao longo do tempo, reduzindo as áreas de reserva legal das propriedades a níveis inferiores aos previstos na legislação. Resumindo seus achados na frase “onde já se desmatou é onde se desmata mais ainda”, Diógenes sugeriu maior ênfase em estudos sobre a relação entre o desmatamento, o funcionamento dos sistemas produtivos e as condições de vida das populações.

Eustáquio Reis, do IPEA, apresentou estudo econométrico com base em painel de dados censitários em nível municipal que modela as interações

entre os processos de desmatamento, atividade agropecuária, urbanização e industrialização em nível municipal. Suas hipóteses básicas são que o crescimento populacional e a expansão da malha rodoviária são os motores da expansão econômica da Amazônia brasileira e que a utilização agropecuária das terras constitui a principal causa imediata do processo de desmatamento, com a extração de madeira desempenhando papel subsidiário. O modelo de Reis é representativo do atual estado-da-arte em modelos econômicos sobre a dinâmica de uso do solo e os inventários de estoques de carbono na Amazônia. Constitui, nesse sentido, o principal estudo realizado no Brasil sobre o tema, tendo projetado, para a década de 90, taxas de desmatamento médias próximas àquelas posteriormente observadas, o que indica sua validade como instrumento de previsão de tendências de médio e longo prazo.

O trabalho de Reis motivou grande discussão. José Marcelino Monteiro da Costa ponderou que há dois problemas envolvendo modelos que incluem uma miríade de variáveis endógenas e exógenas: identificar variáveis que são realmente explicativas do fenômeno que se quer explicar e mensurar a intensidade com que elas influenciam o fenômeno. Houve consenso entre os presentes sobre a impossibilidade intrínseca de construir modelos computacionais que simulem completamente o comportamento dos diferentes agentes e componentes envolvidos no processo de desmatamento da Amazônia. No entanto, a maior parte dos participantes concordou que, apesar de reducionista, o processo de modelagem – quando conduzido de forma cientificamente sólida – oferece a possibilidade de uma melhoria substancial no entendimento da realidade e constitui um importante subsídio para a formulação de políticas públicas de forma mais racional.

José Marcelino propôs que para atingir os objetivos do workshop, o ideal é combinar metodologias. Isto pode ser feito mediante a utilização da metodologia de cenários apresentada pelo Cláudio Porto, e elaborada multidisciplinarmente por especialistas em geografia, história, geopolítica, demografia devidamente respaldada em projeções elaboradas por modelos econométricos.

Os participantes admitiram que, para que possam ser utilizados como instrumento de planejamento e gestão, os modelos sobre a dinâmica e os impactos da ocupação humana na Amazônia devem incorporar diferentes componentes do espaço geográfico, incluindo aspectos sócio-econômicos, físicos, ecológicos, climáticos e demográficos. Deste modo, a construção de cenários para a Amazônia requer um substancial esforço técnico e científico, inerentemente multidisciplinar.

O Dr. Cristovam Diniz, da UFPA, argumentou que todos os esforços para a construção da sustentabilidade da Amazônia poderão ser infrutíferos, não importando a qualidade dos modelos gerados, caso não haja um investimento considerável na educação dos amazônidas. Isto inclui a pós-graduação, como postulou o Dr. Warwick Estevam Kerr, do

INPA, na abertura do workshop, e também os demais níveis de ensino. Cristovam Diniz lembrou que a renúncia fiscal e o assistencialismo direto aos bolsões de miséria, dissociados de uma política de formação e fixação de recursos humanos atrelada ao desenvolvimento regional, deram sinais de insuficiência e desperdício e não têm conseguido evitar a migração permanente das populações do meio rural para as grandes cidades em busca de melhores condições de saúde, educação, emprego e renda. Propôs que a interiorização das universidades na Amazônia, incluindo as novas tecnologias de informação, pode imprimir eficiência e equidade na formação imediata de todos os professores da escola básica, ajudando a superar os números vergonhosos hoje exibidos. Neste processo deve ser contemplada a apropriação sustentada, pelo cidadão médio, do conhecimento acerca do ecossistema amazônico. Para isso, seria preciso desencapsular o conhecimento contido nas publicações científicas tornando-o acessível ao professor da escola básica, interrompendo a dicotomia entre a geração de conhecimento e sua disseminação. Escolas amazônicas precisam impregnar-se de Amazônia.

A questão da biodiversidade e sua inserção numa modelagem da ocupação da Amazônia foi mencionada por palestrantes e participantes do evento, durante os debates. Para informar os leitores sobre o estado da arte da automação de informações sobre biodiversidade na Amazônia, solicitamos aos pesquisadores do INPA – Célio Magalhães, José Laurindo Campos dos Santos e Júlia Ignez Salem – um artigo sobre o tema. Apesar de não ter sido apresentado no workshop, este artigo complementa esta seção de Parcerias Estratégicas.

A realização do workshop motivou parte das instituições científicas participantes, que incluíram a FUNDAJ, INPA, INPE, IPEA, LNCC, MPEG, UFPA e UFRJ a organizar um grande projeto de pesquisa cooperativa, formando um “Instituto de Modelagem Ambiental e Urbana”. Um dos focos prioritários de atuação do Instituto será a construção de modelos descritivos e preditivos para a Amazônia, incluindo processos climáticos, ecológicos e antrópicos. Pretende-se tomar os resultados já produzidos por pesquisadores das instituições proponentes como base para a construção de metodologias científicas sólidas, que elevem substancialmente a capacidade do País na área de modelos computacionais aplicados a problemas ambientais.

Dada a abrangência dos temas abordados e a experiência dos autores, este número de “Parcerias Estratégicas” configura-se como uma coletânea inédita em sua abrangência sobre o problema. Espera-se que os artigos possam motivar o governo, os cientistas e a sociedade a propor projetos científicos interdisciplinares de médio e longo prazo sobre o entendimento da dinâmica da ocupação da Amazônia.