

32

— n.3 set./dez. 2015

rebeep

Revista Brasileira de
Estudos de População

Uma publicação da
Associação Brasileira de Estudos Populacionais

abep

Revista Brasileira de Estudos de População

Editora

Suzana Cavenaghi (Ence/IBGE, Brasil)

Coeditor

Douglas Sathler (UFVJM, Brasil e Ciesin, Universidade de Columbia, NY, Estados Unidos)

Comitê Editorial

Alisson Barbieri (Cedeplar/UFMG, Brasil); Carl Schmettmann (Florida State University, Estados Unidos); Douglas Sathler (UFVJM, Brasil); Elisabete Dória Bilac (Nepo/Unicamp, Brasil); Jair Lício Ferreira Santos (USP, Brasil); Jorge Rodriguez (Cepal, Chile); Lara Andrade (UFRN, Brasil); Marcela Cerrutti (Cenep, Argentina); Massimo Livi Bacci (Università di Firenze, Itália); Paulo de Martino Jannuzzi (Ence/IBGE e MDS/Brasil); Ricardo Ventura (Fiocruz, Brasil); Simone Wajnman (Cedeplar/UFMG, Brasil); Sérgio Odilon Nadalin (UFPR, Brasil); Suzana Cavenaghi (Ence/IBGE, Brasil).

Consultores

Alisson Barbieri (UFMG, MG, Brasil), Ana Hermeto Oliveira (UFMG, MG, Brasil), Carlos Lobo (UFMG, MG, Brasil), Carlos Machado de Freitas (Fiocruz, RJ, Brasil), Cesar Marques (Ence/IBGE, RJ, Brasil), Daniel Schensul (UNFPA, NY, Estados Unidos), Diego Rodrigues Macedo (IBGE, RJ, Brasil), Eduardo Marandola Jr. (Unicamp, SP, Brasil), Enrique Pelaez (Universidad de Córdoba, Argentina), Euda Helena Miranda Miranda (Ministério do Ambiente, Habitação e Ordenamento do Território, Brasil), Felipe Nunes Coelho Magalhães (UFMG, MG, Brasil), Flavia Andrade (UFMG, MG, Brasil), Flavia Feitosa (UFABC, SP, Brasil), Geovane Máximo (UFVJM, MG, Brasil), Guilherme de Castro Leiva (CEFET, MG, Brasil), Harley Silva (UFMG, MG, Brasil), John Sydenstricker Neto (Cebrap, SP, Brasil), Jorge Rodriguez-Vignoli (Celade/Cepal, Chile), Laura Rodríguez Wong (UFMG, MG, Brasil), Juliana Arruda (UFRJ, RJ, Brasil), Marcia Caldas de Castro (Harvard University, MA, Estados Unidos), Marden Campos (IBGE, RJ, Brasil), Maria Aparecida Guilherme da Rocha (USP, SP, Brasil), Mauro Augusto dos Santos (Univale, MG, Brasil), Neir Antunes (UFPB, PB, Brasil), Norma Borrego Pérez (El Colegio de México, DF, México), Norma Felicidade Lopes da Silva Valencio (USP, SP, Brasil), Pacelli Henrique Martins Teodoro (UFVJM, MG, Brasil), Pery Francisco Assis Shikida (Universidade de Évora, UE, Portugal), Samya de Lara Pinheiro (Fiocruz, RJ, Brasil), Silvana Amaral (Inpe, SP, Brasil), Sonaly Rezende (UFMG, MG, Brasil), Susana B. Adamo (Ciesin, Universidade de Columbia, NY, Estados Unidos),

Ralfo Matos (UFMG, MG, Brasil), Ricardo Alexandrino (UFMG, MG, Brasil), Ricardo Ojima (UFRN, RN, Brasil), Rodrigo Nunes (Prefeitura de Belo Horizonte, MG, Brasil).

Assistente Editorial

Ana Paula Pyló

Preparação de originais e revisão de português

Vania Regina Fontanesi

Revisão e tradução de inglês

George Martine

Revisão e tradução de espanhol

Fernanda Stang

Projeto gráfico, capa e diagramação

Traço Publicações e Design:

Fabiana Grassano e Flávia Fábio

Tragem

300 exemplares

Indexadores

Scopus-Elsevier, SciELO, Lilacs, Latindex, Docpal-Celade, IBICT, Docpop-Seade

Apoio

Fundação Carlos Chagas
Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq
Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Capes

Correspondência e pedidos de assinatura

Suzana Cavenaghi (editora)

Revista Brasileira de Estudos de População
Rua André Cavalcanti, 106, sala 502
Bairro de Fátima - Rio de Janeiro - RJ - 20231-050
Fone: (55-21) 2142.4691 ou 46889
e-mail: rebep@rebep.org.br
e-mail: secretaria@rebep.org.br
site: www.rebep.org.br

Diretoria da Abep (2015-2016)

Presidente: Cássio Maldonado Turra
Vice-Presidente: Jair Lício Ferreira Santos
Secretária Geral: Ana Silvia Volpi Scott
Tesoureiro: Ana Carolina Soares Bertho
Suplente: Wilson Fusco



ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA
DE ESTUDOS POPULACIONAIS



Fundação Carlos Chagas



Conselho Nacional de Desenvolvimento
Científico e Tecnológico



CAPES

Revista Brasileira de Estudos de População / Associação Brasileira de Estudos Populacionais. – v. 32, n. 3, (2015) – Rio de Janeiro: Rebep, 2015.

Quadrimestral

Resumos em português, inglês e espanhol

A coleção iniciou-se com o v.1, n.1, 1984.

ISSN 0102-3098

1.Demografia. 2.Estudos de População. I.Associação Brasileira de Estudos Populacionais.

A **Revista Brasileira de Estudos de População** (Rebep) é o único periódico de âmbito nacional voltado exclusivamente para assuntos populacionais. Seu objetivo precípuo, desde sua criação, é estimular e difundir a produção brasileira no campo da demografia e população e desenvolvimento sustentável e garantir o diálogo entre este campo e as áreas afins.

A **Revista Brasileira de Estudos de População** é uma publicação quadrimestral da Associação Brasileira de Estudos Populacionais (Abep) e está aberta a colaboradores, reservando-se ao direito de publicar ou não o material espontaneamente enviado. A revista é distribuída gratuitamente aos associados da Abep. Poderá também ser adquirida mediante assinatura anual ou compra de exemplar avulso.

Esta revista foi impressa com miolo em papel Offset 75g/m² e capa em papel Supremo 240g/m² para a Associação Brasileira de Estudos Populacionais, em dezembro de 2015.

Revista Brasileira de Estudos de População

vol. 32, n. 3, set./dez. 2015

Nota da Editora	423
Nota Editorial Temática	429
Artigos	
Economy, society and environment in the 21 st century: three pillars or trilemma of sustainability? George Martine and José Eustáquio Diniz Alves	433
Population transitions and temperature change in Minas Gerais, Brazil: a multidimensional approach Alisson F. Barbieri, Gilvan R. Guedes, Kenya Noronha, Bernardo L. Queiroz, Edson P. Domingues, José Irineu R. Rigotti, Gláucia P. da Motta, Flávia Chein, Francisco Cortezzi, Ulisses E. Confalonieri and Kenia de Souza	461
Projeção da mortalidade e internações hospitalares na rede pública de saúde atribuíveis à poluição atmosférica no Estado de São Paulo entre 2012 e 2030 Cristina Guimarães Rodrigues, Evangelina da Motta Pacheco Araújo Vormittag, Julia Affonso Cavalcante e Paulo Hilário Nascimento Saldiva	489
Simulação da quantidade máxima de domicílios permitida por quadras em Belo Horizonte Glauco Umbelino e Clodoveu Davis Jr.	511
Impactos de desastres socioambientais em saúde pública: estudos dos casos dos Estados de Santa Catarina em 2008 e Pernambuco em 2010 Luciana de Resende Londe, Victor Marchezini, Rodrigo Silva da Conceição, Katia Cristina Bortoletto, Ana Elisa Pereira Silva, Elisa Volker dos Santos e Regina Tortorella Reani	537
Distribuição da população e cobertura da terra: o lugar das Áreas Protegidas no Pará, Brasil em 2010 Álvaro de Oliveira D'Antona, Ricardo de Sampaio Dagnino e Maria do Carmo Dias Bueno	563
Ponto de Vista	
Os 70 anos da ONU e a agenda global para o segundo quinquênio (2015-2030) do século XXI José Eustáquio Diniz Alves	587
Sustentabilidad y equidad: reflexiones en torno a la agenda latinoamericana post 2015 Landy Sánchez Peña	599
About mitigation, adaptation and the UNFCCC's 21 st Conference of the Parties Susana B. Adamo	609
Notas de Pesquisa	
Mudanças climáticas e mitigação no setor florestal: REDD+, políticas nacionais e desenvolvimento sustentável local na Amazônia Legal Douglas Sathler, Susana B. Adamo e Everton E. C. Lima	619

Resenha

Reviving or interring global governance on sustainability? Sachs, the UN and the SDGs

The age of sustainable development

by SACHS, J. D.

George Martine 631

Divulgação de livros

A experiência vivida junto ao livro *Habitar em risco*

Habitar em risco: mobilidade e vulnerabilidade na experiência metropolitana

por MARANDOLA JR., E.

Ricardo Ojima 639

Nota da Editora

Primeiro tempo: população, espaço e ambiente

Durante o XIX Encontro de Estudos Populacionais da Abep em 2014, surgiu a ideia de se organizar um número temático sobre **População, Espaço e Ambiente**, como uma atividade dos 25 anos do grupo de trabalho (GT) de mesmo nome. Como o ano de 2015 iniciar-se-ia com as discussões sobre agenda de desenvolvimento sustentável e terminaria com as negociações para os acordos na Conferência das Partes (COP 21), sobre a mudança climática e seus efeitos, o Comitê Editorial da revista entendeu que este seria um momento oportuno para a Abep divulgar trabalhos realizados por seus pesquisadores e contribuir para as discussões em torno destes temas cruciais.

Com muita satisfação se iniciou o trabalho com uma convocatória realizada em conjunto com a coordenação do GT. Os “tempos” do processo de submissão, avaliação, aprovação e publicação foram sempre muito urgentes, mas não mais urgentes do que as complexas ações que precisam ser implementadas para a construção de um mundo socialmente mais justo, economicamente inclusivo e ambientalmente sustentável, respeitando os direitos de todos os seres vivos do planeta e os direitos da natureza. Sem a disposição de todos que participaram deste processo, aos quais se agradece enormemente, não seria possível finalizar a tarefa. O trabalho envolveu muitas pessoas e, sem nomear todas, é importante mencionar o coeditor do número, Douglas Sathler, os autores dos 23 trabalhos submetidos, os mais de 45 pareceristas envolvidos, que de maneira recorde e muito competente doaram seus preciosos tempos, os responsáveis pelo processo editorial, os revisores de idioma, muito competentes como sempre, e, principalmente, o apoio inestimável e de grande expertise de George Martine, que, além dos aportes temáticos, colaborou com a tradução e revisão dos textos em inglês.

A enorme urgência de analisar a fundo os processos que envolvem população, meio ambiente e desenvolvimento foi ressaltada de forma dramática com o grande desastre ambiental que ocorreu no Vale do Rio Doce no momento de fechar esse número da revista. Esta calamidade demonstra que o trabalho dos pesquisadores está apenas começando, pois evidencia a necessidade fundamental de incorporar sistematicamente as preocupações ambientais e demográficas na correção de rumo da corrida desenfreada ao crescimento econômico. Tal preocupação esteve presente desde o início do GT e se revela novamente nos artigos ora apresentados.

A catástrofe de Mariana, Minas Gerais, anunciada até em poesia, exceto aos moradores de Bento Gonçalves e de outros distritos no caminho da lama, ocorreu de maneira violenta no dia 5 de novembro, com o rompimento da Barragem de Fundão. O mar de lama se moveu incessante e continuamente, causando desastres diários nas calhas dos Rios Gualaxo do Norte, do Carmo até alcançar o Rio Doce, provocando suas mortes antecipadas, ao longo de seus leitos por mais de 850 quilômetros, quando alcançou o delta do Rio Doce e seguiu em direção ao mar. A perda imediata de 23 vidas humanas é imperdoável, mas talvez muitas outras virão pelos efeitos diretos e indiretos do desastre; a perda de vida dos animais terrestres e da fauna de água doce é incontável e a destruição da vegetação é de difícil recuperação.

Quase 20 dias depois do desastre os responsáveis ainda anunciam que as causas são desconhecidas e estão sendo investigadas. Como em todo registro de óbito, é necessário conhecer as causas básicas e as imediatas. Estas últimas, não restam dúvidas, precisam ainda ser investigadas, mas a causa básica dessas mortes é a ganância dos empresários e interesses econômicos de todos que se beneficiam do modelo extrativista e primário exportador, exacerbado na mineração. A mineradora responsável pela barragem rompida é a Samarco Mineração, uma *joint venture* da mineradora anglo-australiana BHP Billiton com a Companhia Vale, que retirou Rio Doce de seu nome e agora retirou o Rio Doce do mapa. A forma de exploração desta e de outras mineradoras é a causa básica de morte que tem criado verdadeiras feridas no solo mineiro, como um sarcoma fulminante. Porém, não se pode esquecer de outra causa das mortes, talvez causa intermediária, que é a inépcia de todos, mas principalmente dos gestores do sistema e do governo, que, além de não criarem processos eficientes para a prevenção de desastres, não têm protocolos eficientes estabelecidos para a minimização de danos na ocorrência do evento.

Importante destacar que os efeitos do desastre foram acentuados devido a outros problemas ambientais que a região vem passando ao longo dos anos. O extrativismo possibilitou o crescimento de outras atividades econômicas e a expansão das cidades. Mas o aumento dessas atividades, juntamente com a pecuária, destruiu a Mata Atlântica e eliminou a cobertura vegetal da maior parte da Região Sudeste. Sem árvores a chuva que cai no vale do Rio Doce arrasta o solo para o leito dos rios, provocando erosão e impedindo a recarga dos aquíferos, já que não há infiltração suficiente das águas. Assim, os rios vão ficando deteriorados e os aquíferos vazios. Uma população de mais de 3 milhões de pessoas vive no vale do Rio Doce e sofrerá as consequências deste desastre por muito tempo. Ainda, para piorar este cenário, nada tem sido feito para recuperar o meio ambiente e despoluir os rios com tratamento de esgotos e manejo adequado dos resíduos sólidos. Neste momento, chegou-se a um ponto crucial, em que são necessários bons projetos de recuperação do ambiente deteriorado ao longo de vários anos e agravado exponencialmente pelo rompimento da barragem de rejeitos da mineração, bem como o estabelecimento de protocolos adequados que previnam outros desastres que podem ser ainda mais graves. Mas a recuperação do país será ainda mais complicada e demorada, pois a promoção da

ganância sem regras em nome do “desenvolvimento” é uma catástrofe muito mais ampla que o desastre provocado pela Samarco.

Segundo tempo: contribuições desta edição

Os mapas, assim como as fotos, em geral causam boas impressões quando bem produzidos; aliás, se costuma dizer que uma imagem vale mais do que mil palavras. Logo, esta edição, por ter o espaço como foco importante e apresentar muitos mapas, está bastante agradável de se ver. Contudo, é comum dizer também que sem as palavras não se pode dizer que uma imagem “vale” mais do que mil palavras. Assim, as análises realizadas pelos autores são mais importantes do que a própria aparência visual da edição, que traz seis artigos, uma nota de pesquisa, três pontos de vista, uma resenha e uma divulgação de livro.

É fazendo uso de palavras contundentes e bem colocadas, em uma análise integral e bem fundamentada, que **George Martine** e **José Eustáquio Diniz Alves** levam o leitor a ver as diferentes facetas do tão falado desenvolvimento sustentável. Apesar de serem bastante pessimistas com relação ao futuro do planeta, os argumentos, se contextualizados na calamidade mencionada no primeiro tempo deste editorial, tornam-se ainda mais realistas e podem acordar alguns otimistas, ou pelo menos colocam em dúvida a possibilidade de se alcançar o desenvolvimento sustentável, no quadro em que se dá o crescimento econômico atual. Afinal, como dizem os autores, o termo desenvolvimento sustentável combina duas palavras de sentido cada vez mais opostos e que tendem a se excluir mutuamente. Para fundamentar seus argumentos, os autores fazem uma revisão dos grandes embates teóricos sobre população, desenvolvimento e meio ambiente e realizam uma revisão dos estudos empíricos que mostram: a fraqueza ambiental dos alicerces do progresso; os paradoxos do desenvolvimento tecnológico; e a insustentabilidade do desenvolvimento desigual.

Um grande número de autores, encabeçados por **Alisson Barbieri**, se coloca um enorme desafio para quantificar, em uma janela de 30 anos, como o aumento da temperatura poderá afetar as populações em diferentes contextos, visto que o aquecimento do planeta é uma das questões mais importantes no arcabouço da mudança climática. Para a análise, os autores partem de alguns pressupostos básicos, dentro das possibilidades dos dados, e utilizam um conjunto significativo de informações para Minas Gerais, que apresenta grande diversidade de ecossistemas. Segundo a hipótese de trabalho, a forma mais adequada para mensurar os efeitos da mudança de temperatura é uma abordagem multidimensional e, para isso, os autores lançam mão de um indicador multidimensional para estimar a vulnerabilidade populacional. Os resultados indicam que os aspectos econômicos e de saúde serão mais afetados por alterações na temperatura, sendo que as populações mais vulneráveis são aquelas que vivem nas regiões mais pobres. Com este trabalho, os autores lançam as bases necessárias para a ampliação de estudos que podem antecipar as consequências que virão com a mudança climática, bem como para que os governantes e as populações possam se preparar para minimizar os danos.

Também fazendo uso de modelos de projeção, **Cristina Guimarães Rodrigues** e colegas apresentam uma estimativa do número de internações e mortes devido às enfermidades que podem ser atribuídas à poluição atmosférica e, talvez mais importante, fazem estimativas dos custos para a área de saúde pública em função dessas causas. Diante da escassez de dados nesta área, para enfrentar este enorme desafio, os autores escolhem o Estado de São Paulo, o mais industrializado no país, com suas grandes cidades e altos níveis de poluição, e chegam à conclusão de que, se os níveis de poluição atmosférica forem aqueles observados em 2011, o Estado (ou o país) gastará mais de 1,6 bilhão de reais até 2030 com internações e mortes associadas à poluição, isso sem considerar custos indiretos advindos destas enfermidades e mortes. Um recurso financeiro que poderia ser utilizado para buscar formas de controle da poluição ou mesmo para a implementação de mecanismos de fiscalização e punição, que são essenciais para melhorar a qualidade do ar, como advertem os autores. Os resultados desta pesquisa também abrem caminhos importantes e oferecem argumentos essenciais para o combate às formas de degradação ambiental trazidos pelo avanço tecnológico, fazendo a conexão direta sobre os efeitos econômicos perversos que este pode gerar.

Pensar no futuro das grandes cidades é igualmente uma preocupação de **Glauco Umbelino** e **Clodoveu Davis Jr.**, que apresentam um artigo com uma simulação do número de domicílios que a lei atual de uso e ocupação do solo urbano de Belo Horizonte permitiria, caso fosse implementada em seu máximo. Os autores utilizam uma metodologia que fornece resultados para diferentes cenários de previsão, os quais são essenciais como ferramentas para gestores municipais, que têm potencial importante para auxiliar no planejamento da expansão da mancha urbana. Os resultados mostram, por exemplo, que a cidade de Belo Horizonte poderia vir a ter até 1.405.413 domicílios, partindo da base de 798.940 em 2011, caso a lei fosse praticada em seu máximo permitido. De maneira complementar, os autores argumentam que o método pode ser utilizado nas projeções domiciliares e populacionais de pequenas áreas, principalmente, em escalas mais desagregadas no interior das grandes cidades.

As imagens do desastre de Mariana, citado anteriormente, continuam muito presentes, pois as consequências ainda estão sendo vivenciadas. No entanto, as imagens logo se vão e os novos desastres nos fazem esquecer de outras tragédias ambientais. Como estes não devem ser esquecidos, a autora **Luciana de Resende Londe** e colegas, do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden) criado em 2011, fazem o leitor repensar nas inundações que ocorreram em 2008 em Santa Catarina e em 2010 em Pernambuco (que também atingiram Alagoas). Os desastres ocorreram após fortes chuvas, causando inundações e enormes deslizamentos. O objetivo do artigo é conhecer as características da área de saúde, antes e depois do desastre, nos municípios afetados que declararam estado de calamidade pública, e analisar os impactos causados por estes. Os resultados indicam diferenças sociais muito diversas nos dois Estados, como esperado, mas os impactos foram severos nos dois locais, como, por exemplo, o aumento dos casos

de leptospirose após os desastres. Chama atenção que a maior gravidade ocorreu em Santa Catarina, que possui indicadores econômicos melhores e tem rede de assistência médica mais diversificada, mas isso tem a ver com as questões ambientais e geográficas.

O último artigo, de autoria de **Álvaro de Oliveira D'Antona, Ricardo de Sampaio Dagnino e Maria do Carmo Dias Bueno**, apresenta uma análise da presença de populações em áreas protegidas do Estado do Pará, utilizando dados do Censo Demográfico de 2010, que permitiram um estudo geográfico bastante detalhado devido à identificação das coordenadas geográficas dos domicílios, a partir da coleta de dados do censo por meio dos PDAs. Os autores utilizam os dados dessas coordenadas para colocar os domicílios em grades estatísticas de resolução espacial média de 1,15 km e conseguem identificar 81,7% deles com este método. Os demais foram localizados nas grades a partir da desagregação pelo método dasimétrico, comumente utilizado por outros autores. Posteriormente, os dados demográficos foram associados a esta escala com informações sobre uso e cobertura do solo em áreas protegidas. Os autores encontram usos urbanos associados a outros usos e coberturas da terra nessas áreas protegidas, chamando a atenção para a necessidade de abordagens mais integradas nos estudos sobre urbanização e mudanças no uso e cobertura da terra.

A nota de pesquisa apresentada por **Douglas Sathler, Susana B. Adamo e Everton E. C. Lima** relata a parceria entre algumas universidades brasileiras e um centro norte-americano da Universidade de Columbia para investigar os efeitos das mudanças climáticas e possíveis ações de mitigação no setor florestal, focando no caso da Amazônia. A nota, além de uma discussão conceitual, coloca em destaque as possíveis contribuições que a pesquisa na área de demografia pode oferecer com relação ao desmatamento e desenvolvimento sustentável local na Amazônia Legal. Os autores chamam a atenção para a importância da participação de redes locais na busca de soluções mitigadoras dos efeitos das mudanças climáticas nos municípios da Amazônia, se não em contraposição, pelo menos em colaboração com as ações das redes internacionais.

Os três últimos textos apresentados nesta edição brindam importantes pontos de vista sobre os eventos que marcaram o ano de 2015 na área ambiental e na agenda global de desenvolvimento pós-2015. **José Eustáquio Diniz Alves** analisa os três grandes eventos que marcaram o septuagésimo aniversário da criação da Organização das Nações Unidas (ONU): a Terceira Conferência Internacional sobre Financiamento para o Desenvolvimento (FpD3); a Cúpula do Desenvolvimento Sustentável da ONU, que aprovou os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS); e a COP 21, tendo como principal finalidade costurar um novo acordo internacional para limitar o aumento da temperatura global até 2100. O autor afirma que, embora articulados e bem intencionados, os três eventos não têm se mostrado capazes de dar um novo rumo ao modelo hegemônico de desenvolvimento, que carece, por um lado, de sustentação ecológica e, de outro, de justiça distributiva em sua arquitetura social. No segundo ponto de vista, **Landy Sánchez Peña** faz uma análise importante sobre como os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável incorporam as questões de

meio ambiente, mas pouco incluem os temas da dinâmica demográfica e, por outro lado, como a agenda Regional de População de Desenvolvimento, conhecida como Consenso de Montevideu, de fato pouco dialoga com os temas ambientais. O ponto de vista de Susana B. Adamo traz importantes questões sobre adaptação e mitigação, que, segundo a autora, são aspectos insuficientemente considerados nas discussões da Conferência sobre o Clima (COP 21). Adamo afirma que a incapacidade de lidar com a mitigação e adaptação dentro de uma abordagem equilibrada e com a devida consideração da dinâmica populacional na estrutura global, de fato, tem obstruído análises e esforços em direção à resolução destes problemas em nível técnico.

A resenha de George Martine apresenta uma crítica contundente a vários aspectos do recente livro de Jeffrey Sachs, *The age of sustainable development*. O autor reconhece o esforço importante e análises bem realizadas nos capítulos do livro, mas afirma que os pressupostos teórico-ideológicos utilizados por Sachs são falhos, o que os torna, como ele diz, uma mensagem perigosamente enganosa. Para Martine, o diagnóstico feito por Sachs está totalmente correto e realizado com precisão, mas a prescrição para a solução dos problemas somente agravará estes, por propor mais do mesmo.

Finalmente, apresenta-se nesta edição uma divulgação de livro, oferecida por Ricardo Ojima, que faz uma justa homenagem ao trabalho realizado por Daniel Hogan, não somente em função de suas contribuições teórico-metodológicas, mas também pela criação de toda uma geração de pesquisadores, que ajudaram a dar sustentabilidade à área de população e ambiente na Abep.

Importante encerrar dizendo que, no processo de avaliação e revisão, às vezes muito mais demorado do que os prazos de publicação, alguns artigos ainda estão em fase de reformulação e, quando completado este processo, ainda poderão ser publicados nos próximos números da revista. De toda maneira, devido à importância do tema, espera-se que muitos outros trabalhos deem continuidade às discussões colocadas neste número temático.

Por último, a Diretoria da Abep e a editora da *Rebep* fazem um agradecimento explícito à Fundação Carlos Chagas pelo apoio financeiro à revista, o que possibilitou publicar, neste ano, as edições quadrimestrais.

Boa leitura!

Suzana Cavenaghi
Editora *Rebep*, 2013-2016

Nota Editorial Temática

GT População, Espaço e Ambiente: 25 anos abrindo novas fronteiras do conhecimento

Os estudos sobre População, Espaço e Ambiente desenvolvidos pela demografia brasileira nasceram nos primeiros encontros da Abep, no final dos anos 1970. Os anais destes eventos trouxeram textos que abordam os principais temas de interesse da época, como a colonização e a exploração de recursos na Amazônia, a problemática urbana e a questão agrária no Brasil. No entanto, foi no início da década de 1990 que tais preocupações foram sistematizadas no âmbito de um Grupo de Trabalho (GT) específico, que surgiu a partir de uma iniciativa da diretoria da Abep e dos esforços dos primeiros demógrafos que incorporaram a preocupação ambiental nos seus trabalhos. Tal grupo, inicialmente denominado População e Meio Ambiente, não demorou muito para ampliar sua representatividade nos círculos acadêmicos, congregando outros pesquisadores de destaque.

As bases estavam lançadas para que, a partir dos anos 2000, a demografia brasileira passasse a dialogar intensamente com os mais variados temas ligados à questão ambiental. Novas gerações de pesquisadores se interessaram em explorar as interseções entre a demografia e os enormes desafios ambientais, em suas diversas escalas, contribuindo ativamente com as atividades do GT. Diversos interlocutores ampliaram as ações do grupo por meio de parcerias e esforços interdisciplinares. O GT mudou de nome em 2006 e passou a se chamar *População, Espaço e Ambiente*, em reconhecimento às novas tendências e possibilidades analíticas deste campo de pesquisa.

A questão ambiental evoluiu muito nas últimas décadas, incorporando outros problemas e preocupações a uma velocidade incrível. No mesmo ritmo, cresceram as possibilidades de contribuição da demografia com o tema numa perspectiva interdisciplinar. Se, por um lado, alguns assuntos tradicionais (dinâmicas rural e urbana, poluição, condições de vida, industrialização e ambiente, entre outros) continuaram a despertar o interesse dos estudiosos de população, espaço e ambiente, por outro, temas emergentes (ciclo de vida e dinâmica domiciliar em áreas rurais, população e consumo, população e mudanças climáticas, entre outros) não foram negligenciados pela demografia brasileira. Ainda, nos últimos anos, ferramentas computacionais gratuitas de geoprocessamento, novos pacotes estatísticos e as constantes novidades advindas da internet permitiram grandes avanços na integração de dados demográficos, socioeconômicos e ambientais.

Em 2015, ano marcado por importantes eventos internacionais focados na discussão ambiental, com destaque para as negociações dos Estados Membros das Nações Unidas para os próximos 15 anos sobre os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e a realização da Conferência do Clima (COP 21) em Paris, o GT População, Espaço e Ambiente comemora seus 25 anos de existência. Neste um quarto de século, o grupo debruçou-se para a abertura de novas fronteiras do conhecimento. Muito se fez desde a idealização do GT. Produções científicas e outras diversas iniciativas garantiram a estruturação, o crescimento e o amadurecimento do grupo enquanto formador de opinião e de conhecimento. Diante disso, as próximas linhas trazem um breve resgate de algumas das principais obras desenvolvidas com base no trabalho coletivo do GT nesses 25 anos.

A primeira coletânea de textos promovida pelo GT, intitulada *População, meio ambiente e desenvolvimento: verdades e contradições*, foi organizada por George Martine e publicada em 1993. A obra continua sendo de grande relevância, delineando as principais linhas de pensamento e de pesquisa do grupo, que se preocupava em diferenciar seus discursos do debate neomalthusiano, além de buscar soluções para os problemas emergentes no ambiente urbano. Em 2000, a obra *População e meio ambiente*, de Haroldo Torres e Heloísa Costa, atualizou esse debate, sintetizando o crescimento das elaborações teóricas e metodológicas do grupo, incorporando questões mais amplas.

Em 2007, a edição temática da *Rebep* (volume 24, número 2), com artigos específicos sobre o tema população, espaço e ambiente, foi decisiva para o sucesso e crescimento do GT. Nessa publicação observa-se a crescente massa crítica dedicada aos temas de escopo do grupo, com destaque para a avaliação dos processos de mudança no uso e ocupação da terra, principalmente em áreas de expansão de fronteira, e, novamente, as questões ambientais urbanas.

Em 2012, a revista internacional da Springer, *Population and Environment*, publicou um volume especial em memória ao professor Daniel Hogan, com a participação de vários autores do GT e também de pesquisadores de outros países. Esta edição demonstra a influência e a importância de Daniel Hogan para a demografia ambiental brasileira e internacional, bem como sugere que sua missão profissional e de outros companheiros de GT está sendo muito bem cumprida, tendo em vista a nítida influência que pesquisadores brasileiros associados ao grupo passaram a exercer nos círculos internacionais nos últimos anos.

Neste mesmo ano, a publicação *População e sustentabilidade na era das mudanças ambientais globais*, lançada pela Abep, com edição de George Martine e co-organização de Ricardo Ojima, Alisson Flávio Barbieri e Roberto do Carmo, buscou estabelecer um diálogo não apenas com a comunidade científica, mas também com a sociedade de maneira geral. Para isso, a obra foi escrita com uma linguagem menos técnica, em capítulos curtos e com a participação de autores com diversos *backgrounds* de formação e atuação profissional.

Mais recentemente, a revista *Espinhaço* lançou em 2014 um número especial sobre o tema população, espaço e ambiente, reunindo os principais trabalhos produzidos pelo GT e apresentados no II seminário nacional organizado pelo grupo. Esta edição demonstra

com clareza a ampliação das abordagens sobre o tema (mudanças ambientais, estrutura etária e consumo, recursos hídricos, vulnerabilidade socioambiental, entre outras), o intercâmbio com outros GTs da Abep e, também, o crescimento da comunidade interessada nestes estudos. Ademais, outros muitos livros e textos foram publicados nestes 25 anos de trajetória do GT, com base em iniciativas individuais ou parcerias entre membros do grupo e integrantes de outras associações.

Este número temático da *Rebep* celebra os 25 anos de existência do GT. Assim como o grupo, desde o seu nascimento, a revista se tornou muito mais influente com a nítida ampliação de seu nível de excelência, divulgação nacional e internacionalização. Esta edição é fruto da parceria do GT com o comitê editorial da revista, trazendo seis artigos inéditos, uma nota de pesquisa, três pontos de vista, uma resenha e uma divulgação de livro sobre as principais conexões entre a demografia e as questões ambientais contemporâneas.

É homenageado um passado repleto não apenas de publicações e crescimento acadêmico, mas, sobretudo, de história realizada por pessoas determinadas e perseverantes, seja na coordenação direta do GT, seja no apoio incansável às atividades do grupo. Um passado de alegrias e, também, de saudades daqueles colegas queridos que já se foram. Temos pela frente um futuro promissor que, certamente, trará grandes desafios teóricos e metodológicos para os integrantes do grupo, em que a busca por abordagens que tragam luz sobre as relações sociedade e natureza será presença constante.

Douglas Sathler, coordenador do GT
César Marques, vice-coordenador do GT

Economy, society and environment in the 21st century: three pillars or trilemma of sustainability?

George Martine*
José Eustáquio Diniz Alves**

Over the past 70 years, human progress founded on economic growth has been expressive in practically all areas. Nevertheless, doubts concerning the continuity and extension of these advances are mounting. Economic growth has been bankrolled by the unsustainable use of non-renewable resources, by the destruction of biological diversity and by the emission of greenhouse gases that have triggered global environmental crises while also increasing the gaps between rich and poor. Serious ecological, economic and social problems in the context of deepening globalization pressure us to rethink development in the light of nature's own limits. This paper examines the interactions between the main conditioning economic, social and political factors of the present crisis. It also observes that current dilemmas modify the meaning and the direction of traditional debates on the role of demographic dynamics in this equation. "Sustainable development", though much desired, has become an oxymoron. Given the increasing difficulties in conciliating economic growth, social well-being and environmental sustainability, the Three Pillars of the Rio + 20 Conference have morphed into a trilemma.

Keywords: Sustainable development. Environmental degradation. Demographic dynamics.

* Independent consultant, Brasília-DF, Brazil (georgermartine@yahoo.com).

** National School of Statistical Science (Ence), Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE), Rio de Janeiro-RJ, Brazil (jose.diniz@ibge.gov.br).

Introduction

Human progress has been rather slow throughout history, but it quickened at an exponential rate over the last seven decades due to the acceleration of anthropic activities in the post-war period. Triggered by the capitalist economy's frenetic chase for profits, by cheap fossil fuels and by technological development, the rapid expansion of goods and services has recently generated a significant improvement in the quality of life for billions of people. Reductions in poverty and misery, as well as improvements in levels of health, education and well-being due to economic growth have been manifest and dramatic.

Nevertheless, there are clear signals that this bonanza period could fade rather quickly. Economic growth has been grounded on the unsustainable use of non-renewable resources as well on the reduction of biodiversity. This has led to the concentration of carbon dioxide in the atmosphere and to many other environmental ills as well as to increasing gaps between rich and poor. With the spread of economic globalization, social and environmental crises have deepened while the trajectory of the world economy shows signs of exhaustion in the hegemonic model itself.

Overt disinformation and misrepresentation efforts helps to retard our understanding of the nature and gravity of the environmental problems facing Planet Earth in the 21st century. The failure to generate a shared vision regarding the determinants and contours of the environmental crisis favors the emergence of spurious solutions and produces an ambience of political inaction that contrasts sharply with the dimensions and gravity of the environmental crisis.

Science has categorically determined that several global ecological frontiers are being exceeded and that this produces the possibility of abrupt and uncontrollable transformations in the planetary sphere, unless major urgent changes are made in the trajectory of our civilization. The current historical moment, marked by profound ecological, economic and social crises, demands that we reflect on this situation in light of the limitations imposed by nature itself.

This paper presents a structural analysis of the environmental crisis that examines the origins of the problem and investigates the interactions between its main economic, social, demographic and political facets. It proposes to underline some of the key limitations to "sustainable development". Unfortunately, this term has become an oxymoron; the development that we know is now anything but sustainable. The vaunted three pillars of sustainability – economic, social and environmental – that were highlighted at the Rio + 20 Conference have become a trilemma.¹ Conciliating economic growth, social well-being and environmental sustainability has become increasingly problematic. Indeed, the gap between these three poles is increasing.

¹ 'Trilemma' refers to a proposition composed of three contradictory mottos, or which includes a difficult choice between three conflicting alternatives.

How have we arrived at this predicament and how can we escape it? The interactions between causal factors that have brought humanity and our Planet to this condition are complex and the debate mingles scientific findings derived from several disciplines with ideological stances that rotate along both the conservative/liberal and optimistic/pessimistic alignments.

Demographic dynamics figure importantly in the aggravation and resolution of the trilemma, but in a different manner than that in which it is traditionally presented. Even the most recent debates between neomalthusians and anti-neomalthusians, or between cornucopians and pessimists have become anachronistic in light of the gravity of the current trilemma. The issue is not simply the number of people but the multiple crises that our paradigm of civilization has created and their origins as well as their consequences for different social groups and classes.

The major clashes on population, development and environment over time

The academic world of the social sciences is multifaceted and polychromatic. It would be imprudent to adopt any binary perspective and to construct a black and white photo of the evolution of any field of study. Nevertheless, it may be useful to have a quick look at some main debates that have, directly or indirectly, taken a stand on the role of population dynamics in our socioeconomic and environmental history and that have marked a certain polarization between optimists and pessimists in the humanities over different historical moments. Although the environmental dimension was never completely absent in these debates, its importance has increased notably in recent years.

The 19th century: Malthus, Marx and Mill

The initial writings of Thomas Robert Malthus (1766-1834) aimed to counter the progressive ideas of Enlightenment authors such as the Marquis of Condorcet (1743-1794) and William Godwin (1756-1836). Malthus opposed industrial capitalism and defended the interests of landowners, nobles and clergy. He had no intention of defending the environment or the preservation of nature. According to his model, population growth tended to grow geometrically in response to a positive correlation between fertility and income. Consequently, reductions in poverty would result in a 'population explosion' since they would cause people to marry earlier, have more children who would be more likely to survive and live longer due to the reduction of infant mortality and the increase in life expectancy. Given his opposition to family planning and abortion, he held that population control would occur through both an increase in the age at marriage (a 'preventive' check) and through increased mortality rates (a 'positive' check).

Karl Marx (1818-1883) stands out among the many detractors of malthusianism, particularly through his criticism of Malthus' stance on poverty and the maintenance of subsistence wages in order to control population growth. He showed that the value of

wages depends on the productivity of work and the repartition of its fruits: paid work is transformed into wages while free work, or added value, is transformed into different forms of profit. The value of the “subsistence wage” depends basically on the degree of the exploitation of workers.

Although Marx never formulated a consistent theoretical framework concerning population dynamics as such, he attempted to demonstrate that “excess” populations were not the product of natural laws as Malthus had suggested, but the result of capitalist dynamics that produced a “relative overpopulation” having two main functions: regulating the supply and demand of workers and ensuring the availability of human stock for capital expansion. For him, social and demographic problems would be settled by a social revolution that would guarantee workers enjoyment of the fruits of their work.

In review, it can be seen that Malthus was wrong on the relation between fertility and income while Marx simply ignored the demographic transition (which had been largely anticipated theoretically by Condorcet and Goodwin). Neither Malthus nor Marx showed any concern with environmental issues, biocapacity or biodiversity. Malthus focused on resource scarcity and nature’s limits in providing the means of subsistence for a population, not from the standpoint of ecological concerns, but to justify the need for the continuation of subsistence wages and the inevitability of poverty. Marx believed that with communism, the progress of productive forces and the end of social conflict, people would attain a state of complete freedom. Undoubtedly, Marxism consented to the “domestication” of nature, and never questioned the domination and exploitation of natural life nor “animal slavery” and all the ethical questions related to the rights of species.

During this same historical period, one of the precursors in examining the relation between population, development and environment was John Stuart Mill (1806-1873), who published “The Principles of Political Economy” in 1848. He anticipated the current debate, writing in Chapter VI of Book IV that the unlimited growth of Gross Domestic Product (GDP) and of population would, in the long run, be historically impossible and thus that the “stationary state” would have to prevail in the world, sooner or later. He observed that, in the same way that the Planet has limits, economic and demographic growth were also inherently limited. Mill was thus an innovator in in defending nature and foreseeing, in an affirmative manner, the end of economic growth as well as the limits to economic competition.

A century later: the fear of a population explosion and revisionism

Starting in the 1950s, the perception that a global demographic explosion was likely to occur given high levels of growth in poor countries generated a sudden interest in population issues among scientists and politicians. Several demographers provided legitimacy for bilateral and multilateral efforts to control fertility in poorer countries. However, after the mid-60s, biologists and ecologists basically took over the neomalthusian cause. The eventual opposition of many economists to this stance generated many heated discussions.

Paul R. Ehrlich (born in 1932) published “The Population Bomb” in 1968, at a time when the fertility transition was already advanced in developed countries, but still at very early stages in most countries of the so-called “Third World”. As an ecologist, Ehrlich provided an apocalyptical view of population issues based on his knowledge of the limits to natural ecosystems. He believed that any species that multiplied itself excessively would be destined to misery and possible extinction.

He proposed both malthusian (population control through increases in mortality rates) and neo-malthusian (population control through reduction of fertility rates) approaches. The goal of human society would be to equate fertility and mortality rates in order to achieve zero population growth. He recommended that measures aimed at reverting environmental deterioration should be adopted simultaneously. He agreed to the use of compulsory measures in case the voluntary methods failed to reduce fertility. Several other well-known natural scientists defended similar ideas, including Norman Myers (who also debated at length with Julian Simon) (MYERS; SIMON, 1994), Lester Brown and John Holdren, while others such as biologist Barry Commoner were bitter adversaries.

This sectarian debate from the 1960s extended into the World Population Conference held in Bucharest in 1974. At this Conference, organized by the UN, developed countries, led by the United States, advocated voluntary neo-malthusianism as a means of reducing poverty. Meanwhile, the poor and less-developed countries, led by China and India, defended policies that supported development rather than population control. The neo-malthusian standpoint was overcome by the slogan “development is the best contraceptive”.

However, even before the next World Population Conference could be held (Mexico, 1984), a major turnaround in international stances towards reproductive issues took place. On the one hand, China, which had fought against the ideas defended by Paul Ehrlich in Bucharest, adopted a rigid and coercive “one child policy” in 1979, the most draconian neomalthusian policy in history. On the other, reflecting the neoliberal baton of the Ronald Reagan government, the United States abandoned the defense of population control and defended the law of supply and demand, *inter alia*, for reproductive issues (ALVES, 2002; ALVES; CORRÊA, 2003).

In the context of this debate, it is interesting to observe that the United States’ prestigious National Academy of Sciences commissioned two studies by demographer/economists that constitute watersheds in the analysis of the relations between population, development and environment. The first of these, published in 1971, offered an essentially equidistant posture in relation to the impacts of population growth, but was interpreted by the media as being more neo-malthusian. The second study, published in 1986, was described as “revisionist” and clearly defended the idea that development and the markets were perfectly capable of resolving population issues. This study was long considered by optimists as the last word on the subject and the positions suggested by this book have since predominated among the majority of demographer/economists.

Julian Simon (1932-1998), an economist and one of the neoliberal ideologues of the Reagan government, gained prominence in population circles during this period. At the peak of the debate, Simon adopted a diametrically opposed stance to Ehrlich, supporting a radical pro-natalist policy and discarding any and all environmental restrictions. Simon is a typical example of what analysts define as a market fundamentalist. He was one of the founders of the “free market environment” movement and a forerunner of climate change negationists.

Simon defended the idea that there are no environmental limits to economic development and that scarcity problems are inexistent. For him, each new baby is a capital good bound to create merchandise and bring greater wealth to families and to society. He opposed Ehrlich’s catastrophist views, believed that the supply of fossil fuels was infinite and criticized the authors of the ecological economics school. He was an “environmental skeptic” of the first order and argued that human activities were not responsible for global environmental problems such as the destruction of the ozone layer and the acidification of oceans. He defended the idea that unlimited human ingenuity together with the price system would be able to overcome all of the world’s environmental problems.

At the height of this debate, Ehrlich and Simon laid a wager in 1980 on the future price of certain commodities to test their theoretical conceptions. Simon bet that prices would be lower over a ten year period and Ehrlich bet on growing scarcity and rising prices. The pessimist lost his bet since the price of minerals (as well as of oil and food) declined in the 1980s due to a prolonged international crisis. Nevertheless, the bet proved little since the price of commodities has fluctuated significantly in the post-1990 period. Technological development and mineral discoveries have undoubtedly alleviated the pressure on some of nature’s scarce resources but the more relevant question is whether and how long this can continue given the Jevons’ Paradox (cf. discussion in next section) and increases in global consumption.

The debate in the 21st century – Lam versus Becker and the environmental crises

American demographer/economist David Lam published a paper in 2011 that criticized the pessimism of Malthus and Ehrlich and endorsed the idea that the extraordinary progress observed over the previous 50 years demonstrated the capacity of humankind to deal with future challenges. Lam’s optimism in relation to demographic dynamics is based on the fact that the “population bomb” has been de-activated and that the demographic transition will bring about zero growth before the end of this century. He also notes that changes in the age structure favor the onset of a “demographic dividend” that constitutes a positive force in increasing education and reducing poverty.

Lam also defuses concerns with three potential challenges caused by rapid demographic growth: hunger, depletion of non-renewable resources and poverty. He shows that hunger has diminished greatly due to the Green Revolution. He notes that the main non-renewable resources cost approximately the same today as they did 50 years ago, despite an increase

of some 4 billion people. He also observes the impressive decline in world poverty, citing both economic factors (market responses, innovation and globalization) and demographic factors (urbanization, fertility decline and investment in children) to explain the reduction in the rate of population growth.

Less radical than Simon, Lam recognizes two negative trends – global warming and unsustainable consumption levels. He notes that increasing incomes in China and India, the world's two largest and formerly poor countries have indeed contributed to higher prices of commodities and to environmental challenges. Nevertheless, in Pollyanna style, Lam (2011, p. 1258) comments: “But I do want to emphasize how amazing it is that in 2011 we are worried about the problems resulting from such rapid increases in consumption in India and China.” The author also admits that there is cause for concern given that the world will add on another 2 billion people between 2011 and 2050, but considers himself an optimist given humanity's proven record in facing such challenges.

Lam's work can be seen as an important counterpoint to the simplistic messages emanating from the traditional “population establishment” as well as from the more recent “Northern Perspective”,² both of which have tended to focus on population growth as a primary source of humanities' problems. Nevertheless, his optimism concerning the market's capacity to overcome all issues, including environmental ones, is questionable. His thesis has been criticized, perhaps most visibly in the demographic community, by Stan Becker, who focuses on the environmental limitations of “development” and of market-based economic growth. Essentially, Becker criticizes Lam for his anthropocentrism, for his limited views on the utilization of the Earth's non-renewable resources and for his failure to generally consider the devastating effects of anthropic activities on the Earth's ecosystems.

Becker points out that the per capita increase in production shown by Lam was grounded on the massive use of non-renewable resources. He notes that food prices are bound to increase over the 21st century due to: a) the massive use of fertilizers that are typically composed of fossil fuels and non-renewable resources; b) the fact that the enormous use of irrigation is rapidly depleting the capacity of rivers and subterranean aquifers.

Becker also cites a number of well-known negative impacts of human activity that are ignored by Lam such as deforestation, over-fishing, nitrogen pollution of streams, estuaries and oceans, the removal of mountain-tops for mining coal and other minerals and so forth. He shows that, although homo sapiens has indeed had considerable success, as described by Lam, the rest of the “world” has suffered setbacks during the Anthropocene, a period in which our species has altered the Earth's dynamics on a global scale. In sum, Becker asserts that Lam has failed to do justice to the great and imminent ecological problems that are resulting from the human progress that he so admires.

This debate extended into the XXVII Conference of the IUSSP – International Union for the Scientific Study of Population – held in 2013 where a plenary session was organized

² Cf. Hummel et al. (2009).

to debate the following assertion: “For developing countries, economic development needs to be a higher priority than environmental protection and conservation of natural resources.” David Lam and Alex Chika Ezeh spoke for the affirmative while Stan Becker and Eliya Msiyaphazi Zulu took the opposite stance. After the debate, the participants were invited to vote for one or the other position. The result was a draw.

In short, the demographic community was evenly divided between a developmental and an environmental perspective. Two years later, the accumulation of additional scientific evidence concerning the environmental threats provoked by human action already makes this debate appear as anachronistic. An editorial in July, 2015 by Marcia McNutty, Chief Editor of *Science*, one of the two most prestigious scientific journals in the United States, summarizes the situation in a surprisingly aggressive tone: “we face a slowly escalating but long-enduring global threat to food supplies, health, ecosystem services, and the general viability of the planet to support a population of more than 7 billion people... The time for debate has ended. Action is urgently needed” (McNUTTY, 2015, p. 7).

Given the critical importance of this matter, it is imperative that we review the evidence in greater depth. The next segments of this paper address a series of issues affecting each component of the three pillars of sustainability proposed by the Rio + 20 Conference, in order to foster additional reflections on the contours of the optimist/pessimist debate. Taken as a whole, these elements would advise a much more cautious attitude towards the supposed capacity of market structures and human ingenuity to effectively solve the social, economic and environmental problems of our era.

Impressive socioeconomic advances and their fragile underpinnings

The optimists have every reason to highlight humankind’s enormous advances over the last 50-70 years. However, when viewed in the light of the exacerbation of major social and environmental problems, such advances can be compared to the reaction of the character who falls from the 20th floor of a building and comments – while whizzing by the 5th floor window - “so far, so good”. In effect, the definitive answer to the cornucopian view is emerging both from the scientific literature and from nature itself. The major misgivings that surge in relation to human progress are of two types:

- Can humankind continue on this same path to ‘progress’ indefinitely?
- Can this progress be extended to the entire world population?

These two questions warrant a much more careful analysis since they will define nothing less than the future of humanity in coming decades. The answer to these questions will be defined by the present and future trajectory of what was characterized as the three pillars of sustainable development in the Rio + 20 Conference, namely – the economic, ecological and social spheres of global society. The limitations to progress in each of these pillars, analyzed in the next segments of this paper, constitute what we are identifying as the trilemma of sustainability in the 21st century.

The foundations and the limitations of economic progress

Peak and decadence of the global economy

History reveals that before the Industrial and Energy Revolutions, which occurred in the latter stages of the 18th century, economic and demographic growth had been slow. However, between 1900 and 2000, global GNP was multiplied by 18.6, population by 3.9 and per capita income by 4.9. The fastest growth was registered during the post-war and pre-oil crisis period, that is, between 1950 and 1973 (MADDISON, 2008).

This exceptional period will certainly never be repeated. Indeed, the enormous economic growth of the 20th century was made possible by an exceptional array of favorable factors during a specific historical moment. These can be summarized in ten items: availability of fossil fuels at very low costs; availability of vast natural resources that had previously remained largely untouched (land, water, forests, biodiversity, etc.); large increases in population coupled with rising life expectancy and longer working lives; rapid concentration of population in urban areas, facilitating economies of scale that stimulated both increases in productivity as well as the extension of education, health, social and political participation and other social benefits; more favorable age structure with more “producer” sectors (ages 15-64) than “consumers”; improvements in level of education and in human capital; increases in the stock of fixed capital; technical progress; increases in productivity of the factors of production; and favorable environmental conditions, including relative climate stability.

Unfortunately, several of these determinants and conditioners have reached their limit at the current time and this could well lead to the breakdown of the model of production and consumption that has underwritten economic growth over the last two centuries. Getting used to this will not be easy. On the one hand, the economic growth objective is dominant worldwide, especially since the fall of the Berlin Wall. It has a logic and internal consistency that stimulates societies and all their respective economic actors – State, entrepreneurs and workers – as well as international development agencies to dedicate themselves to promoting growth because it has been the basis for material welfare during this bonanza period. On the other, as discussed below, this model requires constant increases in production which are, in turn, guaranteed by the culture of consumption, whose values are so deeply rooted that they defy eradication.

Despite this framework and the mechanisms that guarantee the prevalence and persistence of this model, objective conditions are putting a check on economic growth. Ever since Larry Summers, the former Secretary of the Treasury, spoke to the International Monetary Fund (IMF) in November of 2013 about “secular stagnation”, the term has been used to describe an expected long period of low economic growth (BALDWIN; TEULINGS, 2014). The poor performance of the developed countries is contaminating emerging economies. The World Bank (2015) talks of “structural sluggishness” of the developing countries who are facing a particularly difficult transition wherein loan costs are high

and the price for oil and other commodities is low. According to the IMF (2015), emerging market corporate debt increased from US\$ 4 to US\$18 trillion between 2004 and 2014. The emerging market corporate debt-to-GDP ratio had grown by 26 percentage points in the same period. The IMF goes on to say that “These developments make emerging market economies more vulnerable to a rise in interest rates, dollar appreciation, and an increase in global risk aversion.” (IMF, 2015, p. 86).

As explained in the next segment, the exhaustion of growth’s ecological underpinnings constitutes one of the principal limitations to the persistence of its current mode. A series of factors - such as the reduction of the economically active Population, population ageing and increased dependency ratios in the developed countries, the end of the demographic dividend, the long-term increases in the cost of energy and food, growing environmental problems and the growing debt crises – will make it difficult to maintain investment capacity and technical progress.

Terrible crises, such as that recently experienced by Greece, may proliferate. Crises are recurrent in the history of capitalism and the classical economists had already surmised that it would be impossible to maintain growth indefinitely. Everything points to a deceleration of growth in the 21st century. The world will have to rethink its model of civilization based on consumption and constant increases in production.

Technological development and its paradoxes

Faith in the miracle of the markets that Simon, Lam and other optimists profess is based, in large part, on their belief in technological development and human ingenuity. Cornucopian thinkers today continue to insist that technology and human inventiveness will be able to overcome nature’s limits and that development can maintain economic growth rates for a longer period.³ The example of the Green Revolution and its success in producing significant increases in production are commonly cited in this context. Such arguments obviously neglect the fact that the Green Revolution contributed to the depletion of land, aquifers, rivers, lakes and oceans, as well as biodiversity.

In a more general sense, all technological advances have limitations and conditioning factors. Thus,

- Enormous advances were made over the course of the 20th and 21st centuries in the utilization of resources and in the energetic efficiency of economic growth. However, much of this progress was utilized to increase production and consumption instead of reducing environmental impacts.
- The Jevons Paradox teaches us that each new technological advance, upon elevating the efficiency of a natural resource, intensifies its total use instead of reducing it (POLIMENI, et al, 2008). An example of this comes from the automobile industry wherein combustion motors of 21st century cars are much more efficient in the use of energy

³ Cf. Matt Ridley (2010) for a more radical version of this line of thought.

and materials than the models of the 1970s. Nevertheless, the global consumption of gasoline has continued to increase and the increased efficiency of motors has not reduced the demand for materials, but it has made it possible for American cars to be ever larger and heavier (SMIL, 2014).

Peak oil and the carbon bubble

Since the Industrial Revolution, rapid economic growth has depended directly on the plentiful supply of cheap extrasomatic energy. The world economy has functioned on the basis of growing volumes of fossil fuel. However, the Peak Oil theory, as suggested by American geographer M. King Hubbert (1956), suggests that the production of hydrocarbons follows a normal curve (the Gauss Curve). Current evidence indicates that we will shortly reach the peak foreseen by Hubbert.

- The Earth's cheap oil has already been extracted and the cost of the exploration of new reserves is progressively greater. Conventional production of crude oil reached a peak around 75 million barrels in 2008. Some 60% of the world's supply comes from countries whose production is declining. In Saudi Arabia, 90% of oil comes from 50 year-old wells and, given the increasing domestic demand, the end of that country's oil exports is already in sight. Production levels from shale gas and tar sands is being seriously questioned from a financial and environmental standpoint and, in any case, would in no way keep up with the demand.
- The oil industry has invested heavily in fossil fuel reserves, but given the increasing costs of extraction and of its probable impacts on the environment, these may never end up being used. According to the British institute called Carbon Tracker (2013), the excessive appreciation by world markets of the carbon, gas and petroleum reserves held by oil companies could generate a "carbon bubble". Companies in this sector own assets valued in billions, but if this entire investment were to be used in the extraction of petroleum gas and carbon, the resulting CO₂ emissions would provoke an acceleration of global warming and a serious environmental crisis. However, if international agreements are effective in curbing GEE emissions (as expected from COP-21), then a financial crisis will occur as a result of the "carbon bubble".⁴

The environmental weakness of "progress"

As a result of the great acceleration of world social and economic progress since 1950, the quantity of goods and services available to the globe's inhabitants has grown enormously over a short time. But this enormous human success has been founded on the use of non-renewable natural resources (IGBP, 2015). The combination of grave environmental alerts

⁴ For instance, Shell's belated withdrawal from the Arctic region, which is typical of the abandonment of fossil fuel investments by global capital, has already cost shareholders US\$7 billion and is expected to cost an additional \$4 billion. (<http://www.environmentalleader.com/2015/09/29/shell-ends-arctic-drilling-operations/>).

obliges us to urgently rethink the argument that human ingenuity, market mechanisms and technological development will be able to overcome whatever crisis arises.

The planetary boundaries and the threat of ecological chaos

The imbalance between human activities and the environment has increased persistently as shown by the Global Footprint Network (2014). The ecological footprint helps to evaluate the impact that human beings exert on the biosphere. It measures the area of productive land and water ecosystems required to supply the resources that a population consumes and assimilate the wastes that it generates. Until the mid 1970s, humankind still lived within the renewable limits of the Planet. Since then, the ecological footprint of the world population has been growing continuously, as both the number of people and income per capita increased. WWF's Living Planet Report 2014 found that in 2010, the global ecological footprint was 18.1 billion global hectares (gha) or 2.6 gha per capita. Earth's total biocapacity was 12 billion gha, or 1.7 gha per capita. Since there were only 12 billion global hectares available, humankind was already using the resources of one and a half planets.

The consequences of this rapid journey toward unsustainability can already be perceived in the infringement of planetary boundaries. A study published in 2009 by the Stockholm Resilience Center at the University of Stockholm traced an initial sketch of planetary boundaries and defined the safe operational space for humanity on the basis of intrinsic biosphere processes that regulate the stability of the Earth System. The study identified nine central dimensions for the maintenance of the conditions for a decent life for human societies and for the environment. It indicated that planetary limits had been transgressed in three dimensions and that all the others were being threatened to a greater or lesser extent (ROCKSTRÖM et al., 2009).

A recent update of this study (STEFFEN et al., 2015) warned of an intensification in the violation of planetary borders. This new study, based on a large number of peer-reviewed scientific studies, aimed to solidify the methodology of the previous analysis. It generally confirms the original set of planetary boundaries but provides an updated analysis and a quantification of the situation in several of them. It maintains the same processes as the 2009 study but improves the methodology and the analysis of the planetary boundaries with a focus on biophysics based on scientific advances over the previous five years. Several of the boundaries are now presented in two levels in order to reflect scale and regional heterogeneity. According to the authors, the methodology of the Planetary Boundaries does not propose to dictate how human societies should develop but to help civil society and decision-makers in the definition of a safe operational space for humanity and for life on Earth.

The nine planetary boundaries listed in this more recent study are described as: climate change; biosphere integrity (loss of biodiversity and extinction of species); stratospheric ozone depletion; ocean acidification; biogeochemical flows (phosphorus and nitrogen cycles); landsystem change (such as deforestation); freshwater use; atmospheric aerosol loading

(such as organic pollutants, radioactive materials, nanomaterials and micro-plastics); and novel entities (defined as new substances, new forms of existing substances, and modified life forms that have the potential for unwanted geophysical and/or biological effects).

These nine processes affect the mechanisms that regulate and maintain the stability and resilience of the Earth system. Interactions between land, oceans and the atmosphere control the conditions under which our societies depend for their survival. Transgression of a boundary increases the risks for all human activities and could generate a much less hospitable state for the planet, frustrating efforts to reduce poverty and leading to the deterioration of human well-being in many parts of the world, including in the rich countries.

The main novelty in this second study is the discovery that *four* of the planetary boundaries have already been breached: climate change, biodiversity integrity; land use change, and; biogeochemical flows (phosphorus and nitrogen cycles). Two of these – climate change and biodiversity integrity – constitute what the scientists call “core” planetary boundaries due to their fundamental importance for the Earth system. Aggravating the violation of these core frontiers would be catastrophic and could lead to the collapse of the civilization we know. In other words, there are basic tipping points that cannot be surpassed.

The risks of ecological chaos if we continue to exceed planetary limits were dramatized in another study published in 2012 by 12 scientists from the University of California. The scientists alerted us to the fact that we are on the brink of a “state shift”, that is, an abrupt critical transition that could suddenly alter known conditions, producing unanticipated biotic effects (BARNOSKY et al., 2012). Hence, the analysis of planetary boundaries confirm previous theoretical studies, such as those of Beck (1995) and Giddens (2002) in the sense that capitalist modernization, while overcoming some previous conflicts, escalates those between society and nature, creating global risks of catastrophic magnitude.

In this light, contrary to the cornucopian perception, the prevailing economic system is taking us towards an unsustainable future and succeeding generations will find it much harder to survive with a good quality of life. History shows us that civilizations follow a cycle of ascension, but when they are unable to accept new values or to change their trajectory, they tend to collapse. However, we have no historical record of any civilization that has ever deliberately risked suffering such vast devastation as ours! The next segment presents a brief analysis of the two threats that, according to current science, are particularly menacing for our current civilization – climate change and the integrity of biodiversity.

Climate change

Climate change is the most obvious threat and it has received the most attention from the general public as well as from scientists and politicians. The inherent volatility of the weather and its everyday significance favors widespread puzzlement and scepticism – particularly among the negationists, but also from laymen – concerning the origins and the real dimensions of ongoing changes. In contrast, the scientific evidence is ever more conclusive. The documents of the Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC 2013

– produced by the most competent scientists on the planet, sent out a severe warning about the realities of global warming.

Despite the efforts of negationists, the enormous majority of scientists who study these questions is totally convinced that climate change is occurring and that it is related to our paradigm of development. That is, in this “Anthropocene” era, the diffusion and application of “the growth imperative” is primarily responsible for the present crisis.

The particulars of climate change and its probable consequences are well-known and confirmed by the literature and need not be repeated here. Suffice it to quote a recent typical report prepared by Mario Molina, recipient of the Nobel Prize for Chemistry in 1995, who recently led a committee of the American Association for the Advancement of Science. The resulting paper -“What we know: the reality, risks, and response to climate change”, published in 2014, warns that the effects of greenhouse gases that we produce in the atmosphere can be horrific: “The evidence is overwhelming: Levels of greenhouse gases in the atmosphere are rising. Temperatures are going up. Springs are arriving earlier. Ice sheets are melting. Sea level is rising. The patterns of rainfall and drought are changing. Heatwaves are getting worse, as is extreme precipitation. The oceans are acidifying” (AAAS, 2014, p. 2).

The National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) of the United States, provides updated information on the gravity of the climate situation. It recently announced that the month of June 2015 was the warmest since systematic data on the temperature of the Planet have been gathered. The six first months of 2015 also marked the hottest semester on record since 1880.

Biodiversity loss and the biological holocaust

Despite not having received nearly as much attention as climate change, the reduction of flora and fauna – or, the loss of biodiversity – is another major ecological threat that could potentially have comparably significant impacts. Humankind occupies an ever-increasing extent of planetary space and this has resulted in the harmful invasion of all other forms of ecosystemic life on Earth. In and of itself, this increases global risks. The extent of human impact on biodiversity loss is increasingly evident and the Life Planet Index, which measures trends among millions of vertebrate populations, decreased by 52% between 1970 and 2000. In other words, the quantity of mammals, birds, reptiles, amphibians and fish on the Planet is, on average, only half of what it was 40 years ago (WWF, 2014).

In July of 2014, the journal “Science” published a series of studies showing alarming rates of crime against other living creatures. The responsibility of humankind to risks of the disappearance of species is 1000 times greater than natural processes. The journal confirms that human beings are causing, over a brief period of time, the sixth massive extinction on the planet. The causes are multiple – landuse, changes in soil cover, deforestation, disappearance of pollinators, soil erosion, changes in the quality of water and other related factors. Ultimately, the effects are systemic and result from increasing discrimination against non-human species and the generalization of the crime of ecocide.

Various proposals have been put forth to mitigate the damage caused by the human presence on the Planet and to avoid the collapse of biodiversity. Harvard biologist Edward Osborne, who classifies the situation as a “biological holocaust”, suggests a conservation plan called “half Earth” in which half of the planet would be reserved for wildlife and for the extension of forest cover to sequester carbon and mitigate the effects of global warming (HISS, 2014). Elizabeth Kolbert (2014), in her book *The sixth extinction*, also calls attention to the dangers caused by the reduction of biodiversity, not only for ethical reasons, but also because ecological losses endanger those natural mechanisms which guarantee the equilibrium of ecosystems, the regulation of the climate, the purification of air, the protection of soil fertility, the control of pests and the healthy renovation of hydrographic basins.

The unsustainability of unequal development: globalization, ecology and population

Social unsustainability is a critical component of global sustainability. Although economic growth has contributed to improving life conditions for billions of people, its fruits have been distributed unequally. The mechanism that produced this growth is best characterized as throughput growth stimulated by consumerism. Globalization has massified this process and rapidly extended it to all continents. However, the rhythm of depletion of natural resources which sustains this growth, together with the aggravation of environmental risks, inevitably limit the benefits of “development” that a growing world population can expect to gain (CAVALCANTI, 2012).

According to the McKinsey consulting firm, the number of global consumers⁵ already surpasses 2.5 billion people and will rise to 4 billion by 2025. Thus, the consumer population now constitutes approximately 36% of the total population and that proportion will grow to 49% by 2025. Such estimates are based on a very broad definition of “consumer” (persons who have an income of 10 dollars or more per day). A more recent study by the Pew Research Center (KOCHHAR, 2015), utilizing the same criteria for defining “middle class” (i.e. income of 10 dollars a day), found that only 29% of the world population could be classified in this category. The study concludes that the rapid expansion of the middle class is more promise than reality.

Be that as it may, the point is that, despite the optimism of global business concerns, there is still an enormous number of people who will NOT be participating in the world middle class. By 2025, when according to most scientific predictions, the crisis produced by this model of growth will already be showing clear signs of stress, more than half of the world’s population will still not have made it into the world’s consumer class.

It is exactly at this intersection between increased consumption and the environmental limits to a growth model based on constant increases in consumption and increasing global inequality that the social and political importance of demographic issues needs to be understood today.

⁵ “Consumers” are defined as adults having an income of at least US\$10 dollars a day (MCKINSEY, 2012).

Progress through increased consumption

The economic growth we know requires constant increases in production and consumption, either through the incorporation of new consumers or by boosting consumption among present consumers. Consumption is the engine that moves economic growth and the reduction of poverty. Interest in consumption has a long history. Humanity has always been enticed by positional goods, that is, by those goods that others envy because they do not possess them.⁶ As Veblen (1899) demonstrated towards the end of the 19th century, capitalism discovered early that there was profit to be made by stimulating “conspicuous consumption”. Keynes went further in the 1930s when he stressed the need to stimulate an “effective demand” as a means of emerging from economic stagnation (MARTINE; TORRES; FREIRE DE MELLO, 2012).

In the post-war period, the accentuation of consumption was adopted in the United States as an explicit strategy to mobilize the military/industrial complex that would otherwise have been scrapped in the post-conflict period. Increasingly effective mechanisms were devised to incite the population to consume more goods and services, a good proportion of which were superfluous. Not by accident, the networks of mass communications such as radio and TV were extended and improved, along with the increase in practices such as “planned obsolescence” of consumer goods, stimulation of constant renewal of products and processes generated through technological development and increasing physical access to channels of consumption through the spread of supermarkets and shopping malls. Later, the process of economic globalization initiated towards the end of the 1980s, together with the Fall of the Berlin Wall and the prevalence of capitalist forms of production, even in “communist” countries, provided an enormous impetus to consumerism (MARTINE; TORRES; FREIRE DE MELLO, 2012).

The constant rise of consumption at the individual, national and global levels is being ensured with increasing efficacy by an proficient constellation of actors and institutions who remind us daily that we need to buy and consume more stuff. The culture of consumption has consecrated itself as the most efficient engine of capitalism in its efforts to promote economic growth, which has, in turn, become synonymous with “development”. This culture entails a collection of values, beliefs and behavior patterns that are considered by society as appropriate. The omnipresent shopping malls have become the temples in which this culture and its gods are worshipped. The culture defines the contours and the objectives of happiness as well as the determinants of social status of individuals and social groups that are blessed with the ability to participate in this civilization. Consumerism ultimately induces people to search for contentment and social acceptability via the purchase of goods and services. Little does it matter that the studies of different social disciplines show that consumption does not guarantee happiness (GIANNETTI, 2002; WORLDWATCH, 2010).

⁶ Giannetti (2012) quotes Petronio, a Roman satirical poet who, 2000 years ago proclaimed: “I’m only interested in goods that are capable of provoking envy in the masses”. He also notes that Adam Smith described positional opulence in “The Wealth of Nations” (1776).

The culture of consumption can be considered as the most significant human force in recent decades, surpassing religions, ideologies, ethnicity or political parties. Since it functions so well at the individual level, the motivation to consume exercises a strong capacity to mobilize society at the aggregate level. The constant quest for happiness through consumption, though ethereal, feeds persistent increases in production which, in turn, foster economic growth. Given its efficiency in stimulating economic growth as well as poverty reduction, this model is aggressively promoted, not only by the market and business concerns, but also by national governments and international development agencies. Fomenting consumption has become, in this context, the essence of the development paradigm.

Unfortunately, this arrangement, whereby the promotion of consumption patterns that support constant increases in production give form, content and vigor to economic growth, also generates the two major threats to humankind in the 21st century: ecological chaos (as seen in previous segments) and deep global inequality. These two threats are intimately related and, as seen in the next segment of this paper, are directly conditioned by demographic dynamics.

Increasing inequality and the population dilemma

Despite the vast literature on both the benefits of economic growth, population dynamics and the expansion of environmental threats, three critical aspects of this issue have not been sufficiently highlighted:

- the great majority of the world's population still does not participate in the global society of consumption;
- this majority has contributed very little to global ecological problems;
- this same majority is likely to suffer the worst consequences of global climate change caused by the greenhouse gases generated by "development".

The confluence of these three situations configures the profile of inequality that castigates the world at this historical moment and, at the same time, gives new dimensions to the demographic question. Resolving income inequality is an imperative and an essential condition in the promotion of social justice. But inequality is also a problem for economic growth itself: Increasing inequality means not only that an enormous segment of the world's population subsists in poverty, but also that riches are increasing in a limited portion of humankind.

A 2014 report on global wealth by The Crédit Suisse (2014) – a global bank obviously beyond suspicion of leftist or socialist leanings – leaves little doubt as to the degree of inequality between the prosperity of adults in the world. Global wealth was estimated as US\$263 trillion in 2014. At the base of the pyramid, some 3.28 billion people, equivalent to about two-thirds of the world's adults, detained only 2.9% of global wealth in 2014. In the group immediately above that (wealth between \$10,000 and \$100,000), 21.5% of adults

held 11.8% of global wealth. The category comprised by adults having wealth between \$100,000 and \$1,000,000 included 7.9% of all adults and 41.3% of global wealth. The richest group contained 35 million adults (0.8% of the total) having 44% of global wealth.

In short, the two groups at the top of the pyramid comprised 8.7% of the total number of adults and possessed 85.3% of global wealth in 2014. At the base of the pyramid, 4.3 billion people, making up 92.3% of the world's adult population, held only 15.3% of global wealth. The worse part is that multiple sources indicate that this concentration is rising. Within this context, the vision of a strong global middle class is a pipe dream (KOCHHAR, 2015).

The injustices of this social architecture notwithstanding, the number of consumers and the value of wealth has increased over recent decades, creating more pressure on natural resources. The worsening of the environmental crisis today reflects, in part, the incorporation of numerous contingents of consumers, especially rich ones, many of which come from countries that were, until recently, considered as “underdeveloped”.

In the context of increasing international concern with environmental problems in China and other emerging countries, it is easy to forget that the global environmental crisis was created by consumer patterns in a minority of the world's population – that from the developed countries together with the elites from other countries. Even before the recent economic expansion of the emerging countries, a small proportion of humanity had already disturbed the global ecological equilibrium. In the Babylonian setting of the many large conferences focused on the environmental crisis, the poor countries obviously demand the same right to consume – and thus to pollute – as much as the initiators of the crisis. Developed countries, in turn, refuse to alter their economic trajectory so as to allow the others a certain leeway to grow; on the contrary, they constantly point to the dangers of development in emerging countries.

Should the “underdeveloped” countries be denied the right to escape poverty and to also become consumers? Despite the enormous economic progress of recent times, almost two-thirds of the world's population still do not participate in globalized consumption and one quarter are definitely poor. Industrialized countries systematically procrastinate in relation to any environmental agreement that represents a threat to their current way of life. Retarding the socioeconomic progress of poorer population groups while consumption and degradation are stabilized or even increased in the rich countries signifies an expansion of the already-large gap between the two blocs.

How can the level and rhythm of humanity's consumption be controlled without diminishing the social progress of the enormous mass of people who are not yet consumers and who, on the whole, still suffer from basic needs? Improving the situation of the poor is an imperative, but the generalization of the production and consumption patterns of the rich to a significant proportion of the still-poor would require the natural resources of several planets. That is, in the absence of a dramatic turnaround in our conception of development, and of the culture of consumption that sustains it, the incorporation of significant numbers of new consumers – thereby fulfilling the aspirations of economists,

corporations, governments and development agencies – would evidently mean the hastening of the ecological crisis.

Are there enough resources and technology to guarantee minimal welfare for the entire world population now and into the future? Possibly so, but this would demand radical changes in the development paradigm and a drastic reduction of consumption. Unfortunately, despite the fact that human demand already surpasses the regenerative capacity of the planet by 50%, and that it has transgressed some critical planetary boundaries, no country or population contingent is keen to alter its trajectory towards ever-greater consumption. Proof of this is the international failure to implement effective environmental measures. A study carried out by UNEP and the Stockholm Environmental Institute on 90 environmental agreements signed by governments over the past few decades showed that only four of these had made any progress: removing lead from gasoline, improving access to good drinking water, promoting research on the marine environment and avoiding further damage to the ozone layer (UNEP, 2012).

In brief, conciliating the demands for consumption of a growing population – in a capitalist system centered on making greater profits by selling more merchandise that use up more natural resources in a finite planet wherein the energy flow is entropic – seems like an impossible task. What solutions can be offered to this vital dilemma of humankind in the 21st century? Several alternatives are being intensely discussed but, in practice, only ‘painless’ solutions are being seriously considered, that is, solutions that do not require profound alterations in a development paradigm that is founded on increased consumption and which has, so far at least, been efficacious in increasing wealth and reducing poverty – albeit, at the cost of the environment.

In this context, the first recommendation that tends to be evoked in relation to environmental problems is the need to reduce population size and its rate of growth through the intensification of family planning programs. The issue is very important and complex, but needs to be better understood.

First of all, there are different levels of environmental impacts from population dynamics. On the most general level, practically any environmental challenge is made more difficult by population growth. As succinctly expressed by Vaclav Smil (1993, p. 207) “I find it impossible to believe that greater crowding will make for a higher quality of life”. Yet, the nature and extent of the population challenge to sustainability is neither uniform nor linear. It is ultimately determined by the manner in which production and consumption is organized in a given society, at a given moment in time, and by the relative size of the different social groups that engage in particular patterns of consumption within that society.

The rise in global emissions resulting from economic growth are due to increased wealth and not to increased population. The countries that originally created the ecological crisis were low-fertility countries, while high fertility countries are poor and contribute little to major environmental problems. As noted earlier, only one-third of the world’s population actually consumes in the global market and contributes to major emissions. Therefore,

one unit of population – a person – is not equivalent to one unit of consumption. In this light, population control continues to be an ineffective solution by itself since the problem does not spring from the increase in global population but from the growth of consumers in today's globalized economy.

Secondly, family planning programs are not a quick fix since they do not guarantee rapid fertility decline nor population reduction. The evidence shows that fertility tends to decline only after some form of development sets in. As analysed by Demeny (1992, 1994), the mechanisms which nudge lower vital rates are prompted by transformations in the socio-economic system which set the framework for individual actions; fertility declines when many individuals in a given society find it to their advantage to have less children. Hence, the reduction of fertility in a country or population group is generally linked to improvements in living conditions and to urbanization. Providing people with the means to control their offspring is important to the welfare, health and liberation of women, but it does not necessarily reduce fertility drastically if people do not perceive prospects for improved living conditions. Moreover, much of today's population growth is inertial, that is, it results as much from the size of reproductive cohorts produced by fertility patterns in the previous generation as from current fertility rates. Hence, there is no quick reduction in total population size in sight.

Thirdly, fertility decline does not guarantee a decrease in consumption. The very reduction of family size itself favors increased per capita consumption, annulling in some form the gains from a reduced size of the total population. In sum, the same factors that reduce fertility also increase consumption. Consequently, without a change in the dominant consumption-based development pattern, fertility decline – a process which is well underway in most of the developing world – will have, *per se*, very little environmental impact **in the short run**.

Fourthly, and despite the thrust of the above arguments, the role of population in environmental issues acquires much greater urgency when viewed within a time perspective. Depending on development outcomes, current population growth rates can have a critical impact on the number of consumers in the future. The poor and high fertility countries of today can obviously increase their consumption levels drastically to the extent that they are successful in adopting the hegemonic economic model. This observation is critical, as dramatically illustrated by the trajectory of China in recent decades. Future increases in the number of consumers in such countries will be determined by the rates of population growth in current generations. Thus, the sensible approach would be to promote fertility reduction sooner rather than later, in case a more rational path to 'development' and the reduction of poverty is effectively adopted. Paradoxically, this reduction of fertility rates is unlikely to occur without access to urbanization and some type of development.

Fifth, a moderate but constant increase in population is seen by developmentalists to be an effective stimulus for throughput growth based on constantly increasing levels of production and consumption. From an environmental standpoint, this is a disastrous

assessment since additional people will also have the right to consume. The dilemma is that we already have, worldwide, a much greater number of people (consumers and potential consumers) that can be supported at middle-class consumption levels by the Earth's resources. As Abramovay observes, in commenting how Vaclav Smil paraphrased the Jevons Paradox:

For Smil, it is impossible to generalize the consumption patterns that typify today's affluence to the whole of the human species without irreversibly compromising the supply of ecosystemic services on which we all depend. The problem is not technical progress, whose rhythm is extraordinary and which clearly reduces the quantity of materials and energy for the manufacture of goods. The problem is that, globally, this reduction is only relative. (ABRAMOVAY, 2014).

Thus, the overriding issue is that, in this end-of-century development scenario, our ecosphere's resources are being most seriously threatened by the manner in which industrial civilization's model of throughput growth is being adopted on a growing scale. Population dynamics are unquestionably important in this scenario. However, they fundamentally affect the dimension and gravity of environmental problems through patterns of development and social organization. Even if we had only three billion people in the world, we would still need to deal more effectively with the issue of unsustainable development.

One important aspect that has been insufficiently considered in this matter of the relation between demographic dynamics and the environmental crisis is the fact that – at the aggregate level – all future population growth will occur in urban areas. This trend has various contrasting implications. First of all, urbanization is, in itself, the most dynamic factor in the etiology of fertility reduction (MARTINE; ALVES; CAVENAGHI, 2013). In cities, people are more motivated to reduce their family size and have greater access to those factors that are known to promote lower fertility, such as education, participation in the labor force, access to services, information, gender equity, etc. Secondly, the urban population is, on average, wealthier and, consequently, consumes more. Thirdly, the success of future mitigation and adaptation efforts in the face of climate change will depend very much on what happens in cities. In this sense, the trend toward the greater adoption of anti-urban policies in many developing countries is cause for concern. Without a proactive stance towards inevitable urban growth, slums and social disorganization will multiply in today's urbanizing world, as will the negative social and environmental effects of economic expansion.

In light of the above, without major changes in the definition and practice of "development" and of the consumption patterns it promotes, it may not make much difference if the world population levels off at 8 or 15 billion people. One of the sides of the trilemma will not support the pressure and will suffer a breakdown in either case. Long before these billions are transformed into consumers, the chaos of unsustainability will have been inaugurated, resurrecting both Malthusian and Marxist threats. Of course, if a more

sustainable approach to development were to be effectively adopted, it would inevitably contain the seeds of fertility decline.

Conclusion: prospects and limitations in the generalization of “progress”

Malthus perceived only the demographic threat while Ehrlich saw Malthusian limits from an ecological perspective. Lam considers that capitalism, rationality and technology can solve the problem. Marx believed that a communist revolution would solve everything. Obviously it failed to do so, but he was correct in assuming that if the capitalist system did not include the poor and marginalized, social conflicts would tend to increase.

We do witness today the multiplication of conflicts, fragmented and dispersed protests, dissatisfaction and resistance. Growing discontent is observable in those sectors that do not participate in the ideology of the benefits of the hegemonic model. The protests labelled as “Springs...” in different parts of the world, along with rebellious manifestations by fundamentalist movements denote a growing tension stemming from a profound economic and political crisis in the world. Globalization intensified the desire for increased welfare and consumption but satisfied it in a reduced portion of the world’s population while greatly accentuating inequality on different levels. Waves of forced migrants and refugees cause bedlam at international borders and challenge traditional humanitarian efforts at the global level.

It can be expected that the voices of indignation will increase, in part because the world has never before been as totally connected as it is now. Enhanced communications facilitates intensified popular responses as well as the formation of radical factions through social media, often dispensing the need for explicit political leadership. Information concerning the differences in lifestyles and basic values as well as the depth of inequality are reaching even those social classes that have not acceded to the benefits of this development, creating a fertile breeding ground for revolt.

The economic, social and environmental crises reflect a general incapacity to manage the grave planetary problems provoked by the dominant development model. Humanity’s greatest dilemma today consists in reducing poverty and inequality in the world without further transgressing planetary boundaries. The impressive reduction of poverty in recent years, which has also had a decisive impact on the improvement of several other indicators, is attributable to sustained economic growth, particularly since the end of the 1990s. Even detractors of the dominant neoliberal paradigm have to recognize that, despite increasing social inequalities, economic growth has supported income growth for an enormous mass of people while also shoring up the fiscal basis of the public sector in many countries, allowing them to implement more effective social redistribution programs. In this regard, the optimists who focus on the recent “success” of the throughput paradigm are victorious – at least temporarily.

Nevertheless, even the most cursory examination of environmental degradation, of the threats to planetary boundaries, and of mounting social inequality changes this perspective radically, by showing how this development has occurred to the detriment of ecosystems and social justice. Over the last 70 years, our system of production and consumption has exploited renewable and non-renewable resources with unparalleled intensity and expansion. Ecosystems are being disfigured, altered and destroyed at a previously unimaginable pace, while the demand for food, drinking water, wood, minerals, cement, energy and so forth expands in an unsustainable manner.

Economic growth is essential for the survival of capitalism and even for socialism (understood as capitalism of the State). Since human needs and demands are infinite and unlimited, both capitalists and workers desire, respectively, increasing profits and salaries. But natural resources are finite and limited and this creates an impasse that no technological development can ever bridge. As shown insistently by a number of scientists, human activities have already surpassed their planetary economic limits and have inaugurated an “economic de-growth” phase.

To re-establish some equilibrium, it will be necessary to pursue de-growth until the marginal utility curves and marginal disutility curves intersect. Once equilibrium is restored, the adoption of a stationary state would avoid further transgressions of economic sustainability limits. As Mill and other classical economists had already foreseen almost 200 years ago, the stationary state is imperative. Achieving this state before we reach diseconomic growth constitutes our only insurance against ecological catastrophes (DALY, 2014).

In short, we need a change in the course of humanity. In addition to vigorous de-growth, it is urgent that we reduce inequality within and between countries. Humanity needs to continue reducing poverty, but it needs to focus more on reducing inequality and less on the quantitative growth of the economy. Growth needs to be contained within planetary boundaries, without compromising the Earth’s biocapacity or the biodiversity of species. The “hegemonic system of production and consumption” (whether capitalist or socialist), does not have the ability to be simultaneously socially just and environmentally sustainable. Consequently, it is impossible for the model of development that we know to simultaneously maintain and promote the Three Pillars of sustainability; in practice, they have become humanity’s main trilemma in the 21st century.

References

AAAS – American Association for the Advancement of Science. **What we know:** the reality, risks, and response to climate change. Pennsylvania, 2014.

ABRAMOVAY, R. PIB pró-consumo é bom, menos nas consequências. **Valor Econômico**, 4 de novembro de 2014. Available at: <<http://www.valor.com.br/cultura/3764316/pib-pro-consumo-e-bom-menos-nas-consequencias>>. Access in: Sep. 01, 2015.

ALVES, J. E. D. **A polêmica Malthus versus Condorcet reavaliada à luz da transição demográfica.** Rio de Janeiro: IBGE, Escola Nacional de Ciências Estatísticas, 2002 (Textos para discussão, n. 4).

ALVES, J. E. D.; CORRÊA, S. Demografia e ideologia: trajetões históricas e os desafios do Cairo+10. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v. 20, n. 2, jul./dez. 2003.

ATSMON, Y.; CHILD, P.; DOBBS, R.; NARASIMHAN, L. **Winning the \$30 trillion decathlon: going for gold in emerging markets.** London: MCKINSEY, August 2012.

BALDWIN, R.; TEULINGS, C. (Eds.). **Secular stagnation: facts, causes and cures.** London: Centre for Economic Policy Research – CEPR, 2014.

BARNOSKY, A. D. et al. Approaching a state shift in Earth's biosphere. **Nature**, n. 486, p. 52-58, June 07, 2012.

BECK, U. **Ecological enlightenment.** Essays on the politics of the risk society. New York: Humanity Books, 1995.

BECKER, S. **Has the world really survived the population bomb?** New Orleans: Population Association of America, 2013.

CAVALCANTI, C. Sustentabilidade: mantra ou escolha moral? Uma abordagem ecológico-econômica. **Estudos Avançados**, v. 26, n. 74, p. 35-50, 2012.

CARBON TRACKER. **Investors ask fossil fuel companies to assess how business plans fare in low-carbon future.** London, 2013.

DALY, H. Three Limits to Growth. **Resilience**, Sep. 05, 2014.

DEMENY, P. Policies seeking a reduction of high fertility: a case for the demand side. **Population and Development Review**, v. 18, n. 2, p. 321-332, 1992.

_____. **Population and development.** IUSSP, Distinguished Lecture Series on Population and Development, International Conference on Population and Development, ICPD, Cairo. 1994.

GIANNETTI, E. **Felicidade: diálogos sobre o bem-estar na civilização.** São Paulo: Companhia das Letras, 2002.

_____. Consumo e consumismo: nem sei se posso, mas quero comprar. **Ecodebate**, 20 ago., 2012.

GIDDENS, A. **Modernidade e identidade.** Rio de Janeiro: Jorge Zahar Ed., 2002.

GLOBAL FOOTPRINT NETWORK, 2014. Available at: <<http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/>>.

HISS, T. Can the world really set aside half of the planet for wildlife? **Smithsonian Magazine**, Sep. 2014.

HUBBERT, M. K. **Nuclear energy and the fossil fuels.** San Antonio: American Petroleum Institute, 1956.

HUMMEL, D. et al. Theoretical and methodological issues in the analysis of population dynamics and supply systems. In: CYBERSEMINAR ON "THEORETICAL AND METHODOLOGICAL ISSUES IN THE ANALYSIS OF POPULATION DYNAMICS AND THE ENVIRONMENT. Population-Environment Research Network (PERN), 2-13 February 2009. Available at: <www.populationenvironmentresearch.org/papers/PERN_P-E_theory-methods_paper_final.pdf>.

INTERNATIONAL GEOSPHERE-BIOSPHERE PROGRAMME (IGBP) 2015. Available at: <<http://pt.slideshare.net/IGBPsecretariat>>. Access in: May 24, 2015.

IMF – International Monetary Fund. Rise in emerging market corporate debt driven by global factors. **IMF Survey**, Sep. 29, 2015. Available at: <<http://www.imf.org/external/pubs/ft/survey/so/2015/POL092915B.htm>>.

KOLBERT, E. **The sixth extinction: an unnatural history** hardcover. New York: Henry Holt and Company, 2014.

KOCHHAR, R. **A global middle class is more promise than reality: from 2001 to 2011, nearly 700 million step out of poverty, but most only barely.** Washington, D.C.: Pew Research Center, Jul. 2015.

LAM, D. How the world survived the population bomb: lessons from 50 years of extraordinary demographic history. **Demography**, v. 48, n. 4, p. 1231-1262, Nov. 2011.

MADDISON, A. The west and the rest in the world economy: 1000–2030. Maddisonian and Malthusian interpretations. **World Economics**, v. 9, n. 4, p. 75-99, Oct.-Dec. 2008.

MARTINE, G. Ciência, cultura e a estagnação da agenda ambiental. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v. 31, n.1, p. 231-238, 2014.

MARTINE, G.; ALVES, J. E.; CAVENAGHI, S. **Urbanization and fertility decline: cashing in on structural change.** International Institute for Environment and Development – IIED, December 2013 (Working paper).

MARTINE, G.; TORRES, H.; FREIRE DE MELLO, L. Cultura do consumo e desenvolvimento econômico na era de mudanças climáticas. In MARTINE, G. (Ed). **População e sustentabilidade na era das mudanças ambientais globais: contribuições para uma agenda brasileira.** Abep/Librum, 2012.

McKINSEY. Winning the \$30 trillion decathlon: going for gold in emerging markets. **Insights & Publications**, August 2012. Available at: <<http://www.mckinseyquarterly.com>>.

McNUTT, M. The beyond-two-degree inferno. **Science**, v. 349, n. 6243, p. 7, Jul. 3, 2015. Available at: <www.sciencemag.org/content/349/6243/7.full>.

MYERS, N.; SIMON, J. **Scarcity or abundance? A debate on the environment.** New York, London: W.W Norton & Co. Inc., 1994.

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. **Rapid population growth: consequences and policy implications.** Baltimore: John Hopkins Press, 1971. v. 2.

_____. **Population growth and economic development: policy questions.** Washington, D.C.: National Academy Press, 1986.

NOAA. **June 2015 Global Climate Report.** National Oceanic and Atmospheric Administration, Jul. 2015.

PNUD. **Relatório de Desenvolvimento Humano 2013.** PNUD, mar. 2013.

POLIMENI, J. et al. **The Jevons Paradox and the myth of resource efficiency improvements.** London: Earthscan, 2008.

RIDLEY, M. **The rational optimist: how prosperity evolves.** London: Fourth Estate, 2010.

SMIL, V. **Making the modern world: materials and dematerialization.** Sussex: John Wiley & Sons, 2014.

_____. **Global ecology: environmental change and social flexibility.** London and New York: Routledge. 1993.

STEFFEN, W. et al. Planetary boundaries: guiding human development on a changing planet. **Science**, v. 347, n. 6223, Jan. 15, 2015.

THE CREDIT SUISSE. **Global wealth report 2014**. Zurich, Switzerland, Oct. 2014.

UNEP. **Emerging issues in our global environment**. UNEP Yearbook 2012. St-Martin-Bellevue: UNEP, 2012.

VEBLEN, T. **The theory of the leisure class: an economic study of institutions**. 1899. Available at: <<http://www.gutenberg.org/files/833/833-h/833-h.htm>>.

WORLD BANK. **The global economy in transition, global economic prospects**. Washington, Jun. 2015.

WORLDWATCH. **State of the world 2010: transforming cultures**. Washington, 2010.

WWF – World Wildlife Fund. **Living planet report: species and spaces, people and places**. 2014. Available at: <[wwf_lpr2014_low_res%20\(1\).pdf](http://wwf_lpr2014_low_res%20(1).pdf)>.

About the authors

George Martine is a sociologist/demographer with a Ph.D from Brown University and M.A. from Fordham University. He is a former President of the Brazilian Population Association, Senior Fellow at the Harvard Center for Population and Development, Director of UNFPA's Technical Team for Latin America and the Caribbean and Director of the Institute for Society, Population and Nature, inter alia. He currently works as a consultant on issues of social development, population and environment.

José Eustáquio Diniz Alves is a sociologist/demographer with a Ph.D from the Center of Development and Regional Planning – Cedeplar at the Federal University of Minas Gerais – UFMG. He has a Post-doc certificate from the Nucleus of Population Studies – Nepo, from the State University of Campinas – Unicamp. He is currently full professor in the Post-graduate Program of Population, Territory and Public Statistics at the National School of Statistical Science – Ence, of the Brazilian Institute of Geography and Statistics – IBGE.

Contact address

George Martine
SHIS QJ 19/6/20
71655-060 – Brasília-DF, Brazil

José Eustáquio Diniz Alves
Escola Nacional de Ciências Estatísticas
Rua André Cavalcanti, 106, sala 502, Bairro de Fátima
20231-050 – Rio de Janeiro-RJ, Brazil

Resumo

Economia, sociedade e meio ambiente no século 21: tripé ou trilema da sustentabilidade?

O progresso humano baseado no crescimento econômico tem sido notável em quase todas as áreas nos últimos 70 anos. Entretanto surgem dúvidas sobre a continuidade e a extensão deste avanço. O crescimento econômico tem repousado no uso insustentável de recursos não-renováveis, na destruição da diversidade biológica e na emissão de gases de efeito estufa que aceleraram as crises ambientais globais, além de ter gerado fossos cada vez maiores entre ricos

e pobres. Com o aprofundamento da globalização, avistam-se graves problemas ecológicos, econômicos e sociais que exigem repensar o desenvolvimento à luz dos limites sendo impostos pela própria natureza. Este trabalho examina as interações entre os principais condicionantes da crise atual. Também observa como o atual contexto modifica o significado e a direção do debate tradicional a respeito do papel da dinâmica demográfica nesta equação. Por outro lado, constata que o tão sonhado 'desenvolvimento sustentável' passou a ser um oxímoro. Como fica cada vez mais difícil conciliar crescimento econômico, bem-estar social e sustentabilidade ambiental, o tripé da sustentabilidade que foi o mote da Rio + 20 passou a ser, na realidade, um trilema.

Palavras-chave: Desenvolvimento sustentável. Degradação ambiental. Dinâmica demográfica.

Resumen

Economía, sociedad y medio ambiente en el siglo 21: triple vertiente o trilema de la sostenibilidad?

El progreso humano basado en el crecimiento económico ha sido notable en casi todas las áreas durante los últimos 70 años. Sin embargo, surgen dudas al respecto de las posibilidades de continuar y extender estos avances. El crecimiento económico ha reposado en el uso insostenible de recursos naturales, en la destrucción de la diversidad biológica y en la emisión de gases de efecto invernadero que han acelerado la crisis ambiental global y generado brechas cada vez más grandes entre ricos y pobres. La profundización de la globalización ha creado graves problemas ecológicos, económicos y sociales que nos obligan a repensar el desarrollo a la luz de las limitaciones impuestas por la naturaleza. Este trabajo examina las interacciones entre los principales condicionantes de la crisis actual. También observa como el actual contexto modifica el significado y la dirección del debate tradicional sobre el papel de la dinámica demográfica en esta ecuación. Además, constata que el tan-deseado 'desarrollo sostenible' se ha transformado en un oxímoron. Dadas las dificultades crecientes para conciliar crecimiento económico, bien-estar social y sostenibilidad ambiental, la triple vertiente de Rio + 20 se ha transformado en trilema.

Palabras clave: Desarrollo sostenible. Degradación ambiental. Dinámica Demográfica.

Received for publication in 31/07/2015

Recommended for publication in 16/09/2015

Accepted for publication in 05/10/2015

Population transitions and temperature change in Minas Gerais, Brazil: a multidimensional approach*

Alisson F. Barbieri**
Gilvan R. Guedes***
Kenya Noronha****
Bernardo L. Queiroz*****
Edson P. Domingues*****
José Irineu R. Rigotti*****
Gláucia P. da Motta*****
Flávia Chein*****
Francisco Cortezzi*****
Ulisses E. Confalonieri*****
Kenia de Souza*****

Climate change will exacerbate the vulnerability of places and people around the world in the next decades, especially in less developed regions. In this paper, we investigate future scenarios of population vulnerability to climate change for the next 30 years in 66 regions of the state of Minas Gerais, Brazil. Based upon the Alkire & Foster Index, we integrate simulated and projected dimensions of population vulnerability into a Multidimensional Index, showing how scenarios of temperature change would affect each region's relative vulnerability in the future. Results suggest that economic and health dimensions are the highest contributors to increases in temperature-related vulnerability, with the poorest and agribusiness regions being the most impacted in decades to come.

Keywords: Climate change. Population vulnerability. Population transitions. Multidimensional index. Minas Gerais.

* Funding for this research was provided by Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (Fapemig), grant number PPM-00125-14.

** Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte-MG, Brasil (barbieri@cedeplar.ufmg.br).

*** Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte-MG, Brasil (rguedes@cedeplar.ufmg.br).

**** Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte-MG, Brasil (knoronha@cedeplar.ufmg.br).

***** Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte-MG, Brasil (lanza@cedeplar.ufmg.br).

***** Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte-MG, Brasil (epdomin@cedeplar.ufmg.br).

***** Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte-MG, Brasil (rigotti@cedeplar.ufmg.br).

***** Faculdade de Ciências Econômicas, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte-MG, Brasil (glauca.possas@gmail.com).

***** Faculdade de Economia, Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), Juiz de Fora-MG, Brasil (flavia.chein@ufjf.edu.br).

***** Departamento de Geografia, Université Paris IV – Sorbonne, Paris, França (fmcortezzi@gmail.com).

***** Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), Rio de Janeiro-RJ, Brasil (pmags@ensp.fiocruz.br).

***** Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional (Cedeplar), Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte-MG, Brasil (keniadesouza@gmail.com).

Introduction

Research shows that climate change will exacerbate the vulnerability of places and people around the world in the next decades, with a disproportionate impact on less developed regions (VÖRÖSMARTY et al., 2000; FIELD et al., 2011), coastal cities, and flood plain areas (McGRANAHAN et al., 2007). Not surprisingly, poor people – especially those residing in rural areas – and localities or regions with weaker social and physical equipment will carry most of the burden associated with climate change, regardless of geographical and geological place-specific attributes (KURIAKOSE et al., 2013).

In response to the range and damage potential associated with climate shocks, institutions like the United Nations (through the One-UN Social Protection Floor Initiative) and World Bank (through the Social Protection and Labour strategy) have proposed to tackle the negative effects of these changes by means of Social Protection (SP) programmes. Mirroring the structure of inclusive development and economic resilience to financial crises (WORLD BANK, 2008), the SP framework advocates that “countries that have SP systems in place *before* a shock hits are better able to launch a more immediate and effective response when such events occur” (KURIAKOSE et al., 2013, p. 20). The explanation is quite simple, but powerful: impoverished areas usually have overlapping vulnerabilities, disproportionately increasing their susceptibility to permanent loss of well-being (FÜSSEL; KLEIN, 2006). For instance, the rural population is more reliant on climate-dependent economic activities, while the urban poor are usually pushed to live in marginal urban areas, where costs are low and geological risks are greater (WILSON et al., 2008). Because they live on the edge of minimum living standards, any additional shock can trigger a sequence of capital depletion, affecting their livelihoods and preventing them from recovering from a lack of investment capacity in the long run (VANWEY et al., 2012).

Kuriakose et al. (2013) state that by promoting social protection initiatives, a given place can position its population to have increased resilience to climate shocks. These initiatives, such as cash transfer programs, a universal pension system, free basic education, and low-cost health systems, have an *a priori* cushioning effect, absorbing part of the shock (resilience), while *a posteriori* initiatives, such as infrastructure rebuilding and post-shock aids for the most in need would promote equity. More structural investment efforts in education and health would empower individuals to permanently adapt to inevitable future and uncertain shocks in the long run, reducing risk by promoting individual capabilities (opportunities).

Two remarkable features of climate change are its short-term irreversibility and its unpredictability. These two factors are key when dealing with population-based vulnerability. Climate change coupled with globalization of markets drastically affect risk estimations, virtually exposing everyone to anything (BECK, 1992; O'BRIEN; LEICHENKO, 2000). Historical, social, environmental, and political vulnerability expose individuals to a wider variety of risks. Media coverage of environmental hazards and disasters rapidly diffuse local events worldwide, thus affecting local and regional perceptions. This produces and reproduces the social stigma

attached to hazardous activities. This social amplification of risks influences the economic profitability and employment potential of environmentally related economic activities (PIDGEON et al., 2003). Therefore, the globalization of news related to the environment adds another layer to the local impact of global environmental change.

More and more, risk estimation and climate-related human and material losses are mediated by differences between perceived and objective risk (SLOVIC, 2000). This environmental risk gap is partially explained by the inability of individuals to rationally account for uncertain risk gradients that pose an additional challenge to precise predictions of when, where, and how (HALLEGATTE, 2009). Under this new scenario of increasing uncertainty related to climate shocks and variability, the promotion of social resilience and adaptation is critical.

One of the basic recommendations of the World Bank and the UN is to target places and populations that are vulnerable to climate impacts with a maximum level of precision and information. Reliable, meaningful, and synthetic measures of vulnerability have been developed recently (BOURGUIGON; CHAKRAVARTY, 2003; DEUTSCH; SILBER, 2005; ALKIRE; FOSTER, 2011), but most of them have been applied to economic studies not directly related to climate shocks. The literature on vulnerability to environmental change suggests that some dimensions are key for targeting purposes: health, economy, population processes, governance, and social protection (HELTBERG et al., 2009; KURIAKOSE et al., 2013). In this regard, axiomatic multidimensional measures seem an appropriate choice, especially those accounting for both the level and intensity of deprivation (ALKIRE; FOSTER, 2011). In addition, because of the diffuse impact of climate variability and change on the economy in the short term (and on population components in the long run), systems-like modelling approaches are necessary to correctly tackle direct and indirect effects of changes in climate indicators on the population over time.

Taking advantage of the socioeconomic, institutional, demographic, and biotic heterogeneity of the state of Minas Gerais in Brazil, this paper investigates potential scenarios of population vulnerability to climate change in all of the 66 microregions of the state for the period 2010-40. Following an original conceptual and methodological strategy proposed in Barbieri et al. (2010), we first investigate the multidimensional nature of population vulnerability to climate change through four critical dimensions – demographics, economics, health, and institutions – and their evolution over time. Ultimately, we estimate a Multidimensional Index of Scenarios of Population Vulnerability, based on the Alkire and Foster (AF) methodology (ALKIRE; FOSTER, 2011), in order to evaluate the contribution of each dimension to overall vulnerability before and after projected temperature changes.

The modelling strategy applied in this study requires a dialogue across multiple disciplines, in order to understand the relationship between distinct factors shaping population vulnerability and how they are affected by climate change. Although provisional, we believe that our empirical strategy provides useful insights into the potential consequences of climate change on population vulnerability, thus facilitating the targeting

of regions experiencing greater health and economic sensitivity to climate shocks. It should be noted that we use past and future temperature as the sole proxy for climate change. This methodological option will reflect the clustering of impacted regions where temperature-dependent activities are concentrated, as in less urbanized or agriculture-oriented regions. Other climate change markers, such as floods, droughts, and landslides could provide better insights on vulnerability to climate change where urbanization is more intense. Data availability for such markers and the inability to project disasters, however, led our analysis to focus on temperature change only. Despite its limitations in addressing overall spatial vulnerability to climate events, our empirical exercise sheds light on how not only vulnerability, but also climate change is a multidimensional concept that may render different expected impacts depending on how it is proxied and where it happens. We conclude the study by discussing the challenges that policymakers must face in terms of fostering an adaptive capacity in following decades.

The next section discusses population transitions in Brazil and their connection to climate-related vulnerability. Next, we describe the geographic area of this study. This is followed by a discussion of how each of the four dimensions of population vulnerability was modelled. Finally, we conclude by presenting scenarios of population vulnerability to climate shock, integrating the results into a synthetic measure.

Population transitions and vulnerability to climate change

The concept of “vulnerability” in this paper refers, in a narrow sense, to the lack of capacity of a given population to prevent, mitigate, or attenuate adverse consequences caused by exposition to hazards, and its relative lack of capacity to respond to them (CUTTER, 1996). Confalonieri and Barata (2011) also discuss this concept based upon the idea that “vulnerability” corresponds to the way in which a given population is exposed to a hazard, its sensitivity, and its response to this hazard. In this sense, the “hazard” results from a combination of three attributes of the population: exposition, sensitivity, and adaptive capacity.

Since vulnerability levels and intensity are determined by several factors (such as economic, demographic, health, and institutional issues), we define a multidimensional perspective that identifies and combines various relevant elements to explain future vulnerability scenarios under different climate shocks. We frame this discussion in terms of how the unfolding demographic, urban, and health transitions, and their association with stages of socioeconomic development in Brazil may create future vulnerabilities, or reproduce and amplify existing ones.

The association between population transitions and environmental change is defined by the evolution of development stages in a society. *Strictu sensu*, transitions unfold when a society progresses along the stages of modernization. In the narrative of population transitions, modernization refers largely to the process of urbanization associated with

the transformation of an agrarian society into one wherein services and industry constitute the core of the productive sector. In this regard, each stage of modernization is linked to structural transformations in demographic, epidemiologic and spatial features which are themselves related, in specific ways, to modifications in the environment.

In this regard, the demographic transition aims to characterize the implications of changes in vital events – mortality and fertility – on population growth, size, and age structure. An agrarian society evolves from a low population growth characterized by homeostatic equilibrium (with high mortality and fertility) to a modern, post-industrial society, again characterized by low growth and homeostatic equilibrium (however, with low fertility and mortality levels). Rapid population growth occurs between these two extremes when mortality decreases at a pace faster than fertility (LEE, 2003, 2011).

In addition to population growth, the demographic transition has two other dramatic features: the concentration of population in urban areas, as predicted by modernization theories, and population aging. Indeed, the final stage of the demographic transition implies below-replacement fertility linked to a predominantly older and urban population (LEE, 2003, 2011).

The steady reduction of Total Fertility Rates (TFR) in Brazil during coming decades will not only reduce population growth, but will also produce an older age structure and transformations in the country's spatial makeup, as urban concentration continues. Population aging will increase substantially around 2030, challenging the public funds that cover costs of pension benefits and health demands (QUEIROZ; TURRA, 2010). This scenario does not differ from that in our study site.

Many studies have focused on the impacts of a changing age structure on consumption, carbon emissions, and mitigation strategies (DYSON, 2006; ZAGHENI, 2009, 2011; O'NEIL et al., 2010). Few, however, have addressed the challenging question of how a changing age structure may pose additional stress on the ability of a population to respond to environmental change and, more specifically, to climate change (for exceptions, see JIANG; HARDEE, 2001; McLEMAN, 2010). High demographic dependency ratios (due to both very young and very old age structures) would be sensitive to climate change for different reasons. Places with high young dependency ratios would be more affected by climate change through its higher need for consumption (HEDENUS et al., 2014). Since temperature change is likely to affect agricultural areas more intensively, and since these areas have higher young dependency ratios, we would expect increased temperature-related vulnerability to rise in these places. Places with high old dependency ratios would also be affected by climate change by means of increased need for health care, given that the elderly are less prepared to deal with episodes of heat wave, temperature variation, and climate-related hazards, such as floods, droughts and landslides (HAJAT et al., 2014). The effect of the dependency ratio on vulnerability may vary depending on the type of social protection needed. Thus, a multidimensional analysis will have to explicitly incorporate both types of dependency situations in order to correctly tackle vulnerability.

It is also expected that increasing population mobility in the next decades will continue to favour growth in urban centres, particularly in larger metropolitan areas. Modernization implicitly brings a process of labour reallocation from low-productivity (rural) to high-productivity (urban-based) sectors facilitated by the spread of more efficient communication and transportation systems, as well as by labour allocation to infrastructure development (roads, dams, etc.). The profound transformations in rural and urban spaces are thus a major driver of increasing mobility and urban concentration as development unfolds. In this regard, according to his Theory of Mobility Transition, Zelinsky (1971) suggests that the advancement of socioeconomic development will be related to an increasingly complex mobility pattern, fostering a more intense and complex process of urban occupation.¹ This will demand an adaptive capacity, which translates into heavy investments in adequate urban planning and infrastructure, such as housing quality, water and sanitation access, and institutional arrangements that include the elaboration of municipal contingency plans and Civil Defence Coordination.

Overall, we hypothesize that the combination of population ageing, with its implication for public health and pension systems, coupled with the lack of infrastructure in urban areas may result in the reproduction, persistence or amplification of vulnerability in the future. This incomplete urban transition is particularly challenging when additional pressures from a changing environment that require larger public budgeting for infrastructure preparedness come into play. We also speculate that other factors may increase resilience and promote an adaptive capacity when faced with future scenarios of climate change, such as higher levels of formal education, increased coverage of public transfers to the most in need, and basic infrastructure expansion. Education, in particular, increases resilience to climate change through a variety of underlying mechanisms, such as by improving individuals' willingness to adopt climate robust technological innovations (DERESSA et al., 2009; DESSAI; HULME, 2007).

A key assumption regarding population transitions is that they will be engendered by the advancement of the "modernization process" and the achievement of an overall increase in societal welfare levels and inequality reduction. In the Brazilian case, a potential contradiction may arise. Different from developed countries, population aging here has not been sufficient to trigger a complete epidemiological transition. The country experiences an increasing prevalence of chronic diseases, while still facing high rates of communicable diseases, such as dengue, malaria, cholera, and schistosomiasis (OMRAN, 2005). This dual burden implies that the advancement of the demographic transition has not been coupled with the necessary investments to reduce historical poverty, inequality, and a lack of access to water and sanitation by a large share of the population (PRATA, 1992; SCHRAMM et al., 2004).

¹ However, it is not clear in which situations increasing mobility into urban areas due to climate impacts may be an effective adaptive response to reduce vulnerability. While some examples in the literature suggest the importance of distinguishing migration status as an adaptation mechanism, its impacts on vulnerability and adaptive capacity have not been sufficiently discussed in order to isolate the effects of other social, economic, and climate change processes (McLEMAN; SMIT, 2006).

The incomplete epidemiological transition in Brazil may represent an additional source of stress as climate change comes into play, since it works as a force that holds back the transition of a population still affected by infectious diseases. Vulnerability can increase even further as rural-urban migration, induced by climate-related effects on agro-pastoral areas, translates into the growth of shantytowns characterized by poor sanitation and poverty. The opposite can hold as well. Barbieri et al. (2010) show that out-migration from the Northeast of Brazil will likely increase with climate change, reflecting increased flows of environmental refugees. In this case, as suggested by Tacoli (2009), environmentally-related out-migration could decrease vulnerability as people move out from environmentally affected areas. The persistence of old vulnerabilities may thus interact with future vulnerabilities associated with the population characteristics emerging from incomplete demographic, mobility, urban, and epidemiological transitions.

Study area: the state of Minas Gerais, Brazil

Minas Gerais is a good example of how inequality and heterogeneity of adaptive capacity can pose important challenges in dealing with vulnerability to climate change. The state comprises 853 municipalities, organized into 66 administrative units known as “microregions” (hereafter named “regions” for the sake of simplicity), and hosts four distinct biomes: *Caatinga* (a semi-arid biome), *Campo Rupestre de Altitude* (high altitude grasslands), *Cerrado* (a Savannah-like vegetation), and the Atlantic Forest (tropical forest). This biotic heterogeneity is unique in Brazil. Figure 1 shows a map of Minas Gerais indicating its administrative divisions and biomes.²

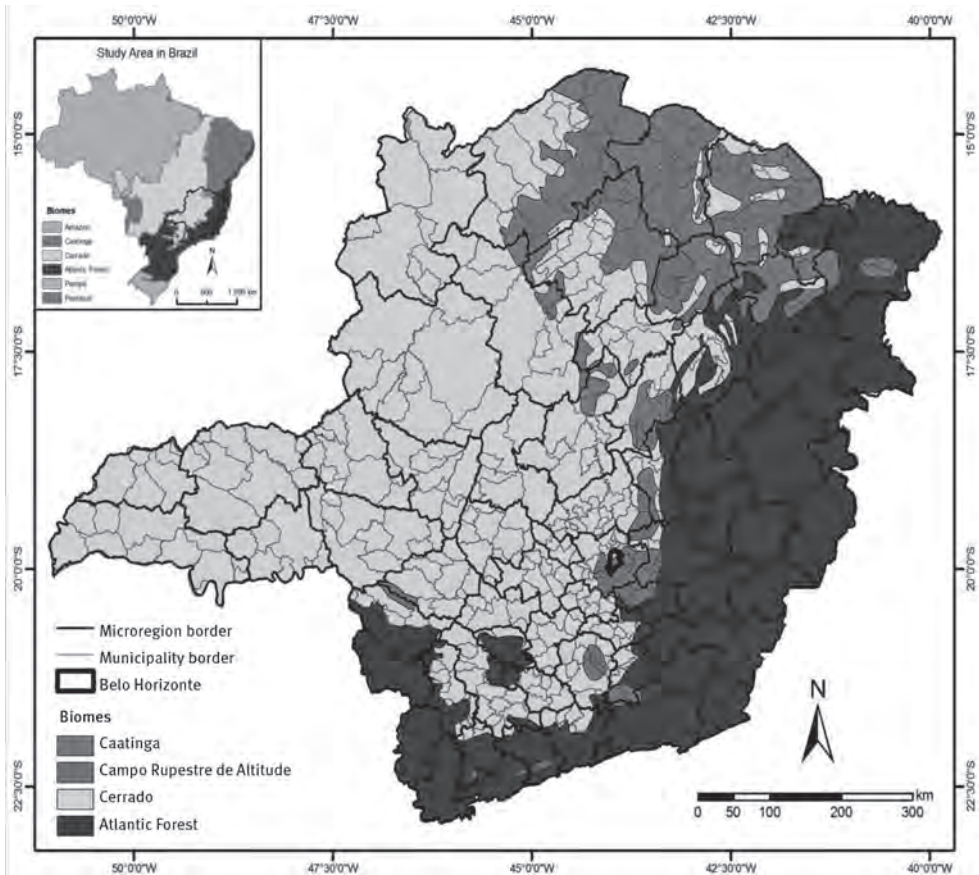
Minas Gerais has historically been one of the most important states in Brazil in both economic and demographic aspects. In 2010, it was ranked second in population among the 26 Brazilian States (19,5595,309 inhabitants), third in Gross Domestic Product (accounting for 10% of the Brazilian GDP), and fourth in area (586,528 Square Kilometres). The state capital is Belo Horizonte, with 2,357,444 inhabitants.

The choice of Minas Gerais for this study is deliberate. Like Brazil, the state is characterized by large socioeconomic and regional inequalities. On the one hand, the North and Northeast regions of the state are the poorest areas, showing indicators equivalent to African standards. On the other, the South and East host a more dynamic economy, with

² A biome-driven analysis would better capture how vulnerability on demographic, economic, health, and institutional dimensions would be impacted by increases in temperature over time. However, most data used in the current article refer to the microregion level, using traditional political boundaries. Political boundaries were used instead of biome for the estimation of indicators because temperature impact was simulated on the health and economic dimensions only, as discussed in the methods section. To estimate all indicators based on the overlay of biome and political boundaries, some spatial interpolation would be required, since some microregions are in transitional biome areas. The estimation of indicators based on the biome-political boundaries dyad would also require a longer projection period in order for temperature impact to be effective on any institutional and demographic indicator. Finally, the biome-specific indicators would be more sensitive if other climate proxies were addressed, including precipitation, humidity and types of disasters. The estimated spatial distribution and concentration of the vulnerability index, as well as the spatial correlation between dimensions and the biomes are beyond the scope of this article, and will be object of future research.

high levels of educational and health indicators. This context provides us with interesting possibilities in testing the impacts of climate change within diverse socioeconomic, demographic, and environmental scenarios.

FIGURE 1
Municipalities, regions, and their biomes
State of Minas Gerais



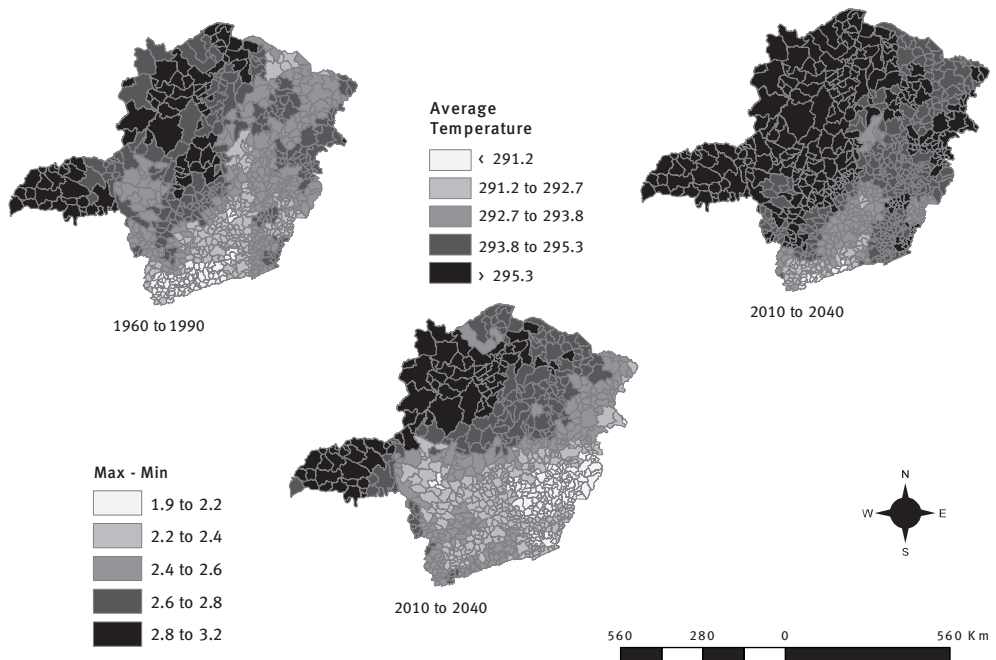
Source: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE; Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional – Cedeplar, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG.

Temperature change in Minas Gerais

We use historical and projected data on the average annual temperature as a proxy for climate change. Data comes from IPCC’s A1B1 scenario, a regional ETA model, that contains average annual temperatures for South America in grids of 40 km X 40 km. Data were built from the global HadCM3 model, containing temperature values at two meters in the area delimited by the following co-ordinates: LAT N = 5,0°, LAT S = -35,0°, LON E = -35,0° and LON W = -75,0°.

We used two time slices in the ETA model: 1960-90 and 2010-40, and estimated annual temperatures in K (Kelvin).³ Thus, we created a dataset with annual temperature estimates for each municipality in Brazil, particularly in the state of Minas Gerais, using an imputation of the average temperature in the points with the municipality area or, when this municipality did not have any point in its territory, the point closest to its centroid. Figure 2 shows the distribution of the average temperature across municipalities in Minas Gerais in two periods (1960-90 and 2010-40) and the difference between the maximum and minimum temperatures observed between 2010 and 2040 for each municipality. The Northwest and West regions (Triângulo Mineiro) host municipalities with the highest average temperatures and the highest amplitudes. We observe an overall temperature increase state-wise, as assumed by the A1B1 scenario.

FIGURE 2
Average temperature in Kelvin (1960-1990 and 2010-2040) and average range (2010-2040)
State of Minas Gerais



Source: Historical and Projected Climate Data. Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos/Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – CPTEC/Inpe.

³ The HadCM3 model was run many times, with varying parameters for the atmospheric processes. Models considering low, medium, and high climatic sensitivity in the year 2099 were also compared to create a plausible range of temperature projections under the A1B emission scenario. Among these runs, we used the original, with no change in the parameters (version CNTRL). Subset models for 4 timeslices (1960-1990, 2010-2040, 2040-2070, and 2070-2099), from version CNTRL – Eta model domain, were used in this study. The key climate variable was temperature measured in Kelvin (K). The database with georeferenced points from South America allowed us to obtain the average annual temperature for each municipality, by each year by timeslice. This was generated from imputing the average point temperature within the municipality area, or the temperature point closest to the municipality centroid when no point was available within the municipality boundary. No information was given by INPE documents on why there is a gap between 1960-1990 and 2010-2040 on temperature.

Economic dimension

Because of the diffuse and system-like impact of climate change on the economy, we use a computable general equilibrium model to isolate the direct impacts of a temperature increase from 2010 to 2040 on selected economic indicators. We first estimate the influence of a change in the temperature on the labour supply and agricultural productivity. Two scenarios were defined: the baseline scenario (without considering climate impacts) and the A1B1 scenario. The baseline scenario is defined as considering the average historical temperatures recorded between 1960 and 1990. The A1B1 scenario considers projections of temperature for the following years: 2010, 2015, 2020, 2025, 2035, and 2040.

Household consumption, GRP (Gross Regional Product), and employment are endogenous variables estimated by a computable general equilibrium (CGE) model called IMAGEM-MG (Integrated MultiRegional General Equilibrium Model for Minas Gerais). The IMAGEM-MG was calibrated for 2005, in accordance with the sector industry and product commodity classifications in IBGE's (Brazilian Statistical Bureau) input-output matrix.⁴ The recursive dynamics mechanisms allow us to make explicitly temporal use of the CGE model, wherein the endogenous variables are adjusted throughout the analysed period, after an initial shock or series of shocks.

Climate change's impact on agricultural output is the difference between the expected agricultural output per hectare, considering the historical climate conditions and the expected agricultural output per hectare in the new climate conditions. The average climate change impacts on agricultural productivity in each region of Minas Gerais were considered as productivity shocks in a general equilibrium model. The model considers workers who migrate from the most affected regions to the least affected regions, guided by real wage differentials (equation 1). These real wage differentials come from the model of impacts of climate change on the economy. Inter-regional labour migration or labour supply percentage change (l_d) adjusts due to the difference between regional real wage (w_d) and national real wage (w), calculated from 2010 Brazilian Demographic Census data. The elasticity parameter (σ_d) measures the labour supply response to real wage differentials.

$$l_d = \sigma_d (w_d - w) \quad (1)$$

Our simulations are based on the assumption that all municipalities face the same capital return and do not present systematic technological differences. Another underlying assumption is the absence of technological responses to the new climate conditions. The results are predicted using the imputation of climate forecasts on the current technological status in agriculture.

⁴ This is divided into 18 sectors and 18 commodities. There are five final demand components (household consumption, government consumption, investment, exports, and inventory), three primary factors (capital, land, and labour), two marginal sectors (trade and transport), and imports by product commodity for each of the 18 sectors. The model has 67 endogenous regions, 66 in Minas Gerais and one as the "rest of Brazil".

According to our results, on average, there is no sizeable impact on the economic factors. However, the analysis by region shows important results. The most important regional economic impact is related to agriculture and labour shocks, but also depends on the economic structure and inter-regional linkages. The 20 most impacted regions in terms of percentage change in GRP and employment are, in general, regions with weak economic activities, concentrated in the Northern part of the state (one of its poorer regions). The exceptions are Uberlândia and Uberaba (accounting for almost 12% of the state's economic production). These regions are part of the "Triângulo Mineiro" (together with Ituiutaba and Frutal). They are located in the west of the state and are significant cattle and agriculture producers that also serve as the most important terrestrial transportation hubs in the country. Although these 20 regions account for 84% of the total GRP losses in the state, they represent only 21% of the economy. It is worth observing that in the two most affected regions, Januária and Unaí, their share on climate change impact is almost 20 times their share on the economy. This indicates that some small regions in the state are the most vulnerable to climate change impacts. The Southern part of the state is more industrialized and less dependent on agriculture, thus showing lesser economic vulnerability.

Health dimension

In order to evaluate the relationship between climate change and health, reliable time series on both health and climate would be required. Due to data limitations on changes in health over time, we estimate the impact of temperature change using a semilog OLS (Ordinary Least Squares) regression on cross-section data considering the 5,563 Brazilian municipalities identified in the administrative political division of 2010.

To simulate the average health of the population, different indicators were used as dependent variables in our models (prevalence of leptospirosis, rate of hospitalization for childhood diarrhea, rate of hospitalization for cardiovascular diseases, rate of hospitalization for respiratory diseases, rate of hospitalization for infectious diseases, and prevalence of dengue). Only three, however, showed statistically significant relationships with temperature (p -value >0.001): prevalence of dengue (BRASIL, 2005-2010a), rate of hospitalization for infectious diseases (BRASIL, 2005-2010b), and rate of hospitalization for respiratory diseases (BRASIL, 2005-2010b). Since the prevalence of health events is low, especially in small areas, all indicators were calculated considering the average of events from 2005 to 2010.

The key independent variable, which will be used to simulate a climate shock, is the average historical temperature recorded between 1960 and 1990 for each municipality. The models control for the following socioeconomic and demographic characteristics: GDP per capita (SUFRAMA, 2009), proportion of individuals who are illiterate or did not complete elementary school (IBGE, 2010), unemployment rate (IBGE, 2010), proportion of women (IBGE, 2010), proportion of individuals aged 60 years and over (IBGE, 2010), population size

(IBGE, 2010), and dummy variables for each geographic region of Brazil (North, Northeast, South, Southeast, and Centre West).

Based on the regression results, we estimated the predicted average morbidity rates by each region of Minas Gerais for the base year (2010). Different from the economic dimension, all betas (parameters) estimated, as well as the levels of independent variables, were held constant from 2010 to 2040, including the average temperature. This represents our baseline scenario, where all levels and effects are held constant throughout the 30-year window. To simulate a climate shock and isolate its effect from concurrent ones, we estimate counterfactual average morbidity rates by replacing the average historical temperatures with the projections of temperature. The other control variables and estimated parameters were held constant.

Our results suggest that a temperature change from 2010 to 2040 could increase the morbidity rates by a considerable amount (Table 1). For example, if we compare the rate of dengue in the baseline scenario of 0.5 to the same rate after the temperature change in the same year (2040), this rate would increase to 1.1. This is a 130% increase due to the change in temperature alone. The hospitalization rates for infectious and respiratory diseases could increase by 12% and 3%, respectively, for the same year. If we had taken into account precipitation patterns in our analyses, the combined (individual plus interactive) impact of both climate change proxies would likely have been more pronounced. Even in the absence of precipitation data (due to a lack of information available at the time of our analysis), the sole impact of temperature change on dengue is remarkable.⁵ The higher increase in the rate of dengue due to the change in the temperature is related to the higher effect (coefficient) estimated by the econometric model especially compared to the other two health indicators. While the estimated effect of temperature on the rate of dengue is equal to 0.30, its effect on rates of hospitalization for infectious and respiratory diseases is equal to 0.06 and 0.02, respectively. In addition, the variance of projected temperature by year across municipalities is higher for 2020 and 2040, the last two periods considered.

The largest temperature impact is estimated to be in dengue prevalence, followed by infectious diseases. The increase in dengue and infectious diseases is mostly concentrated in the west and northwest portions of the state. These are areas with the highest registered and projected temperatures (as suggested by Figure 2), and hold a strong spatial overlapping pattern with the climate related economic impacts. If health had been considered in the economic model, it is likely that the effect of climate change on economic indicators would have been even stronger, since these areas are also the ones with the highest loss in GRP. Similarly, if the impact of the climate on economic indicators had been mapped for the

⁵ We also estimated the standardized parameters (based on the standard deviation of each independent variable). By standardizing our independent variables, each parameter can be compared by their magnitude. The results (not shown, but available upon request) suggest that the effect of temperature change is still strongest for dengue and infectious diseases, and among the strongest for respiratory disease, yielding additional empirical support for the importance of climate shocks on population health.

health model, we would probably have captured an even stronger climate-related effect on morbidity rates.

TABLE 1
Base and impact scenarios of indicators in the health dimension
State of Minas Gerais – 2010-2040

Scenarios	Indicators		
	Average prevalence rate of dengue (per 1,000 inhabs.)	Average prevalence rate of respiratory diseases (per 1,000 inhabs.)	Average prevalence rate of infectious diseases (per 1,000 inhabs.)
Base scenario			
2010	0.5	7.0	3.9
2020	0.5	7.0	3.9
2030	0.5	7.0	3.9
2040	0.5	7.0	3.9
Impact scenario (A1B1)			
2010	0.7	7.1	4.0
2020	0.8	7.2	4.1
2030	1.1	7.2	4.3
2040	1.2	7.3	4.3

Source: IBGE (Demographic Census 2010); Brazil/Ministério da Saúde (SIH/SUS, 2005-2010b); Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos/Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – CPTEC/Inpe.

Note: Authors' calculations based on secondary data sources.

Demographic dimension

The demographic dimension encompasses three components over time: age composition (0 to 14, 15 to 64, and 65 or more years old), households with access to proper sanitation, and expected years of education. We used the Demographic (Total) Dependency Ratio as a synthetic indicator of age structure. This refers to the ratio between the population below 15 years old plus the population above 64 years old, divided by the population between 15 and 64 years old. Population scenarios for 2010-40 and by age group for Brazilian states were elaborated from a standard population projection method known as the *cohort component method* (and assuming 2010 as the baseline). We used data from previous Brazilian population censuses (1970, 1980, 1991, 2000, and 2010), recent National Household Surveys (PNAD, IBGE 2000-08), and birth and death statistics since 1980. Population estimates were disaggregated by regions using a combination of two population projection methods for small areas: the *Apportionment Method*, and the *Method of Cohort Relations* (DUCHESNE, 1989).⁶

The indicator “Expected Years of Education” refers to the mean number of years of education that a cohort of children will attain until a certain age. The indicator was built

⁶ The *Apportionment Method* consists in projecting a population of a smaller area (for example, municipalities) and considering its relative contribution to the growth of a larger area (for example, states), while the *Method of Cohort Relations* consists in following the age and sex structure of the population in the smaller area and ensuring its consistency with the structure of the larger area.

upon data on school attendance per year of education and by age (both from the 2010 Brazilian Census). We first estimated the mean years of study weighted by the population at each age (7 to 18 years old), which corresponds to the 12-year period of basic education in Brazil. Ideally, each cohort of single ages should contribute with one year of education at each calendar year, when the successive sum of the contribution of each cohort would represent the total expected years of education until that age. Formally:

$$\bar{A}_x = \sum_{i=1}^{12} A_{i,x} \frac{Pop_x^i}{Pop_x} \quad (2)$$

where:

\bar{A}_x = average years of education of a cohort of age x ;

$A_{i,x}$ = year of education i attended by a student of age x , considering $i = 1, 2, \dots, 12$;

Pop_x^i = population of age x attending the year of education i ;

Pop_x = population of age x .

The ratio between \bar{A}_x and the years of education relative to that age A_x represents the contribution of the cohort to the expected educational attainment at the end of the period of basic education in Brazil. This ratio would equal one when each student enters the educational system at the correct age, she/he does not fail a given year, and does not leave school. Thus, the sum of the ratios corresponding to each age x represents the expected years of education of a synthetic cohort:

$$A_0 = \sum_{x=7}^{18} \left(\frac{\bar{A}_x}{A_x} \right) \quad (3)$$

To project the number of expected years from 2010 to 2040 for each region, we use the average linear growth rate per age from the modal age contribution to the expected education to the lowest age contribution. This average growth rate was multiplied by five (for each five years of the projection), and equation (3) was re-calculated, conditioned on the restriction that it must reach a maximum of 12 years of expected education sometime in the future. Imagine that, at age 12, a student contributes to, on average, 0.9 years until she completes 13 years of age. Assume that another student, with eight years of age, contributes to only 0.6 years of education until she is nine years old. Thus, if we assume a linear growth rate, the educational level should grow by 0.06 for each single age between age eight and 12. Thus, five years from now, an eight year old student should be contributing to $0.6 + 0.06 \cdot 5 = 0.9$ years of education. After a couple more years, a typical eight year old student would achieve one year of expected education from eight to nine years of age, reaching the maximum contribution allowed by a single-age synthetic cohort (RIGOTTI et al., 2013).

Finally, we estimate the growth rate in the implementation of households with proper sanitation services from 1981 to 2010 and use this rate to project forward the coverage of the service. For the regions that had coverage above 85% in 2010, we applied the rates until they reached 100%. For the other regions we applied the observed growth rate to forecast until 2040 (REZENDE et al., 2007; SAINI et al., 2011; NERI et al., 2009).

Our estimates do not take into account feedbacks between demographic factors and potential climate impacts. In order to project the demographic indicators, we make two assumptions: a) that there are no significant mortality or migration shocks from climate change which could substantially influence population stock and composition by age; and b) that the expansion of sanitation services and educational attainment follow a trajectory independent from climate scenarios. Both assumptions seem reasonable since our time window is relatively short for observing significant changes in fertility patterns and sanitation policies. Mortality could theoretically be impacted by temperature change, even in a short time window, and this would make our first assumption somewhat fragile. However, our regression estimates of temperature change on mortality indicators show no significant effect when historical data are used.⁷

Table 2 shows estimates of demographic components over the period 2010-2040. Population projections reflect the advancement of the demographic transition, with below replacement fertility contributing to an increasing proportion of the population over 64 years of age (from 8.1% in 2010 to 18.4% in 2040). The Total Dependency Ratio decreases from 44.9% in 2010 to 42.5% in 2020, reflecting the relative increase of the active population. From 2030 on, the ratio starts to increase due to population aging.

While an older age structure represents a potentially higher vulnerability to climate shocks, more expected years of education (from 9.2 in 2010 to 11.7 in 2040) might increase the adaptive capacity of the population. Furthermore, our results show that the percentage of households receiving basic sanitation services in Minas Gerais will increase from 75% in 2010 to 92% in 2040, minimizing a potential spread of sanitation-related diseases under temperature stress. However, we still observe strong regional differences: regions located in the Northern part of the state have lower coverage and slower coverage growth rates than in more developed regions from the Southern parts of the state (Figure 3). It is worth noting that the type of projected sanitation coverage was based on a deterministic projection. However, we acknowledge that this is a policy choice and not an easily projectable dynamic.

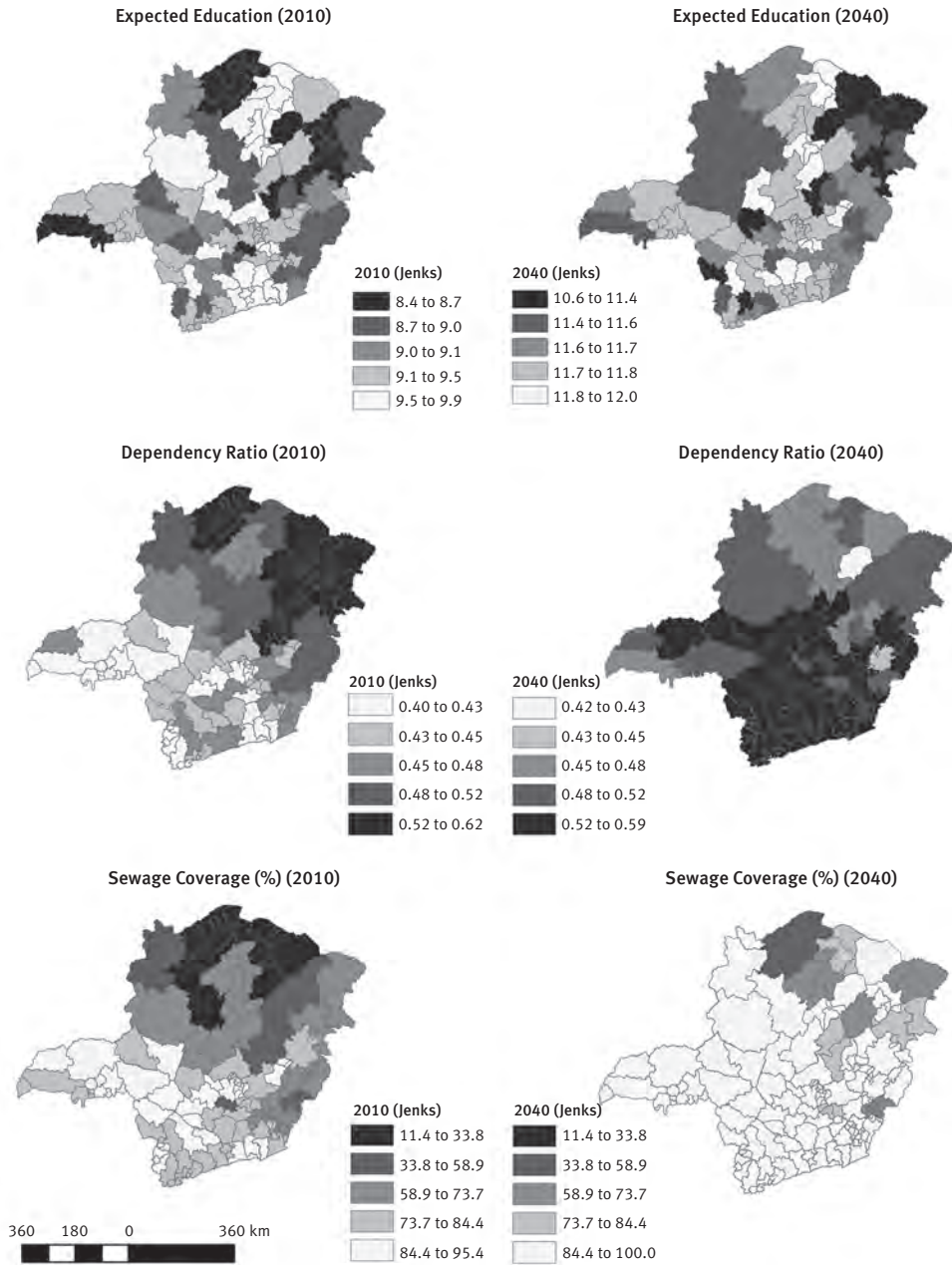
TABLE 2
Estimates of projected indicators in the demographic dimensions
State of Minas Gerais – 2010-2040

Indicators	Base scenario			
	2010	2020	2030	2040
Population 0-14 y.o. (%)	22.9	19.5	17.6	16.1
Population 15-64 y.o. (%)	69.0	70.1	68.5	65.6
Population 64+ y.o. (%)	8.1	10.4	13.9	18.4
Dependency ratio (%)	44.9	42.5	45.9	52.5
Expected years of education	9.2	10.4	11.2	11.6
Sanitation (% of households)	71.4	78.7	87.2	92.8

Source: Based on: IBGE (Demographic Censuses of 1980, 1991, 2000, 2010, Estimativas de População 2015); Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos/Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – CPTEC/Inpe.

⁷ Mortality indicators used in our regressions: infant mortality, child mortality, and elderly mortality (results not shown, but available upon request).

FIGURE 3
Baseline and projected demographic indicators at microregion level
State of Minas Gerais – 2010-2040



Source: IBGE (Demographic Censuses, 1980, 1991, 2000, 2010, Estimativas de População 2015).
Note: Authors' calculations based on secondary data.

Institutional dimension

We use data from the State System of Information on Sanitation⁸ on the proportion of municipalities in a region having a municipal contingency plan to manage hazards. Due to the high uncertainty levels in forecasting the supply of public services, we simply assume that the present (2010) public capacity to respond to hazards will be reproduced throughout the 2010-40 period. Government transfers are calculated as the number of beneficiaries of transfers (public pension, social assistance, rural and old age pension for the poor) to the number of working age individuals paying taxes. We call this the “government transfer support ratio”, estimated as the population projections weighted by the percentage of beneficiaries and percentage of taxpayers. We assume that the age profile of beneficiaries and taxpayers will remain constant until 2040, thus the support ratio is mainly affected by changes in population age structure for each region of the state and by the institutional base in 2010. This procedure is similar to that used in other studies (MILLER et al., 2010; QUEIROZ; FIGOLI, 2011).

Our results show that, on average, only 19.9% of the municipalities within regions had municipal contingency plans to manage hazards. Regarding the reliance on government transfers, the support ratio could fall from 1.6 workers per beneficiary in 2010 to 1.4 workers per beneficiary in 2040. The municipalities in the less developed Northern regions of the state have a smaller support ratio than the more developed ones, despite the older age structure of the population in the Southern region. In relation to Bolsa Família (one of the largest social programs in Brazil), transfers in some Northern regions in 2010 are about 5% of the local GRP. For example, this is the case in Januária, Araçuaí, Salinas, and Janaúba, whereas the percentage in the Southern regions of the state is around 1% of the GRP or less.

Integrating the dimensions: the Multidimensional Vulnerability Index (MVI)

The four dimensions discussed above were combined into a single multidimensional vulnerability index (MVI) known as the Alkire-Foster methodology (ALKIRE; FOSTER, 2011). For each decennial projected year (2010, 2020, 2030, and 2040) we calculated the MVI before and after the climate impact. In addition, we calculated the percentage contribution of each dimension to the total vulnerability measured for each decennial year in order to analyse how evolving scenarios of temperature change modifies the relative contribution of each dimension of population vulnerability over time. Table 3 summarizes the dimensions and indicators used, in addition to the cut-off level below which each region is considered as being deprived for each indicator. The same weights are assigned to each indicator in the construction of the MVI, since we have no *a priori* theoretical evidence as to the importance of each dimension on projected vulnerability to climate related impacts.

⁸ Data available from the João Pinheiro Foundation: <http://seis.fjp.mg.gov.br>.

TABLE 3
Dimensions, indicators, indicator cut-offs, and weighting scheme

Dimension (d)	Indicator (I)	Vulnerability cut-off (ZI)	Weight
Economic	% variation in GRP	Locational quotient ≤ 1	1/11
	% variation in employment	Locational quotient ≤ 1	1/11
	% variation in family consumption	Locational quotient ≤ 1	1/11
Demographic	Total dependency ratio	= state average	1/11
	Expected education	1 st quartile	1/11
	% households with proper sanitation	= state average	1/11
Health	Average prevalence of dengue	= 75% of cdf (base: 2010)	1/11
	Average prevalence of respiratory diseases	= 75% of cdf (base: 2010)	1/11
	Average prevalence of infectious diseases	= 75% of cdf (base: 2010)	1/11
Institutional	Government transfer support ratio	= state average	1/11
	% of municipalities with risk management plan	= state average	1/11

The MVI (M_0) is defined by the interaction of two components: a multidimensional deprivation level (H) and a multidimensional deprivation intensity (A). We start by defining the number of simultaneous dimensions of deprivation that will characterize a region as vulnerable. Following Alkire and Foster (2011), we estimate different proportions of indicators in which each region is classified as deprived in order to analyse where the curve of the *adjusted headcount* (M_0) ratio is stable. We used temporal dominance analysis (not shown here) to define the 50% point as the vulnerability cut-off since it represents the point at which there is a disturbance in the vulnerability trend among regions. To calculate the cut-off point, k, we estimate the different ratios c/d, where:

c = number of indicators censored (deprivation dummy)

d = total number of indicators.

Thus, k varies from 0% to 100%. If we call c_i the deprivation vector - or the number of indicators a region i is deprived, k equal to 50% would represent $c_i \geq 50\%$; that is, a region must be deprived in at least 50% of the indicators to be considered multidimensionally deprived.

Up to this point, there is relatively small variability in the number of vulnerable regions (between 35% and 50%), and after this mark there is a sharp decline (to around 20% of vulnerable regions at the 60% cut-off). The deprivation level (H) thus represents the proportion of regions multidimensionally deprived (in at least 50% of the indicators).

The second step is the estimation of the breadth of vulnerability experienced by each poor region. This point is crucial in order to adjust the multidimensional vulnerability level (H) to its intensity (A). It represents the share of possible deprivations experienced by a multidimensionally vulnerable region. The MVI is, therefore, $M_0(y, z) = H \times A$, also known as the *Adjusted Headcount Ratio*. It measures the proportion of regions that are classified as simultaneously deprived in at least 50% of the indicators weighted by its intensity.

Our estimates for the vulnerability index show that vulnerability level (H) and intensity (A) increase due to climate impacts. At the 50% cut-off point, the proportion of vulnerable regions (H) increases substantially after the climate shock in 2040 – from 0.55 to 0.71

(compared to 0.53 to 0.55 in 2010). The intensity of vulnerability and the Adjusted Headcount Ratio also present substantial increases in 2040 compared to 2010. While the average intensity-adjusted multidimensional vulnerability (M_0) increases from 0.35 to 0.36 in 2010 – a 3.1% change, in 2040 it increases from 0.35 to 0.48 – a 39.8% change.

Table 4 shows the climate impacts on the MVI, both overall and for each indicator. Results show that vulnerability after climate impacts increases for all indicators. Health indicators – particularly dengue rates – would present the greatest impact on regions, with vulnerability due to climate impacts increasing to around 190% in 2040. Some economic indicators also show a substantial increase in susceptibility due to the climate impact. Vulnerability due to a decline in GRP after a climate shock, for instance, would increase from 9% in 2010 to 38% in 2040.

TABLE 4
Percentage change in vulnerability (overall and censored by indicator) before and after climate impact (vulnerability cutoff = 50%)
State of Minas Gerais – 2010-2040

Indicators	2010	2020	2030	2040
Economic dimension				
Average annual gross regional product (% variation in the 5-year period)	9.4	14.3	25.9	38.2
Average annual employment (% variation in the 5-year period)	-3.0	13.3	10.3	14.3
Average annual household consumption (% variation in the 5-year period)	3.0	20.0	27.6	34.3
Demographic dimension				
Total dependency ratio	0.0	4.0	13.3	28.6
Expected education	7.1	21.4	0.0	21.1
% of households with proper sanitation	4.2	16.7	11.1	18.8
Health dimension				
Average prevalence rate of dengue	20.0	88.9	122.2	190.9
Average prevalence rate of respiratory diseases	0.0	42.9	40.0	46.7
Average prevalence rate of infectious diseases	6.7	50.0	60.0	93.8
Institutional dimension				
Government transfers support ratio	-4.0	4.5	9.1	29.2
Proportion of municipalities with risk management plan	4.8	26.3	31.6	28.0
Total	3.1	21.5	25.9	39.8

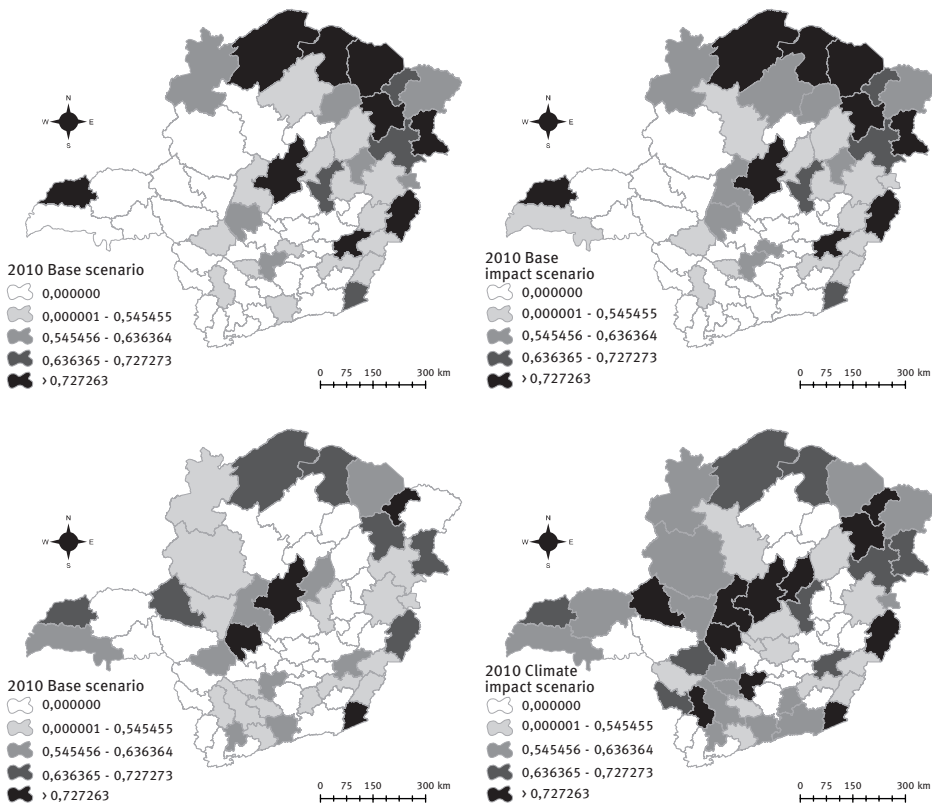
Source: Based on: IBGE (Estimativas de População 2015); Brazil/Ministério da Saúde (SIH/SUS, 2005-2010b); Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos/Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – CPTEC/Inpe.

In order to determine the relative contribution of each indicator to overall multidimensional vulnerability before and after the climate impact, we decompose M_0 by indicator and estimate the proportion of M_0 due to each indicator. As shown before, economic factors are the main contributor to overall vulnerability in 2010 (baseline and after climate impact), followed by demographic factors. In 2040, economic factors would still unambiguously be the major contributors to overall vulnerability in Minas Gerais, before and after the climate impact. Health indicators, while contributing the least (among dimensions) to overall vulnerability in 2010, could displace the demographic factors as the second most important components in 2040 if

the climate impact occurred. Overall, while institutional and demographic dimensions would maintain their contribution to vulnerability as approximately stable over time, the opposite would be observed for the economic and health dimensions. This is also a consequence of our modelling strategy: while in the first case, vulnerability reflects a trend in the demographic and institutional scenarios, in the second case this susceptibility also reflects a climate impact scenario, acting synergistically to increase the vulnerability of regions.

Finally, we analyse the spatial distribution of vulnerable regions before and after climate impacts between 2010 and 2040 (Figure 4). We use the measure of vulnerability intensity built from the multidimensional index (with zero indicating no vulnerability at all, and one indicating extreme vulnerability). Besides the heterogeneous intensity of vulnerability across regions, an overall vulnerability increase after the climate impact can be seen at each period and over time. In 2040, some regions remain deeply vulnerable (particularly in the North and Northeast), while others become vulnerable in 2040, after the climate impact (in the West/Northwest and South).

FIGURE 4
Spatial distribution of vulnerability intensity for regions
State of Minas Gerais – 2010-2040



Source: Based on: IBGE (Estimativas de População 2015); Brazil/Ministério da Saúde (SIH/SUS, 2005-2010b); Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos/Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – CPTEC/Inpe.

Discussion and concluding remarks

Climate change has brought new challenges to the management of risks and reduction of vulnerability around the world. Scientific consensus on temperature and rainfall variability increases in the next decades have prompted a series of multilateral efforts to negotiate mitigation initiatives, such as the reduction in greenhouse gas emissions and subsidies for pro-environmental consumption. Most of these international agreements, however, have proved less than effective in promoting actual and timely change (DIETZ et al., 2003; WALKER et al., 2009).

Multi-country aid and political organizations, such as the UN and World Bank, have shifted their approach away from mitigation towards resilience strategies. This new focus on how to deal with the social impacts of climate change has a Social Protection (SP) paradigm as a central piece in creating adaptation in the short run and resilience in the long run. The main objective of climate-responsive SP is to minimize the vulnerability of people and places and to increase equity in the defence capacity (KURIAKOSE et al., 2013). Although a long list of desired institutional design features must be met by many of these frameworks, two of them are of particular interest for the type of analysis performed in this study: (1) the development of targeting schemes, such as a social profiling of vulnerability and the geographic distribution of climate related vulnerability; and (2) investments in livelihoods and social infrastructures that build resilience.

This article investigates the spatial distribution and temporal evolution of population vulnerability to climate change in 66 regions in the state of Minas Gerais, Brazil. By focusing on multiple key dimensions of population-based vulnerability – such as health, economy, institutional capacity, social protection, and demography – we were able to estimate when, where, and how vulnerability to climate shocks would evolve in the next decades, given the unfolding demographic, epidemiological, and urban transitions, and the underlying development scenarios in Brazil.

Minas Gerais is a particularly interesting setting for understanding how climate change would influence population vulnerability because it hosts a unique portfolio of geophysical areas, as well as high levels of social heterogeneity, mirroring the biotic and socioeconomic structure of Brazil.

Our simulated results suggest that while the largest proportion of overall vulnerability would be explained by the climate impact on economic indicators, health would be the dimension with the highest contribution increase over time after a climate shock. The expressive increase in dengue, infectious, and respiratory diseases due to climate change may act in a synergic way with the persistence of an incomplete urban and epidemiological transition to define future vulnerability scenarios. This has important implications for public health initiatives regarding, for example, better water and sanitation systems, and the control of vectors such as the *Aedes Egipty* (transmitter of dengue) which reproduces at higher temperatures and where infrastructure is precarious. Morin et al (2013) suggest

that the climate impact on dengue transmission is quite complex. However the authors argue that precipitation and temperature would provide adequate conditions for immature habitats, fostering vector development, survival and reproduction. Ultimately, the increase in vector reproduction would lead to higher probabilities of dengue transmission.

The variability in demographic scenarios due to climate impacts were not considered here, yet it is unlikely that these feedbacks are significant in the short run, since they may first affect the economic and health indicators. As suggested by our findings, climate-induced deprivation would likely be more diffuse 30 years from now, reaching areas where vulnerability would not exist if a climate shock had been avoided. In addition, as predicted by the SP systems approach, areas with the lowest levels of social (government transfers) and institutional (contingency plan for natural hazards) protection are also the places most affected by climate-related impacts on health and the economy.

We believe that our empirical simulations and spatial profiling of impacts may be useful as an exercise to provide insights about potential consequences of climate change on population vulnerability. Despite the large degree of uncertainty inherent to socioeconomic and demographic scenarios, and the assumption of a constant technology in the agriculture and health sectors, our results suggest that the multifaceted nature of vulnerability requires adaptation strategies that include the development of long-term policies able to tackle the incomplete population transitions. Once again, social and institutional building capacity might be one of the most solid and politically feasible courses of action to promote resilience and minimize adverse consequences of climate shocks in the decades to come.

To be effective, meaningful and sustainable, policies should acknowledge differences between the short and long term, as well as the long-lasting impacts of climate variations, such as direct impacts to the economy. In this sense, Hultman and Bozmoski (2006) suggest that three factors would help reduce vulnerability while facilitating adaptation: a) the decentralization of decision-making authority, moving towards more disaggregated (local and regional) levels; b) the expansion of protection mechanisms against environmental degradation; and c) the transfer or diversification of the risk over time, space, and different institutions. Some of these features were incorporated into our analysis; others were omitted due to data limitations. In this study, we were able to include the impact of differential wage rates on labour migration for the 66 regions being examined. However, examples of feedback still to be explored are: i) the impact of age-selective out-migration, as measured by the economic model, on increasing dependency ratios; and, ii) feedback between increasing morbidity and hospitalization rates and their consequences on labour productivity and, consequently, on the performance of economic indicators.

It is also worth noting that our model provides limited analysis on how climate impacts health. Because we did not have projected data for all variables used in the health model, the final impact was derived from a simple counter-factual analysis keeping all the independent variables steady held at the base scenario. It is impossible to anticipate the direction and

magnitude of the bias introduced by our methodological strategy since feedback effects among the variables, health and climate included, could go in any direction.

Our simulations are a first step towards understanding and explicitly modelling population-based heterogeneity, but further refinements in the future will allow us to incorporate estimates at the municipality level, particularly in regions characterized by higher internal heterogeneity in terms of vulnerability. These are the political and administrative units that design and implement most adaptive policies, since they require the knowledge of a conjunction of local political, social, economic, institutional, and environmental specificities. Thus, multi-level analysis seems to be a promising venue by which vulnerability mapping should be constructed and monitored.

References

- ALKIRE, S.; FOSTER, J. E. Counting and multidimensional poverty measurement. *Journal of Public Economics*, v. 95, n. 7-8, p. 476-487, 2011.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde (SAS). **Sistema de Informação de Agravos de Notificação (Sinan)**. Brasília, 2005-2010a.
- _____. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde (SAS). **Sistema de Informações Hospitalares do SUS (SIH/SUS)**. Brasília, 2005-2010b.
- _____. **Informações de saúde, demográficas e socioeconômicas**. Brasília: Datasus, 2010.
- _____. **Informações de saúde, demográficas e socioeconômicas**. Brasília: Datasus, 2009.
- BARBIERI, A. F.; DOMINGUES, E. P.; QUEIROZ, B.; RUIZ, R.; RIGOTTI, J. I.; CARVALHO, J. A.; RESENDE, M. F. Climate change and population migration in Brazil's Northeast: scenarios for 2025-2050. *Population and Environment*, v. 31, n. 5, p. 344-370, 2010.
- BECK, U. **Risk society: towards a new modernity**. New Delhi: Sage, 1992. (Translated from the German Risikogesellschaft, 1986).
- BOSELLO, F.; ROSON, R.; TOL, R. S. J. Economy-wide estimates of the implications of climate change: human health. *Ecological Economics*, v. 58, n. 3, p. 579-591, 2006.
- BOURGUIGNON, F.; CHAKRAVARTY, S. R. The Measurement of multidimensional poverty. *The Journal of Economic Inequality*, v. 1, n. 1, p. 25-49, 2003.
- CHOU, S. C.; MARENGO, J. A.; LYRA, A.; SUEIRO, G.; PESQUERO, J.; ALVES, L. M.; KAY, G.; BETTS, R.; CHAGAS, D.; GOMES, J. L.; BUSTAMANTE, J.; TAVARES, P. Downscaling of South America present climate driven by 4-member HadCM3 Runs. *Climate Dynamics*, v. 38, n. 3-4, p. 635-653, 2011.
- CONFALONIERI, U. E.; BARATA, M. **Avaliação da vulnerabilidade municipal no estado do Rio de Janeiro às mudanças climáticas**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2011.
- CUTTER, S. L. Societal responses to environmental hazards. *International Social Science Journal*, v. 48, n. 150, p. 525-536, 1996.
- DERESSA, T. T. et al. Determinants of farmers' choice of adaptation methods to climate change in the Nile Basin of Ethiopia. *Global Environmental Change*, v. 19, n. 2, p. 248-255, 2009.
- DESSAI, S.; HULME, M. Assessing the robustness of adaptation decisions to climate change uncertainties: a case study on water resources management in the East of England. *Global Environmental Change*, v. 17, n. 1, p. 59-72, 2007.

DEUTSCH, J.; SILBER, J. Measuring multidimensional poverty: an empirical comparison of various approaches. **Review of Income and Wealth**, v. 51, n. 1, p. 145-174, 2005.

DIETZ, T.; OSTROM, E.; STERN, P. C. The struggle to govern the commons. **Science**, v. 302, n. 5652, p. 1907-1912, 2003.

DUCHESNE, L. Proyecciones de población por sexo e edad para áreas intermedias e menores: metodo "relación de cohortes". In: GRAMADOS, M. P. (Org.). **Metodos para proyecciones subnacionales de población**. Bogotá: Centro Latinoamericano de Demografía (Celade), 1989. p. 71-126.

DYSON, T. On development, demography and climate change: the end of the world as we know it? **Population and Environment**, v. 27, n. 2, p. 117-149, 2006.

FIELD, C.; BARROS, V.; STOCKER, T.; QIN, D.; DOKKEN, D.; EBI, K.; MASTRANDREA, M.; MACH, K.; PLATTNER, G.-K.; ALLEN, S.; TIGNOR, M.; MIDGLEY, P. (Eds.). **Intergovernmental panel on climate change special report on managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation**. Cambridge and New York: Cambridge University Press, 2011.

FÜSSEL, H. M.; KLEIN, R. J. Climate change vulnerability assessments: an evolution of conceptual thinking. **Climatic Change**, v. 75, n. 3, p. 301-329, 2006.

HALLEGATTE, S. Strategies to adapt to an uncertain climate change. **Global Environmental Change**, v. 19, n. 2, p. 240-247, 2009.

HAJAT, S. et al. Climate change effects on human health: projections of temperature-related mortality for the UK during the 2020s, 2050s and 2080s. **Journal of Epidemiology and Community Health**, v. 68, n. 7, p. 641-648, 2014.

HEDENUS, F.; WIRSENIUS, S.; JOHANSSON, D. J. A. The importance of reduced meat and dairy consumption for meeting stringent climate change targets. **Climatic change**, v. 124, n. 1-2, p. 79-91, 2014.

HELTBERG, R.; SIEGEL, P.; JORGENSEN, S. Addressing human vulnerability to climate change: toward a "no-regrets" approach". **Global Environmental Change**, v. 19, n. 1, p. 89-99, 2009.

HORRIDGE, M.; MADDEN, J.; WITTEW, G. The impact of the 2002-2003 drought on Australia. **Journal of Policy Modeling**, v. 27, n. 3, p. 285-308, 2005.

HULTMAN, N. E.; BOZMOSKI, A. S. The changing face of normal disaster: risk, resilience, and natural security in a changing climate. **Journal of International Affairs**, v. 59, n. 2, p. 25-41, 2006.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010**. Rio de Janeiro, 2010.

_____. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD)**. Rio de Janeiro, 2000-2008.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos/Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – CPTEC/Inpe. Rio de Janeiro, 2005-2010.

JIANG, L.; HARDEE, K. How do recent population trends matter to climate change? **Population Research and Policy Review**, v. 30, n. 2, p. 287-312, 2011.

KURIAKOSE, A. T.; HELTBERG, R.; WISEMAN, W.; COSTELLA, C.; CIPRYK, R.; CORNELIUS, S. Climate-responsive social protection. **Development Policy Review**, v. 31, n. 2, p. 19-34, 2013.

LEE, R. The outlook for population growth. **Science**, v. 333, n. 6042, p. 569-573, 2011.

_____. The demographic transition: three centuries of fundamental change. **The Journal of Economic Perspectives**, v. 17, n. 4, p. 167-190, 2003.

MARENGO, J. A.; CHOU, S. C.; KAY, G.; ALVES, L.; PESQUERO, J. F.; SOARES, W. R.; SANTOS, D. C.; LYRA, A. A.; SUEIRO, G.; BETTS, R.; CHAGAS, D. J.; GOMES, J. L.; BUSTAMANTE, J. F.; TAVARES, P.

Development of regional future climate change scenarios in South America using the ETA CPTEC/HadCM3 climate change projections: climatology and regional analyses for the Amazon, São Francisco and the Parana River basins. **Climate Dynamics**, v. 38, n. 9-10, p. 1829-1848, 2012.

McGRANAHAN, G.; BALK, D.; ANDERSON, B. The rising tide: assessing the risks of climate change and human settlements in low elevation coastal zones. **Environment and Urbanization**, v. 19, n. 1, p. 17-37, 2007.

McLEMAN, R. Impacts of population change on vulnerability and the capacity to adapt to climate change and variability: a typology based on lessons from "a hard country". **Population and Environment**, v. 31, n. 5, p. 286-316, 2010.

McLEMAN, R.; SMIT, B. Migration as an adaptation to climate change. **Climatic Change**, v. 76, n. 1-2, p. 31-53, 2006.

MILLER, T.; MASON, C.; HOLZ, M. The fiscal impact of demographic change in ten Latin American countries: projecting public expenditures in education, health, and pensions. In: COETLEAR, D. (Ed.). **Population aging: is Latin America ready?** Washington, DC: The World Bank, 2010. p. 233-272.

NERI, M. C.; MELO, L. C. C.; SACRAMENTO, S. R.; NERI, A. L.; CALCADA, A. L.; SCHARTH, P.; MOREIRA, L. **Trata Brasil: impactos sociais da falta de saneamento nas principais cidades brasileiras**. Rio de Janeiro: FGV/Ibre, 2009.

O'BRIEN, K. L.; LEICHENKO, R. M. Double exposure: assessing the impacts of climate change within the context of economic globalization. **Global Environmental Change**, v. 10, n. 3, p. 221-232, 2000.

OMRAN, A. R. The epidemiological transition: a theory of the epidemiology of population change. **The Milbank Quarterly**, v. 83, n.4, p. 731-57, 2005.

O'NEIL, B.; DALTON, M.; FUCHS, R.; JIANG, L.; PACHAURI, S.; ZIGOVA, K. Global demographic trends and future carbon emissions. **Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)**, v. 107, n. 41, p. 17521-17526, 2010.

PATTANAYAK, K.; ROSSY, M. T.; DEPROZ, B. M.; BAUCH, S. C.; TIMMINS, C.; WENDLANDZZ, K. J.; ALGERX, K. Climate change and conservation in Brazil: CGE evaluation of health and wealth impacts. **The B.E. Journal of Economic Analysis and Policy**, v. 9, n. 2, p. 1-42, 2009.

PETER, W. W.; HORRIDGE, M.; MEGUER, G. A.; NAVQUI, F.; PARMENTER, B. R. **The theoretical structure of MONASH-MRF**. Center of Policy Studies and the Impact Project. April, 1986 (Working paper, n. OP-85). Available via Monash University: <<http://www.monash.edu.au/policy>>. Accessed: 12 Jul. 2010.

PIDGEON, N.; KASPERSON, R. E.; SLOVIC, P. (Eds.). **The social amplification of risk**. Cambridge University Press, 2003.

PRATA, P. R. The epidemiologic transition in Brazil. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 8, n. 2, p. 168-175, 1992.

QUEIROZ, B. L.; FIGOLI, M. G. B. **Population aging and the rising costs of public pension in Brazil**. Belo Horizonte: Cedeplar/UFMG, 2011. (Texto para discussão, n. 438). Available at: <<http://www.cedeplar.ufmg.br/pesquisas/td/TD%20438.pdf>>. Accessed: 1 Sep. 2011.

QUEIROZ, B. L.; TURRA, C. M. **Window of opportunity: socioeconomic consequences of demographic changes in Brazil**. Washington, DC: National Technical Association (NTA), 2010. Available at: <<http://www.ntaacounts.org>>. Accessed: 1 Sept. 2011.

REZENDE, S.; WAJNMAN, S.; CARVALHO, J. A. M.; HELLER, L. Integrando oferta e demanda de serviços de saneamento: análise hierárquica do panorama urbano brasileiro no ano 2000. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 12, n. 1, p. 90-101, 2007.

RIGOTTI, J. I. R.; SAWYER, D. O.; SOUZA, L. R.; RODRIGUES, C. C. **A re-examination of the expected years of schooling: what can it tell us?** Brasília: International Policy Centre for Inclusive Growth (IPC-IG), 2013 (IPC working paper, n. 117).

SAINI, C. C. S.; MENEZES, R. T.; TONETO JÚNIOR, R. Desestatização do abastecimento de água no Brasil: efeitos sobre o acesso e a desigualdade de acesso. 37th BRAZILIAN ECONOMICS MEETING, 2011. **Proceedings...** Rio de Janeiro: Anpec, 2011. Available at: <<http://www.anpec.org.br/encontro2009/inscricao.on/arquivos/000-efbd13128f371a7c7b79b4c0b1e4ba20.pdf>>. Accessed: 20 Jan. 2012.

SCHRAMM, J. M. D. A.; OLIVEIRA, A. F. D.; LEITE, I. D. C.; VALENTE, J. G.; GADELHA, Â. M. J.; PORTELA, M. C.; CAMPOS, M. R. Epidemiological transition and the study of burden of disease in Brazil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 9, n. 4, p. 897-908, 2004.

SLOVIC, P. E. **The perception of risk**. Earthscan Publications, 2000.

SUFRAMA – Superintendência da Zona Franca de Manaus. Disponível em: <<http://www.suframa.gov.br>> Acesso em março de 2009.

TACOLI, C. Crisis or adaptation? Migration and climate change in a context of high mobility. **Environment and Urbanization**, v. 21, n. 2, p. 513-525, 2009.

TIMMINS, C. **Health and climate change in the developing world: the impact of global warming on Brazilian morbidity patterns**. New Haven, CT: Yale University, 2003 (Working paper).

VANWEY, L. K.; HULL, J. R.; GUEDES, G. R. Capitals and context: bridging health and livelihoods in smallholder frontiers. In: KING, B.; CREWS, K. A. (Org.). **Ecologies and politics of health**. 1st ed. Boca Raton, FL, USA: Routledge, 2012, p. 33-54.

VÖRÖSMARTY, C. J.; GREEN, P.; SALISBURY, J.; LAMMERS, R. B. Global water resources: vulnerability from climate change and population growth. **Science**, v. 289, n. 5477, p. 284, 2000.

WALKER, B.; BARRETT, S.; POLASKY, S.; GALAZ, V.; FOLKE, C.; ENGSTROM, G.; DE ZEEUW, A. Looming global-scale failures and missing institutions. **Science**, v. 325, n. 5946, p. 1345-1346, 2009.

WILSON, S.; HUTSON, M.; MUJAHID, M. How planning and zoning contribute to inequitable development, neighborhood health, and environmental injustice. **Environmental Justice**, v. 1, n. 4, p. 211-216, 2008.

WORLD BANK. **The growth report: strategies for sustained growth and inclusive development**. World Bank Publications, 2008.

ZAGHENI, E. The leverage of demographic dynamics on carbon dioxide emissions: does age structure matter? **Demography**, v. 48, n. 1, p. 371-399, 2011.

ZAGHENI, E. The demographic dimension of climate change. In: KAHRAMAN, E.; BAIG, A. (Org.). **Environmentalism, environmental strategies, and environmental sustainability**. Hauppauge, NY: Nova Science Publishers, 2009.

ZELINSKY, W. The hypothesis of the mobility transition. **The Geographical Review**, v. 61, n. 2, p. 219-249, 1971.

About the authors

Alisson Flávio Barbieri has a Ph.D. in City and Regional Planning, University of North Carolina at Chapel Hill (2005). Associate Professor of Demography and Core Faculty of the Center for Development and Regional Planning (CEDEPLAR) – Federal University of Minas Gerais.

Gilvan Ramalho Guedes has a Ph.D. in Demography, Federal University of Minas Gerais (2010). Associate Professor of Demography and Core Faculty of the Center for Development and Regional Planning (CEDEPLAR). Head – Socioenvironmental Sciences – Federal University of Minas Gerais.

Kenya V. M. S. Noronha has a Ph.D. in Economics, Federal University of Minas Gerais (2005). Associate Professor of Economics and Core Faculty of the Center for Development and Regional Planning (CEDEPLAR) – Federal University of Minas Gerais.

Bernardo Lanza Queiroz has a Ph.D. in Demography - University of California at Berkeley (2005). Associate Professor of Demography and Core Faculty of the Center for Development and Regional Planning (CEDEPLAR). Head – Actuarial Sciences – Federal University of Minas Gerais.

Edson Domingues has a Ph.D. in Economics – São Paulo University (2002). Associate Professor of Economics and Core Faculty of the Center for Development and Regional Planning (CEDEPLAR). Head – Department of Economics – Federal University of Minas Gerais.

José Irineu Rigotti has a Ph.D. in Demography – Federal University of Minas Gerais (1999). Associate Professor of Demography and Core Faculty of the Center for Development and Regional Planning (CEDEPLAR). Chair – Graduate Program in Demography – Federal University of Minas Gerais.

Gláucia P. da Costa has a Ph.D. candidate in Economics – Federal University of Minas Gerais. Visiting scholar at the Regional Economics Applications Laboratory (REAL) – University of Illinois at Urbana-Champaign (EUA).

Flávia Chein has a Ph.D. in Economics – Federal University of Minas Gerais. Associate Professor of Economics – Federal University of Juiz de Fora.

Franisisco Cortezzi is a Ph.D. candidate in Geography – Université Paris IV – Sorbonne.

Ulisses E. Confalonieri has a Ph.D. in Public Health and Epidemiology – Rural Federal University of Rio de Janeiro. Full professor (retired) – Fluminense Federal University.

Kênia de Souza has a Ph.D. in Economics – Federal University of Minas Gerais (2015). Adjunct Professor – Center for Development and Regional Planning (CEDEPLAR) – Federal University of Minas Gerais.

Contact address

Alisson Flávio Barbieri

Faculdade de Ciências Econômicas – Universidade Federal de Minas Gerais

Av. Antônio Carlos, 6627 – Pampulha

30270-901 – Belo Horizonte-MG, Brazil

Resumo

Transições populacionais e mudança de temperatura em Minas Gerais, Brasil: uma abordagem multidimensional

As mudanças climáticas exacerbarão, nas próximas décadas, a vulnerabilidade de populações, lugares e pessoas ao redor do mundo, especialmente nos países em desenvolvimento. Este artigo investiga cenários hipotéticos futuros de vulnerabilidade às mudanças climáticas para os próximos 30 anos, em 66 microrregiões do Estado de Minas Gerais. Com base no Índice de Alkire e Foster, são integradas as dimensões simuladas e projetadas de vulnerabilidade populacional em um indicador multidimensional, o qual mostra como cenários de mudanças

de temperatura afetariam a vulnerabilidade relativa de cada região no futuro. Os resultados sugerem que as dimensões econômica e de saúde são as maiores contribuintes para o aumento da vulnerabilidade relacionada às alterações na temperatura média, com as regiões mais pobres e voltadas ao agronegócio constituindo as mais afetadas em cenários futuros.

Palavras-chave: Mudança climática. Vulnerabilidade populacional. Transições populacionais. Índice multidimensional. Minas Gerais.

Resumen

Transiciones poblacionales y cambio de temperatura en Minas Gerais, Brasil: un abordaje multidimensional

En las próximas décadas, el cambio climático exacerbará la vulnerabilidad de las poblaciones alrededor del mundo, especialmente en los países en desarrollo. En este artículo se investigan escenarios hipotéticos futuros de vulnerabilidad frente al cambio climático para los próximos 30 años en 66 microrregiones del estado de Minas Gerais. Sobre la base del Índice de Alkire y Foster, se integran en un indicador multidimensional las dimensiones simuladas y proyectadas de vulnerabilidad poblacional, mostrando cómo los escenarios de cambios de temperatura afectarían la vulnerabilidad relativa de cada región en el futuro. Los resultados sugieren que las dimensiones económica y de salud son las que más contribuyen en el aumento de la vulnerabilidad relacionada con las alteraciones de la temperatura media, y que las regiones más pobres y volcadas al agronegocio constituirán las más afectadas en estos escenarios futuros.

Palabras clave: Cambio climático. Vulnerabilidad poblacional. Transiciones poblacionales. Índice multidimensional. Minas Gerais.

Received for publication in 31/07/2015

Recommended for publication in 18/10/2015

Accepted for publication in 12/11/2015

Projeção da mortalidade e internações hospitalares na rede pública de saúde atribuíveis à poluição atmosférica no Estado de São Paulo entre 2012 e 2030

Cristina Guimarães Rodrigues*
Evangelina da Motta Pacheco Araújo Vormittag**
Julia Affonso Cavalcante***
Paulo Hilário Nascimento Saldiva****

No Brasil, os padrões nacionais de qualidade do ar são da década de 1990, desatualizados em relação aos internacionais, o que dificulta um controle eficaz dos níveis de poluição e contribui para a continuidade de mortes e internações. A fim de quantificar o montante de desfechos desfavoráveis de saúde em decorrência da concentração de material particulado no Estado de São Paulo, esse trabalho tem como objetivo realizar projeções de mortes, internações e gastos com internações públicas atribuíveis à poluição atmosférica, para o período de 2012 a 2030. Para isso foram considerados distintos cenários de poluição por material particulado fino (MP_{2,5}), tomando-se como referência o ano-base 2011. Os resultados mostram que, mantendo o mesmo nível de poluição observado em 2011, haverá um total de mais de 246 mil óbitos por todas as causas entre 2012 e 2030, cerca de 953 mil internações hospitalares públicas e um gasto público estimado em internações de mais de R\$ 1,6 bilhão. A magnitude dos resultados aponta para a necessidade de implementação de medidas mais rigorosas para o controle da poluição do ar, formas alternativas de energia limpa de transporte, entre outras ações, como forma de reduzir os danos à saúde da população e os gastos governamentais.

Palavras-chave: Poluição do ar. Saúde pública. Estado de São Paulo. Material particulado.

* Fundação Instituto de Pesquisas Contábeis, Atuariais e Financeiras (Fipecafi), São Paulo-SP, Brasil (guimaraes.cristina@gmail.com).

** Instituto Saúde e Sustentabilidade, São Paulo-SP, Brasil (vanjav@saudeesustentabilidade.org.br).

*** Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, da Universidade de São Paulo (FFLCH/USP), São Paulo-SP, Brasil (julia.affonsoc@gmail.com).

**** Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (USP), São Paulo-SP, Brasil (pepino@usp.br).

Introdução

Nas duas últimas décadas tem havido um intenso debate mundial sobre as questões socioambientais e as externalidades negativas provenientes das atividades antrópicas que provocam a diminuição da qualidade de vida, principalmente, nas cidades. Entre os desequilíbrios urbano-ambientais da contemporaneidade que atingem a saúde humana, está a poluição atmosférica. A literatura mundial tem corroborado o fato de a variação tóxica dos poluentes no ambiente afetar a saúde de diferentes maneiras e níveis de gravidade. Por exemplo, a poluição do ar está relacionada à redução da expectativa de vida e ao aumento do risco de arritmias e infarto agudo do miocárdio, bronquite crônica e asma, doenças pulmonares obstrutivas crônicas (DPOC), obesidade, câncer do pulmão e depressão (DOCKERY et al., 1993; SALDIVA et al., 1995; POPE et al., 1995, 2002; BRAGA et al., 2001; CONCEIÇÃO et al., 2001; ANDERSON et al., 2004; FARHAT et al., 2005; PETERS, 2005; CANÇADO et al., 2006; LADEN et al., 2006; WHO, 2006; POPE; DOCKERY, 2006; NASCIMENTO et al., 2006; ULIRSCH et al., 2007; CAREY et al., 2013; DOMINICI et al., 2002).

Os grupos populacionais mais suscetíveis aos efeitos tóxicos da poluição do ar são crianças abaixo de cinco anos de idade, idosos e indivíduos portadores de doenças crônicas. As crianças, por exemplo, já estão submetidas aos efeitos adversos da poluição atmosférica antes mesmo de nascer. Estudos mostram que o aumento nos níveis de poluição atmosférica está associado ao crescimento no risco de mortalidade infantil (RITZ; WILHELM; ZHAO, 2006) e déficits no desenvolvimento pulmonar (SOFER et al., 2013) e ao aumento no acesso aos serviços de saúde em decorrência de doenças respiratórias como asma (McCORMACK et al., 2011). No Brasil, alguns estudos demonstram o retardo do crescimento intrauterino, menor peso ao nascer e maior mortalidade intrauterina e neonatal (PEREIRA et al., 1998; LIN et al., 2004; MEDEIROS et al., 2005).

A severidade dos efeitos da poluição sobre a saúde dos idosos decorre da fragilidade do sistema imunológico com o avanço da idade. Em geral, estudos mostram que a poluição atmosférica, principalmente aquela relacionada ao material particulado, está associada ao aumento da mortalidade em idosos e à maior frequência de internações hospitalares por problemas cardiovasculares e respiratórios por asma e DPOC (DOMINICI et al., 2002; WELLENIUS; SCHWARTZ; MITTLEMAN, 2006; BELL et al., 2006; BENTAYEB et al., 2012). Um dos maiores estudos realizados no Brasil a respeito do efeito da poluição sobre a saúde dos idosos foi desenvolvido por Saldiva et al. (1995). Este estudo procurou mostrar o efeito do aumento do material particulado sobre a mortalidade de pessoas com mais de 65 anos de idade, na Região Metropolitana de São Paulo. O estudo constatou que a elevação em $10\text{mg}/\text{m}^3$ de material particulado estava associada a um crescimento na mortalidade geral de idosos em mais de 13%, mostrando que a poluição do ar tem efeito significativo sobre a mortalidade de pessoas idosas.

Nesse contexto, o objetivo do presente trabalho é contribuir para o debate acerca dos efeitos da poluição atmosférica – especificamente o material particulado $\text{MP}_{2,5}$ – sobre

mortes, internações e custos da rede pública de saúde no Estado de São Paulo em uma perspectiva temporal. Os resultados apresentados têm como finalidade informar o gestor público o quanto se perde em vidas, saúde e recursos públicos ao adiar medidas que contribuam para a melhoria da qualidade do ar.

Material particulado e saúde

A Organização Mundial da Saúde (OMS) lista uma série de componentes tóxicos para a saúde relacionados à poluição do ar. Estes componentes podem tanto ser emitidos para a atmosfera, como dióxido de enxofre, monóxido de carbono e óxido de nitrogênio, quanto formados a partir de reações químicas, a exemplo do ozônio e material particulado (WHO, 2006).

Um dos poluentes com maior efeito sobre a saúde é o material particulado, que corresponde a uma mistura de componentes sólidos e líquidos que podem variar na composição, tamanho e de acordo com a fonte de emissão e condições meteorológicas presentes no ambiente. As partículas inaláveis, que possuem maior impacto sobre a saúde humana, podem ser definidas de maneira simplificada como MP_{10} (partículas inaláveis), aquelas cujo diâmetro aerodinâmico é menor que 10 μm , e $MP_{2,5}$ (partículas inaláveis finas), que possuem diâmetro aerodinâmico inferior a 2,5 μm . O tamanho da partícula possui relação inversamente proporcional ao potencial de deposição no trato respiratório e os efeitos à saúde associados. Ou seja, partículas maiores podem ficar retidas na parte superior do sistema respiratório, enquanto as menores, o $MP_{2,5}$, atingem as vias respiratórias inferiores, podem alcançar os alvéolos e possuem a característica de transportar gases absorvidos em sua superfície até onde ocorre a troca gasosa nos pulmões (BRUNEKREEF; HOLGATE, 2002; LADEN et al., 2006).

Assim, a poluição por $MP_{2,5}$ tornou-se um importante fator de risco para estudos epidemiológicos em saúde, uma vez que possuem as associações causais mais robustas entre a exposição de longo prazo ao poluente e a redução da expectativa de vida (DOCKERY et al., 1993; LIPFERT, 1984; POPE et al., 1995). O Global Burden of Disease, programa global de pesquisa investigativa da OMS que avalia a mortalidade e incapacidade por doenças graves, lesões e fatores de risco, estabeleceu em 2010 a poluição atmosférica por material particulado fino como o sexto maior fator de risco para a mortalidade prematura global. Para efeito de comparação, a carga da doença atribuída ao $MP_{2,5}$ é maior do que outras ameaças à saúde global bem reconhecidas, tais como malária e HIV-AIDS combinadas (APTE et al., 2015; IHME, 2012).

A Agência Internacional de Pesquisas sobre o Câncer (IARC), vinculada à Organização Mundial de Saúde (OMS), anunciou, em 2013, a classificação da poluição do ar exterior (*outdoor*) e do poluente material particulado como substâncias carcinogênicas do Grupo I. Isso significa que o risco de desenvolver câncer de pulmão ou bexiga é significativamente maior em pessoas expostas à poluição atmosférica (IARC, 2013). Revisões sistemáticas sobre o efeito do material particulado e câncer de pulmão foram realizadas a partir do relatório do IARC para corroborar os efeitos nocivos da poluição sobre essa doença (HAMRA et al.,

2014). Além disso, em 2015, a OMS divulgou a perda precoce de cerca de oito milhões de vidas no mundo pela poluição do ar. Desses, cerca de 3,7 milhões deveram-se à poluição do ar externa, o que representa 46% de todas as fontes de poluentes relacionadas ao ar. Reconhecendo-a como uma ameaça cada vez maior à saúde pública global, em relatório oficial da 68ª Assembleia Mundial da Saúde, em maio de 2015, a OMS concluiu que a redução da poluição atmosférica pode se tornar um indicador sanitário das políticas dos objetivos do desenvolvimento sustentável pós-2015 (WHO, 2015). Neste documento, a OMS solicita aos países-membro que tomem medidas emergenciais de controle efetivo da poluição, uma vez que a poluição do ar passa a ser líder ambiental para riscos em saúde.

Diretrizes globais sobre poluição do ar e legislação nacional

Os padrões de poluição do ar definidos pela OMS, em 2005, são orientadores para a criação de padrões regionais do nível de poluentes. Para a concentração de $MP_{2,5}$, é estabelecido como critério aceitável – o menor efeito sobre a saúde – o máximo de $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ anual e $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de média diária (WHO, 2006), mas os países podem adotar distintos padrões, que variam de acordo com as especificidades locais. Nos Estados Unidos, por exemplo, a Environmental Protection Agency (EPA), responsável pela proteção ambiental, define um nível máximo de $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ como as médias anuais e diárias de $MP_{2,5}$ (EPA, 2013). A European Environmental Agency (EEA) fixa como padrão máximo a média anual de $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de $MP_{2,5}$, e não estabelece padrões diários de emissão de poluentes.

Vahlsing e Smith (2012) realizaram uma revisão global sobre os padrões de qualidade de ar para MP_{10} , por meio de questionários aplicados em 96 países, que representam 84% da população no mundo, mostrando que 72% deles possuíam padrão de medida diária para MP_{10} . A média do valor diário do padrão encontrada entre os países foi $98 \mu\text{g}/\text{m}^3$, bem acima do preconizado pela OMS ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e, no Brasil, abaixo do padrão estabelecido em 1990, pela Resolução Conama 03/90, de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Além disso, o Brasil é tido como o penúltimo país a ter alterado o padrão, na década de 1990, comparado aos outros países que vêm estabelecendo a atualização de seus padrões desde então (VAHLSING; SMITH, 2012). A Resolução, estabelecida há 25 anos, apenas fixa o limite para MP_{10} . Em 2013, o Conselho Estadual do Meio Ambiente do Estado de São Paulo (Consema) definiu novos critérios para MP_{10} e estabeleceu o padrão para $MP_{2,5}$, até então inexistente no Brasil. O Decreto n. 59.113/2013 estabelece os limites anual e diário para concentração de $MP_{2,5}$ em $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente.

Em 2014, o Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) implementou um grupo de trabalho para a revisão da Resolução Conama 03/90 (BRASIL, 1990). A proposta desse grupo de trabalho era determinar a alteração dos padrões de qualidade do ar em etapas, até atingir os níveis propostos pela OMS. Porém, não foi determinado prazo para que essas etapas entrassem em vigor e não houve um consenso após um ano de discussões, o que inviabilizou a implementação da resolução.

Com o intuito de embasar a defesa do estabelecimento de prazo na discussão sobre o risco de saúde a que a população seria submetida aos níveis atuais do poluente MP nos próximos anos, decidiu-se pela realização do presente estudo. Além disso, o Estado de São Paulo concentra grande parte da população brasileira, sendo um dos estados mais populosos e urbanizados, com cerca de 1/5 da população do país e uma taxa de urbanização de quase 96%, segundo o Censo Demográfico 2010, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Dos 645 municípios do Estado, apenas 42 monitoram a qualidade do ar, com 86 estações de monitoramento, o que representa aproximadamente 34% das estações existentes no país (VORMITTAG et al., 2014). Logo, é um estado com maior disponibilidade de informações para o desenvolvimento de estudos sobre o efeito da poluição sobre a saúde.

O objetivo geral desse trabalho é estimar, para o período 2012-2030, o efeito do $MP_{2,5}$ sobre mortes e internações da rede pública de saúde no Estado de São Paulo para causas selecionadas. Utilizou-se o padrão estabelecido pela OMS em substituição ao padrão nacional, como subsídio para a mudança da política vigente no país. Além disso, os resultados apresentados têm como finalidade informar ao gestor público o quanto se perde em vidas, saúde e recursos públicos ao adiar medidas que contribuam para a melhoria da qualidade do ar.

Metodologia

Nessa seção, apresenta-se o método de estimação do número de mortes, internações e custos das internações da rede pública de saúde atribuíveis ao material particulado $MP_{2,5}$ no Estado de São Paulo, entre 2012 e 2030, para causas selecionadas, bem como o *baseline* utilizado na projeção. O cálculo da carga de doenças atribuíveis à poluição segue metodologia proposta pela Organização Mundial de Saúde, segundo comunicação direta com o grupo do Environmental Burden of Disease da mesma instituição e diretrizes sobre qualidade do ar em 2005 (OSTRO, 2004; WHO, 2006).

Baseline e cenários de poluição

O ano de 2011 foi escolhido como *baseline* para as projeções tanto de mortalidade quanto de internações hospitalares. A seguir, apresentam-se as causas de mortalidade e morbidade consideradas no estudo.

- Mortalidade (CID 10 especificada entre parênteses)
 - Mortalidade geral: capítulo I a XVI da CID 10 para todos os grupos etários.
 - Câncer: neoplasias malignas do aparelho respiratório e órgãos intratorácicos (C30 – C39) para a população acima de 40 anos.
 - Doenças cardiovasculares: doenças cerebrovasculares (I60-I69) e doença isquêmica do coração (I20-I25) para a população de 40 anos ou mais.

- Doença respiratória em crianças: pneumonia e influenza (J09-J18) e outras infecções agudas das vias aéreas inferiores (J20-J22) para crianças com menos de cinco anos.
- Doença respiratória em idosos: pneumonia e influenza (J09-J18) e doenças crônicas das vias aéreas inferiores (J40-J47) para a população acima de 60 anos.
- Morbidade hospitalar (CID 10 para morbidade especificada entre parênteses)
 - Câncer: neoplasia maligna de traqueia, brônquios e pulmões (C33-C34) para a população acima de 40 anos.
 - Doenças cardiovasculares: acidente vascular cerebral não especificado hemorrágico ou isquêmico (I64), hemorragia intracraniana (I60-I62), infarto agudo do miocárdio (I21-I22), infarto cerebral (I63) e outras doenças isquêmicas do coração (I20, I23-I25), para a população de 40 anos ou mais.
 - Doença respiratória em crianças: pneumonia (J12-J18) para crianças com menos de cinco anos.
 - Doença respiratória em idosos: bronquite, enfisema e outras doenças pulmonares obstrutivas crônicas (J40-J44), asma (J45-J46) e pneumonia (J12-J18) na população acima de 60 anos.

Os dados de mortalidade foram obtidos do Sistema de Informações de Mortalidade (SIM), disponibilizados pelo Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância à Saúde (MS/SVS), e os de morbidade hospitalar são oriundos do Sistema de Informações Hospitalares (SIH/SUS), ambos para 2011.

Para a poluição, a *baseline* corresponde à média anual¹ do $MP_{2,5}$ no Estado de São Paulo, calculada a partir dos dados da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – Cetesb, cujo valor em 2011 era de $22,48 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Os valores de $MP_{2,5}$ foram obtidos a partir dos dados de monitoramento de qualidade do ar de MP_{10} , considerando a fração de 0,6% (CETESB, 2014). Os cenários de poluição (concentração do material particulado $MP_{2,5}$) considerados no estudo são:

- estacionário: neste cenário, supomos que os níveis de poluição por MP de 2011 se manterão constantes no futuro;
- aumento de 5% de $MP_{2,5}$ até 2030: o equivalente a +0,003% ao ano, entre 2012 e 2030;
- redução de 5% de $MP_{2,5}$ até 2030: o equivalente a -0,003% ao ano, entre 2012 e 2030.

¹ Esse valor médio foi aplicado ao total da população do Estado de São Paulo, considerando os municípios com mais de uma estação de monitoramento ou aqueles sem nenhuma estação. Das 42 estações de monitoramento no Estado, mais da metade (24 estações) apresentou níveis médios de material particulado situados entre 20 e $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ em 2011. Essas estações captam tanto municípios com grande contingente populacional, como São Paulo, quanto aqueles de menor atividade industrial ou menor contingente populacional, como Paulínia. Nesse sentido, embora não seja possível captar os níveis de poluição de diferentes grupos populacionais ou de todos os municípios, utilizamos como pressuposto que a média do Estado fornece uma estimativa do que poderia ser observado em todo o Estado, pois as estações são representativas de municípios com diferentes tipos de atividade econômica e distintos tamanhos populacionais. Além disso, os 29 municípios monitorados concentram 86% da população do Estado, exposta à emissão de material particulado por diferentes fontes, como veículos automotores, fonte industrial, queima de cana-de-açúcar e ressuspensão de poeira.

Métodos de projeção

A projeção da mortalidade e internações atribuíveis à poluição envolve os seguintes passos:

- projeção do número de mortes entre 2012 e 2030;
 - estimativa do número de mortes atribuíveis à poluição atmosférica entre 2012 e 2030, a partir dos cenários de poluição considerados;
- projeção do número de internações hospitalares públicas entre 2012 e 2030;
 - estimativa do número de internações atribuíveis à poluição atmosférica entre 2012 e 2030, a partir dos cenários de poluição considerados;
- projeção do gasto total com internações públicas, a partir da estimativa do número de internações atribuíveis à poluição obtida na projeção anterior.

A metodologia adotada para cada um dos componentes das projeções é apresentada a seguir.

Projeção de mortalidade

Para a projeção da mortalidade, consideramos que o número de óbitos por causa selecionada, entre 2012 e 2030, é dado pela multiplicação da proporção projetada de óbitos em cada ano pelo número total de mortes no mesmo período:

$$O^{z,t} = \sum_x {}_n PO_x^{z,t} \cdot {}_n O_x^t \quad (1)$$

Onde:

$O^{z,t}$ = número de óbitos pela causa z no ano t , correspondente a cada ano da projeção;

${}_n PO_x^{z,t}$ = proporção de óbitos pela causa z no ano t para o grupo etário x a $x+n$ (grupos etários quinquenais);

${}_n O_x^t$ = total de óbitos no ano t para o grupo etário x a $x+n$ (grupos etários quinquenais).

O total de óbitos em cada grupo etário ($O^{z,t}$) foi obtido das projeções de mortalidade do IBGE (Revisão 2013) para todo o Estado de São Paulo. Para a projeção da proporção de óbitos em cada causa e grupo etário entre 2012 e 2030 (${}_n PO_x^{z,t}$), adotamos a suposição de que a proporção de óbitos por causa e grupo etário seguiria a tendência observada entre 2000 e 2011 para este indicador. A projeção da proporção de óbitos seguiu a metodologia adotada em Rodrigues et al. (2013):

$${}_n PO_x^{z,t+1} = \frac{1}{2} \ln \left(\frac{1 - {}_n PO_x^{z,t}}{{}_n PO_x^{z,t}} \right) * [1 + {}_n w_x * ((t+1) - t)] \quad (2)$$

Onde:

${}_n w_x$ = variação anual na proporção de óbitos por causa e grupo etário x a $x+n$, dada por:

$${}_nW_x = \frac{\left(\frac{{}_nPO_x^{2011}}{{}_nPO_x^{2000}} - 1 \right)}{11} \quad (3)$$

Com a projeção do número de óbitos, o passo seguinte foi estimar o número de mortes atribuíveis à poluição, de acordo com a metodologia proposta por WHO (2006). Nesta metodologia, estima-se a fração atribuível à poluição, a partir da função do risco relativo e, então, é estimado o número atribuível de mortes.

A função de risco relativo utilizada corresponde à função:

$$RR = \left[\frac{(PM_{2,5}^{Observado} + 1)}{(PM_{2,5}^{Padrão} + 1)} \right]^{beta} \quad (4)$$

O padrão empregado no cálculo do risco relativo corresponde a 10 µg/m³, critério utilizado pela OMS para médias anuais de MP_{2,5}. A fração atribuível é dada por:

$$FA = \frac{(RR - 1)}{RR} \quad (5)$$

O número atribuível de mortes pela causa z no tempo t , decorrente da poluição, então, é dado por:

$${}_nO_x^{Atribuível, z, t} = O^{z, t} * FA \quad (6)$$

Projeção do número de internações hospitalares públicas

A projeção de internações segue o padrão usual de projeção, em que as taxas de internação por causas e grupos etários em cada período são multiplicadas pela população em cada período e grupo etário:

$$I^{z, t} = \sum_x {}_nTI_x^{z, 2011} * {}_nP_x^t \quad (7)$$

Onde:

$I^{z, t}$ = número de internações pela causa z no ano t , correspondente a cada ano da projeção;

${}_nTI_x^{z, 2011}$ = taxa de internação pela causa z em 2011 para o grupo etário x a $x+n$ (grupos etários quinquenais);

${}_nP_x^t$ = número de pessoas no ano t para o grupo etário x a $x+n$ (grupos etários quinquenais).

O número projetado de internações segue a metodologia de taxas fixas (STRUNK et al., 2006), em que se leva em conta apenas o efeito das mudanças demográficas sobre as taxas. Não foi possível projetar as taxas considerando a tendência histórica, uma vez que as taxas de internação por grupo de causas não apresentaram regularidade ao longo dos anos, não sendo possível verificar tendência. Logo, para todos os anos da projeção,

consideraram-se a taxa de internação de 2011 e a população projetada pelo IBGE (2013) por grupo etário.

O risco relativo e a fração atribuível foram calculados a partir das equações (4) e (5). O beta utilizado para o cálculo do risco relativo pode ser visto no Quadro 1. O número de internações atribuíveis em cada causa foi dado por:

$${}_n I_x^{\text{Atribuível},z,t} = I^{z,t} * FA \quad (8)$$

Projeção do gasto total com internações hospitalares públicas

Para a projeção de gastos, o valor médio das internações é multiplicado pelo número projetado de internações atribuíveis à poluição em cada ano, resultantes das estimativas obtidas em (2):

$$G^{z,t} = \sum_x {}_n GMe_x^{z,2011} * {}_n I_x^{\text{Atribuível},z,t} \quad (9)$$

O gasto médio com internações para cada uma das causas foi mantido fixo no mesmo nível de 2011. Os gastos projetados são a preços de 2011.

O parâmetro beta utilizado para cada uma das causas de morte e internação é apresentado no Quadro 1.

QUADRO 1

Parâmetro beta utilizado no cálculo do risco relativo de mortalidade e morbidade, para cada variação em 10mg/m³ de material particulado MP_{2,5}

Desfecho em saúde	Causa	Beta	Fonte
Mortalidade	Todas as causas	0,06	WHO (2005)
	Cardiovascular	0,155	Pope et al. (2002)
	Câncer de pulmão	0,232	Pope et al. (2002)
	Doenças respiratórias em idosos	0,155	Pope et al. (2002)
	Doenças respiratórias em crianças	0,091	Pope et al. (2002)
Internações hospitalares	Cardiovascular	0,18	Pope (2004)
	Câncer de pulmão	0,40	Nielsen (2013)
	Doenças respiratórias em idosos	0,31	Cançado (2006)
	Pneumonia em crianças	0,214	Cançado (2006)

Resultados

A Tabela 1 traz o somatório das mortes, número de internações e gasto total com internações entre 2011 e 2030 atribuíveis à poluição para cada um dos cenários considerados, além de informações para 2015 e 2025 para análise de tendência dos números absolutos. Os resultados mostram que, entre 2011 e 2030, no Estado de São Paulo, o total de mortes atribuíveis à poluição chegaria a mais de 246 mil óbitos no cenário estacionário de poluição e ocorreriam quase 918 mil internações apenas por causas cardiovasculares, respiratórias e neoplasias selecionadas em grupos etários mais suscetíveis. Considerando os distintos

cenários para a mortalidade geral, espera-se que, em 20 anos, o total de óbitos varie entre 236 mil, para uma redução de 5% no nível da poluição até 2030, e 256 mil, em caso de aumento da poluição em 5%.

A mortalidade geral atribuível ao material particulado (que abrange todos os grupos etários) no Estado de São Paulo apresentou crescimento de 96% no período de análise, com 9.384 mortes em 2011 e uma projeção de 18.407 mortes para 2030 (Tabela 1). O número de mortes em 2011 representa cerca de 3,9% do total de óbitos no Estado de São Paulo, valor inferior ao encontrado pelo estudo de Carga de Doenças (WHO, 2014), que aponta um percentual de mortes atribuíveis à poluição de 7% em 2012, considerando a média mundial, porém dentro dos limites esperados, entre 3% e 8% de mortes atribuíveis à poluição (WHO, 2006, 2014).

TABELA 1
Projeção do total de mortes, internações hospitalares da rede pública de saúde e gastos com internações, por cenários considerados, segundo causas atribuíveis ao material particulado MP_{2,5}, Estado de São Paulo – 2011-2030

Causas	Cenário estacionário			Aumento de 5% de MP _{2,5} até 2030	Redução de 5% de MP _{2,5} até 2030
	2015	2030	2011-2030	2011-2030	2011-2030
Óbitos					
Todas as causas	10.193	18.407	246.375	256.515	236.198
Neoplasias	1.126	2.182	28.248	29.347	27.139
Doenças cardiovasculares	5.469	9.185	128.520	133.560	123.442
Doenças respiratórias em crianças	38	23	596	615	986
Doenças respiratórias em idosos	3.026	8.100	88.647	92.400	84.866
Internações hospitalares					
Neoplasias	1.220	1.929	29.592	30.595	28.571
Doenças cardiovasculares	14.570	23.366	354.970	368.182	341.648
Doenças respiratórias em idosos	16.387	31.335	430.365	446.064	414.452
Doenças respiratórias em crianças	7.294	6.239	138.050	142.434	133.626
Gasto com internações hospitalares (R\$ de 2011)					
Neoplasias	1.257.663	1.959.926	1.098.685.456	1.139.432.980	1.057.598.040
Doenças cardiovasculares	45.417.492	71.298.581	30.346.838	31.373.391	29.302.807
Doenças respiratórias em idosos	16.121.177	30.626.632	422.558.075	437.957.716	406.948.221
Doenças respiratórias em crianças	7.082.367	6.058.082	134.046.950	138.303.854	129.750.576

Fonte: Ministério da Saúde/Secretaria de Vigilância em Saúde. Sistema de Informações de Mortalidade (2012); Sistema de Informações Hospitalares (2012). IBGE. Projeções populacionais e de mortalidade (2013).

Em relação às internações hospitalares públicas, foram consideradas distintas causas de morbidade, de modo que representassem aquelas com estudos comprovados do efeito do material particulado sobre a saúde e respectivas estimativas de concentração-resposta. Essas causas correspondem a neoplasias, doenças respiratórias e doenças cardiovasculares, e em populações mais suscetíveis ao efeito da poluição, como crianças e idosos. Como esperado, as doenças cardiovasculares, consideradas a principal causa no país tanto em

mortalidade quanto em morbidade, também figuram como as de maior efeito decorrente da poluição. Considerando apenas o cenário estacionário da poluição, as internações devido a essa causa variariam de 36.146 a 62.689, entre 2011 e 2030, e o gasto (a valores de R\$ 2011) passou de R\$ 40 milhões para R\$ 71 milhões, nesse mesmo período. O valor total de internações ao ano ultrapassa R\$ 1 milhão, o que significa, em 20 anos, um dispêndio estimado de mais de R\$ 1,5 bilhão a preços de 2011.

Em relação à tendência de mortalidade e morbidade atribuíveis à poluição no período analisado, a Tabela 1 mostra o número de eventos em saúde associados ao material particulado para 2015 e 2030. Observa-se que há uma tendência de crescimento de mortes e internações para todas as causas analisadas, exceto para doenças do aparelho respiratório em crianças, cuja redução é explicada pela queda da fecundidade no Estado de São Paulo. Entre 2000 e 2010, houve um decréscimo populacional para o grupo de 0 a 4 anos no Estado da ordem de 516.792 crianças.

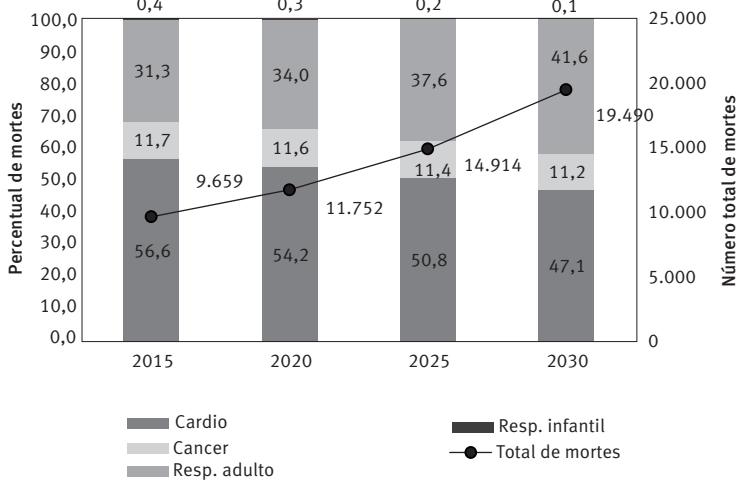
Os Gráficos 1, 2 e 3 apresentam projeção da participação relativa e do total de mortes, morbidade e valor da internação, respectivamente, segundo as causas atribuíveis à poluição pelo material particulado $MP_{2,5}$, para períodos quinquenais entre 2015 e 2030, no cenário estacionário. Em relação à mortalidade (Gráfico 1), observa-se que, no período de projeção, os óbitos por doenças cardiovasculares representam o maior percentual de mortes entre todas as causas. Embora o montante de mortes não tenha decrescido em números absolutos, com um aumento esperado de 5.469 em 2015 para 9.185 em 2030, sua importância no conjunto das quatro causas decresce ao longo dos anos, chegando a representar menos da metade do total de mortes em 2030. Apenas as doenças do aparelho respiratório em adultos tiveram maior participação relativa, passando de 31% em 2015 para quase 42% em 2030. No contexto do rápido crescimento populacional para os grupos etários de idosos, o número esperado de mortes por causas respiratórias nesse grupo quase triplica, passando de cerca de 3 mil mortes em 2015 para mais de 8 mil em 2030.

As neoplasias atribuíveis à poluição apresentam participação reduzida no total das mortes no período, segundo as projeções realizadas. Essa causa de morte responde por cerca de 11% do total de óbitos ao longo de todo o período de projeção. A mortalidade por doenças respiratórias em crianças registra o menor percentual entre as causas (menos de 1% do total), além de redução no período. Diferente das outras causas, porém, verifica-se decréscimo em números absolutos nas mortes para esse grupo etário.

Já as internações atribuíveis à poluição por doenças do aparelho respiratório em crianças possuem representatividade maior no conjunto das internações (mais de 18% em 2015), embora sua participação decresça ao longo do tempo (Gráfico 2). Como as projeções consideraram um cenário de taxa de internação constante ao longo do tempo, essa redução reflete tanto o decréscimo populacional para esse grupo quanto o aumento da representatividade das doenças do aparelho respiratório em idosos. Para essa causa entre os idosos, o montante de internações atribuíveis à poluição passou de quase 42% para cerca de 50% entre 2015 e 2030. A participação relativa das neoplasias permane-

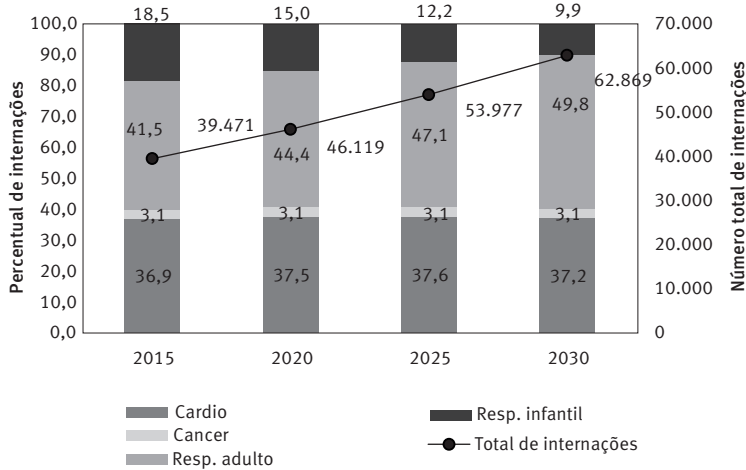
ceu praticamente inalterada, enquanto as doenças do aparelho circulatório aumentaram pouco, de 36,9% em 2015 para 37,2% em 2030, embora em números absolutos tenha praticamente dobrado (de 12.623 para 23.366, entre 2011 e 2030). O total de internações para essas quatro causas praticamente dobra no período, de mais de 39 mil internações em 2015 para quase 63 mil em 2030, no cenário estacionário.

GRÁFICO 1
 Projeção da participação relativa e do total de mortes, no cenário estacionário, segundo causas atribuíveis ao material particulado MP_{2,5}
 Estado de São Paulo – 2015-2030



Fonte: Ministério da Saúde/Secretaria de Vigilância em Saúde. Sistema de Informações de Mortalidade (2012). IBGE. Projeções populacionais e de mortalidade (2013).

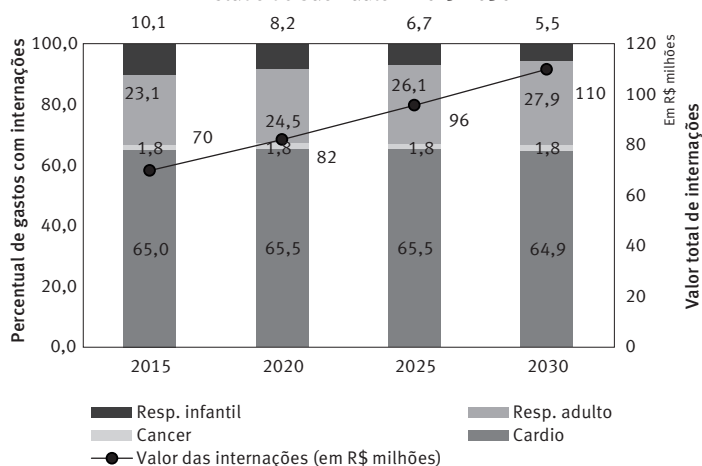
GRÁFICO 2
 Projeção da participação relativa e do total das internações da rede hospitalar pública, no cenário estacionário, segundo causas atribuíveis ao material particulado MP_{2,5}
 Estado de São Paulo – 2015-2030



Fonte: Ministério da Saúde. Sistema de Informações Hospitalares (2012). IBGE. Projeções populacionais (2013).

As doenças cardiovasculares, apesar de não representarem a maior participação relativa de internações entre as quatro causas consideradas, são responsáveis pelo maior percentual de gasto com internações, devido ao alto custo *per capita* de intervenções para o tratamento dessa causa (Gráfico 3). O percentual para essas doenças permaneceu praticamente constante entre 2015 e 2030, enquanto aquele referente às doenças respiratórias em idosos registrou aumento (cerca de 23% em 2015 e quase 28% em 2030) e o relativo a doenças respiratórias em crianças diminuiu de 10% para 5,5%, no período. O total de gastos com internações hospitalares públicas atribuíveis à poluição pelo material particulado, apenas para essas quatro causas de internação, saltaria de R\$ 70 milhões para R\$ 100 milhões no cenário estacionário.

GRÁFICO 3
Projeção da participação relativa (projetadas) e do total de gastos com internações da rede hospitalar pública (1), no cenário estacionário, segundo causas atribuíveis ao material particulado MP_{2,5}
Estado de São Paulo – 2015-2030



Fonte: Ministério da Saúde. Sistema de Informações Hospitalares (2012). IBGE. Projeções populacionais (2013).
(1) Em R\$ de 2011.

Discussão

A inação em relação à política ambiental no mundo terá consequências graves sobre a saúde da população no futuro. Apenas no Estado de São Paulo, esperam-se quase 250 mil mortes até 2030, caso os níveis de material particulado MP_{2,5} se mantenham nos mesmos níveis de 2011. O maior impacto ocorrerá para as doenças do aparelho circulatório e doenças respiratórias em idosos, visto que esse é o grupo que mais cresce na população e, juntamente com as crianças, o mais afetado pela poluição atmosférica. Neste cenário, o número de internações hospitalares somaria 1 milhão, com um gasto esperado de mais de R\$1,5 bilhão, ou o equivalente a quase US\$ 638 milhões.²

² Foi considerada a taxa de câmbio média de R\$/US\$ 2,35 do ano de 2014, segundo dados do Ipeadata.

Apesar disso, revisão sistemática realizada por Benmarhnia et al. (2014) mostrou que intervenções destinadas à melhoria da qualidade do ar não são equitativas. A população com maior poder aquisitivo apresenta maiores benefícios de intervenções voltadas à redução da poluição do ar, mostrando que tanto o nível dos poluentes quanto os benefícios advindos de intervenções no campo da legislação não são equânimes. Em São Paulo, a ausência de políticas de redução de poluentes em um futuro próximo provocará um aumento da poluição a partir de 2014. Desde 2009 observa-se uma linearidade nos níveis de emissão de MP no Estado, embora todas as cidades se situem com concentrações desse poluente superiores ao padrão preconizado pela OMS. As iniciativas do Proconve (Programa de Controle de Poluição Veicular), muito eficazes e fundamentais para a redução de poluentes no final da década de 1980 e início dos anos 1990, parecem não conseguir reduzir os níveis de poluentes no contexto atual.

Esse tipo de estudo é de suma importância em contextos urbanos com alta densidade demográfica e elevados níveis de poluição. Estudo realizado por Apte et al. (2015) mostra que a concentração espacial de mortalidade prematura decorrente da poluição (MP_{10} $\mu\text{g}/\text{m}^3$) é maior na Ásia, em função da interação entre alta densidade populacional, alta prevalência de doença e altos níveis de poluição. Embora o Global Health Observatory, da OMS, não tenha dados sobre o material particulado fino $MP_{2,5}$ para anos recentes, informações sobre o MP_{10} mostram que Índia e China, por exemplo, figuram entre os países mais poluídos do mundo, com níveis de material particulado $MP_{2,5}$ da ordem de 134 e 90 de MP_{10} $\mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente, quase 7 e 4,5 vezes o padrão médio anual recomendado pela OMS de 20 mg/m^3 .

Estudos similares de projeções foram realizados tanto para o contexto brasileiro quanto o mundial. Em uma análise prospectiva, Bell et al. (2005) mostraram que a diminuição de 10% de poluentes entre 2000 e 2020 na cidade de São Paulo acarretaria a redução de 138 mil visitas de crianças e jovens a consultórios, três mil visitas a pronto-socorros por doenças respiratórias e 817 mil ataques de asma. Estudo semelhante realizado por André et al. (2012) apontou que haveria um excesso de quase 14 mil mortes até 2040 e mais de 18 mil internações na rede pública de saúde em seis regiões metropolitanas brasileiras (São Paulo, Rio de Janeiro, Recife, Porto Alegre, Curitiba e Belo Horizonte), caso houvesse um atraso na implementação de políticas mais limpas de diesel. No presente estudo, um decréscimo da poluição da ordem de 5% em um período de 15 anos levaria a uma redução de 10.777 mortes, 1.021 internações hospitalares pelas quatro causas selecionadas no estudo e uma economia de mais de R\$ 40 milhões em internações públicas em jovens.

O efeito da poluição sobre a saúde no futuro também foi estudado para outros países. Flachs et al. (2013), por exemplo, procuraram avaliar o efeito da dinâmica populacional sobre a mortalidade geral na população da Dinamarca decorrente da poluição pelo material particulado fino ($MP_{2,5}$), entre 2005 e 2030. Três cenários populacionais foram considerados: no primeiro, apenas o tamanho da população se altera (mantendo taxa de

mortalidade e estrutura etária constantes); no segundo, tamanho e estrutura etária se alteram de acordo com as projeções populacionais (mantidas as taxas de mortalidade no nível de 2005); e, por fim, o último cenário modifica todos os componentes, incluindo uma redução esperada na taxa de mortalidade. O nível da poluição foi o mesmo de 2005 para todos os cenários avaliados. Assim como no Brasil, há um aumento esperado no número de mortes decorrentes da poluição, devido ao fato de que os grupos etários mais suscetíveis à mortalidade por poluição, como os idosos, apresentam também maiores taxas de crescimento populacionais. O estudo ressalta a importância de se considerar a dinâmica populacional na avaliação dos impactos futuros da poluição do ar sobre a saúde.

Estudo de Lelieveld et al. (2015) também destaca fatores demográficos, como crescimento da população residente em ambientes urbanos, para o aumento das mortes decorrentes da poluição. Os autores projetam a mortalidade por material particulado em várias regiões do mundo até 2050. Os resultados mostram que a taxa de mortalidade por poluição aumentaria de 5 mortes por 10.000 habitantes, em 2010 (2 milhões de mortes), para 7 mortes para cada 10.000 habitantes, em 2050 (cerca de 4,3 milhões de mortes em todo o mundo), sendo maior em ambientes urbanos.

No Brasil, apenas 1,7% dos municípios possuíam estações de monitoramento em 2014 (VORMITTAG et al., 2014). Desses, cerca de 78% estão localizados na Região Sudeste, sendo São Paulo o Estado com maior número de estações. Isso justifica a escolha dessa unidade geográfica para análise. Além disso, o Estado possui uma das melhores coberturas de informação de mortalidade no país. Em 2012, o sub-registro de óbitos foi de 0,5% a partir de estimativas feitas por Szwarcwald et al. (2011). O percentual de causas mal definidas de internações hospitalares também se reduziu (de 2,1% em 2007 para 1,62% em 2014), o que contribuiu para a confiabilidade das estimativas.

Uma das principais limitações do estudo refere-se à possível subestimação do número de mortes projetado, pois, ao se comparar as projeções de mortalidade realizadas pelo IBGE (2013) com os valores registrados em 2012, verifica-se uma diferença de 10% a mais comparando o número efetivamente registrado e o projetado, mas que não alteraria significativamente os resultados. Em 2012, registrou-se um total de 270.432 óbitos, no Estado de São Paulo, segundo os dados do Sistema de Informações de Mortalidade, enquanto os projetados pelo IBGE foram 244.005. Pode-se, portanto, pensar nas estimativas apresentadas na Tabela 1 como um montante mínimo de óbitos decorrentes da poluição no Estado.

Vale ressaltar, ainda, que não foram consideradas mudanças nas taxas de mortalidade e de internação, o que poderia afetar os resultados. Porém, o trabalho focalizou-se, principalmente, nos cenários de poluição e seus efeitos, considerando o tamanho e a estrutura etária populacional no futuro, que possuem grande influência sobre o montante total de desfechos desfavoráveis em saúde. Por fim, foi utilizada a média dos níveis de poluição para todo o Estado de São Paulo, e não os valores referentes a cada estação de

monitoramento para os municípios que monitoram a poluição. Entretanto, como informado na seção de metodologia, o desvio-padrão da poluição apresenta valores baixos para as 40 estações monitoradas em 2011 (*baseline* do estudo) e tem representatividade de municípios com alto índice de atividade industrial, grande contingente populacional e municípios de menor porte (cerca de 80 mil habitantes). Apesar dessa limitação, o estudo tem o objetivo de identificar a mortalidade e morbidade a que a população estaria submetida caso todos os habitantes fossem expostos aos níveis de poluição médios do Estado. O nível médio de poluição também é utilizado em estudos da OMS para estimativas da carga de doenças atribuíveis à poluição mesmo em países com poucas estações de monitoramento (WHO, 2006).

Considerações finais

Esse trabalho teve como objetivo apresentar estimativas do efeito da poluição sobre a saúde no Estado de São Paulo, de acordo com a metodologia da estimativa de mortes e doenças atribuíveis à poluição da OMS (WHO, 2006). Além disso, o estudo pretende contribuir para a discussão dos efeitos nocivos de agentes poluentes causados, principalmente, por veículos automotores, para chamar a atenção da opinião da sociedade, gestores públicos e empresários em busca de alternativas de mobilidade urbana, inovações na gestão de transportes e materiais, bem como legislação mais severa e aumento do número de estações de monitoramento da poluição. Tais medidas serviriam como guia para a implementação de ações locais que resultem em melhoria da qualidade do ar no país. Mais especificamente, estudos como esse mostram que um tema transversal tão importante como a poluição atmosférica deveria embasar discussões intersetoriais entre saúde e meio ambiente nas políticas públicas e planos de gestão para redução de emissão de poluentes, principalmente nos grandes centros urbanos, como é o caso da Região Metropolitana de São Paulo.

De forma mais específica, políticas de redução e regulação de emissões de poluentes em veículos motores, bem como incentivos a energias mais limpas de transporte, mitigariam o impacto sobre a saúde. A experiência de técnicos ambientais e estudos de impacto sobre a saúde, como o presente trabalho, servem como instrumentos de informação baseada em evidências à sociedade civil e auxílio aos planejadores para definição de novos critérios de controle da poluição.

É a partir dos padrões de qualidade do ar que se faz o diagnóstico dos níveis de poluentes que trazem malefícios para a saúde e que possibilitam determinar planos de gestão para a diminuição ou o combate à emissão de poluentes. A indefinição de novos padrões em âmbito nacional e a falta de um controle mais rigoroso dos níveis de poluição apenas protelam medidas efetivas para o combate da poluição atmosférica por fontes automotoras e fixas no país, contribuindo para a continuidade de mortes e internações em decorrência dessas causas.

Referências

- ANDERSON, H. R. et al. **Meta-analysis of time-series studies and panel studies of Particulate Matter (PM) and Ozone (O3)**. Copenhagen: WHO, 2004.
- ANDRÉ, P. A. et al. Lean diesel technology and human health: a case study in six Brazilian metropolitan regions. *Clinics*, v. 67, n. 6, p. 639-645, 2012.
- APTE, J. S.; MARSHALL, J. D.; COHEN, A. J.; BRAUER, M. Addressing global mortality from ambient MP_{2.5}. *Environmental Science & Technology*, n. 49, p. 8057-8066, 2015.
- BELL, M. L. et al. The avoidable health effects of air pollution in three Latin American cities: Santiago, São Paulo, and Mexico City. *Environmental Research*, n. 100, p. 431-440, 2006.
- BENTAYEB, M. et al. Adverse respiratory effects of outdoor air pollution in the elderly. *The International Journal of Tuberculosis and Lung Disease (IJTLD)*, v. 16, n. 9, p. 1149-61, Sep. 2012.
- BENMARHNI, T. et al. Addressing equity in interventions to reduce air pollution in urban areas: a systematic review. *Int. J. Public Health*, v. 59, n. 6, p. 933-944, 2014.
- BRAGA, A. L. et al. Health effects of air pollution exposure on children and adolescents in São Paulo, Brazil. *Pediatric Pulmonology*, v. 31, n. 2, p. 106-133, 2001.
- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente – Conama. Resolução CONAMA n. 3 de 28 de junho de 1990. *Diário Oficial da União*, 22/08/1990. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=100>>.
- BRUNEKREEF, B.; HOLGATE, S. T. Air pollution and health. *The Lancet*, v. 360, p. 1233-1242, Oct. 2002.
- CANÇADO, E. D. et al. The impact of sugar cane – burning emissions on the respiratory system of children and the elderly. *Environmental Health Perspectives*, v. 114, n. 5, p. 725, 2006.
- CAREY, I. M. et al. Mortality associations with long-term exposure to outdoor air pollution in a national English cohort. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, v. 187, n. 11, p. 1226-1233, 2013.
- CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Qualidade do ar no estado de São Paulo 2013**. São Paulo, 2014.
- CONCEIÇÃO, G. M. S. et al. Air pollution and child mortality: a time-series study in São Paulo, Brazil. *Environmental Health Perspectives*, v. 109, suppl. 3, p. 347-350, 2001.
- CONSEMA – Conselho Estadual do Meio Ambiente. Grupo de Trabalho Institucional. **Revisão dos padrões de qualidade do ar e aprimoramento da gestão integrada da qualidade do ar no Estado de São Paulo**. 2010. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/tecnologia/camaras/gt_ar/RelatorioFinal-GT-NOV2010/Relat%C3%B3rio%20GT%20Final.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2015.
- DENATRAN – Departamento Nacional de Trânsito. **Frota de veículos, 2014**. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br/frota.htm>>. Acesso em: 27 maio 2014.
- DOCKERY, D. W. et al. An association between air pollution and mortality in six U.S. cities. *The New England Journal of Medicine*, v. 329, n. 24, p. 1753-1759, 1993.
- DOMINICI, F. et al. On generalized additive models in time series studies of air pollution and health. *Am J Epidemiol*, v. 156, p. 193-203, 2002.
- EPA – U.S. Environmental Protection Agency. **EPA revises the national ambient air quality standards for particle pollution**. 2012. Disponível em: <<http://www.epa.gov/airquality/particulatematter/actions.html#dec12>>.

_____. **Value of statistical life**. 2013. Disponível em: <<http://goo.gl/br9WwS>>. Acesso em: 17 set. 2014.

FARHAT, S. C. L. et al. Effect of air pollution on pediatric respiratory emergency room visits and hospital admissions. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 38, n. 2, p. 227-235, 2005.

FLACHS, E. M. et al. Population dynamics and air pollution: the impact of demographics on health impact assessment of air pollution. **Journal of Environmental and Public Health**, 12p. 2013.

HAMRA, G. B. et al. Outdoor particulate matter exposure and lung cancer: a systematic review and meta-analysis. **Environmental Health Perspectives**. National Institute of Environmental Health Sciences, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1289/ehp.1408092>>. Acesso em: 29 jun. 2015.

IARC – International Agency for Research on Cancer. **Outdoor air pollution a leading environmental cause of cancer deaths**. Lyon: WHO, 2013. Disponível em: <http://www.iarc.fr/en/media-centre/iarcnews/pdf/pr221_E.pdf>. Acesso em: 10 out. 2014.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Projeção da população das unidades da federação por sexo e idade: 2000-2030**. Rio de Janeiro, 2013.

IHME. **Global Burden of Disease Study 2010 (GBD 2010)**. Population estimates 1970-2010. 2012. Disponível em: <<http://ghdx.healthmetricsandevaluation.org/record/global-burden-disease-study-2010-gbd-2010-population-estimates-1970-2010>>. Acesso em: 25 jul. 2015.

LADEN, F. et al. Reduction in fine particulate air pollution and mortality. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 173, n. 6, p. 667-672, 2006.

LELIEVELD, J.; EVANS, J. S.; FNAIS, M.; GIANNADAKI, D.; POZZER, A. The contribution of outdoor air pollution sources to premature mortality on a global scale. Research letter. **Nature**, n. 525, p. 367-384, 2015.

LEPEULE, J. et al. Chronic exposure to fine particles and mortality: an extended follow-up of the Harvard six cities study from 1974 to 2009. **Environmental Health Perspectives**, v. 120, n. 7, p. 965-970, 2012.

LIN, C. A. et al. Air pollution and neonatal deaths in São Paulo, Brazil. **Brazilian Journal of Medical and Biological Research**, v. 37, n. 5, p. 765-70, 2004.

LIPFERT, F. W. Air pollution and mortality: specification searches using SMSA-based data. **Journal of Environmental and Economy Management**, v. 11, n. 3, p. 208-243, 1984.

MCCORMACK, M. C. et al. Indoor particulate matter increases asthma morbidity in children with non-atopic and atopic asthma. **Annals of Allergy, Asthma & Immunology**, v. 106, n. 4, p. 308-315, April 2011.

MEDEIROS, A. et al. Relationship between low birthweight and air pollution in the city of São Paulo, Brazil. **Public Health Magazine**, v. 39, n. 6, p. 965-972, 2005.

NASCIMENTO, L. F. C. et al. Efeitos da poluição atmosférica na saúde infantil em São José dos Campos, SP. **Revista de Saúde Pública**, v. 40, n. 1, p. 77-82, 2006.

NIELSEN, O. R. et al. Air pollution and lung cancer incidence in 17 European cohorts: prospective analyses from the European Study of Cohorts for Air Pollution Effects (ESCAPE). **The Lancet Oncology**, v. 14, n. 9, p. 813- 22, Jul. 2013.

OSTRO, B. **Outdoor air pollution: assessing the environmental burden of disease at national and local levels**. Geneva: World Health Organization, 2004 (Environmental Burden of Disease

Series, n. 5). Disponível em: <http://www.who.int/quantifying_ehimpacts/publications/ebd5.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2015.

PEREIRA, L. A. et al. Association between air pollution and intrauterine mortality in São Paulo, Brazil. **Environmental Health Perspectives**, v. 106, n. 6, p. 325-329, 1998.

PETERS, A. Particulate matter and heart disease: Evidence from epidemiological studies. **Toxicology and Applied Pharmacology**, v. 207, suppl. 2, p. 477-482, 2005.

POPE, C. A. et al. Cardiovascular mortality and long-term exposure to particulate air pollution: epidemiological evidence of general pathophysiological pathways of disease. **Circulation**, v. 109, n. 1, p. 71-77, 2004.

_____. Lung cancer, cardiopulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution. **Journal of the American Medical Association**, v. 287, n. 9, p. 1132-1141, 2002.

_____. Particulate air pollution as a predictor of mortality in a prospective study of US adults. **American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine**, v. 151, n. 3, p. 669-674, 1995.

POPE, C. A.; DOCKERY, D. W. Health effects of fine particulate air pollution: lines that connect. **Air & Waste Management Association**, v. 56, n. 6, p. 709-742, 2006.

RITZ, B.; WILHELM, M.; ZHAO, Y. Air pollution and infant death in Southern California, 1989-2000. **Pediatrics**, v. 118, n. 2, p. 493-502, 2006.

RODRIGUES, C. G.; ANDRADE, M. V.; QUEIROZ, B. L.; MACHADO, C. J. The applicability of the Lee-Carter method to forecast health services use in Brazil. In: HOQUE, N.; McGEHEE, M. A.; BRADSHAW, B. **Applied demography and public health**. Springer, Applied Demographic Series, v. 3, 2013.

SALDIVA, P. H. N. et al. Air pollution and mortality in elderly people: a time-series study in São Paulo, Brazil. **Arch Environ Health**, v. 50, n. 2, p. 159-163, 1995.

SOFER, T. et al. Exposure to airborne particulate matter is associated with methylation pattern in the asthma pathway. **Epigenomics**, v. 5, n. 2, p. 147-154, April 2013.

STRUNK, B. C.; GINSBURG, P. B.; BANKER, M. I. The effect of population aging on future hospital demand. **Health Affairs (Millwood)**, n. 25, p. 141-149, 2006.

SZWARCOWALD, C. L.; MORAIS-NETO, O. L.; FRIAS, P. G.; SOUZA JUNIOR, P. R. B.; ESCALANTE, J. J. C.; LIMA, R. B.; VIOLA, R. C. Busca ativa de óbitos e nascimentos no Nordeste e na Amazônia Legal: estimação das coberturas do SIM e do Sinasc nos municípios brasileiros. In: BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Análise de Situação em Saúde. **Saúde Brasil 2010: uma análise da situação de saúde e de evidências selecionadas de impacto de ações de vigilância em saúde**. Brasília (DF): MS, 2011. p. 79-98.

ULIRSCH, G. V. et al. Effect of particulate matter air pollution on hospital admissions and medical visits for lung and heart disease in two southeast Idaho cities. **Journal of Exposure Science and Environmental Epidemiology**, n. 17, p. 478-487, 2007.

VAHLSING, C.; SMITH, K. R. Global review of national ambient air quality standards for MP10 and SO₂ (24h). **Air Quality, Atmosphere & Health**, v. 5, n. 4, p. 393-399, 2012.

VORMITTAG, E. M. P. A. A.; COSTA, R. R.; BRAGA, A. A.; MIRANDA, M. J.; NASCIMENTO, N. C.; SALDIVA, P. H. **Monitoramento da qualidade do ar no Brasil**. Instituto Saúde e Sustentabilidade, 2014. Disponível em: <<http://goo.gl/7Xvu2i>>. Acesso em: 26 jul. 2015.

WELLENIUS, G. A.; SCHWARTZ, J.; MITTLEMAN, M. A. Particulate air pollution and hospital admissions for congestive heart failure in seven United States cities. **American Journal of Cardiology**, v. 97, n. 3, p. 404-408, 2006.

WHO – World Health Organization. **Air quality guidelines** – Global Update 2005. Copenhagen: WHO, 2006. Disponível em: <<http://goo.gl/XQRNLZ>>. Acesso em: 10 out. 2014.

_____. **Health and the environment**: addressing the health impact of air pollution. Draft resolution proposed by the delegations of Albania, Chile, Colombia, France, Germany, Monaco, Norway, Panama, Sweden, Switzerland, Ukraine, United States of America, Uruguay and Zambia. Sixty-Eighth World Health Assembly. Agenda item 14.6. A68/CONF./2 Rev.1. 26 May 2015.

Sobre os autores

Cristina Guimarães Rodrigues é demógrafa, doutora em Demografia pelo Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional – Cedeplar, da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. Professora de Demografia na Fundação Instituto de Pesquisas Contábeis, Atuariais e Financeiras – Fipecafi.

Evangelina da Motta Pacheco Araújo Vormittag é médica, doutora em Patologia pela Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo – USP. Diretora do Instituto Saúde e Sustentabilidade.

Julia Affonso Cavalcante é gestora ambiental, mestranda em Geografia Humana pela Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo – USP.

Paulo Hilário Nascimento Saldiva é médico, doutor em Patologia pela Universidade de São Paulo – USP. Professor titular de Patologia na Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo – USP.

Endereço para correspondência

Cristina Guimarães Rodrigues

Alameda Fernão Cardim, 102 apto. 51, Jardim Paulista
01403-020 – São Paulo-SP, Brasil

Evangelina da Motta Pacheco Araújo Vormittag

Rua Brigadeiro Luís Antônio, 278 – 7º andar
01318-901 – São Paulo-SP, Brasil

Julia Affonso Cavalcante

Avenida Professor Afonso Bovero, 918 apto. 185, Perdizes
05019-010 – São Paulo-SP, Brasil

Paulo Hilário Nascimento Saldiva

Avenida Dr. Arnaldo, 455 sala 1103
01245-903 – São Paulo-SP, Brasil

Abstract

Forecasting of mortality and hospital admissions from public healthcare attributable to air pollution in State of São Paulo between 2011 and 2030

National air quality standards in Brazil were established in the 1990s and are now outdated in relation to international patterns. This creates a challenge for effective control of air pollution levels and contributes to increasing mortality and hospital admissions rates. In order to quantify the impact of adverse health outcomes due to the concentration of particulate matter in São Paulo, this paper aims to project the number of deaths, hospitalizations and amounts spent on

public hospital admissions from 2012 to 2030. It considers distinct scenarios of air pollution by fine particulate matter (PM_{2.5}), using the year 2011 as baseline. The results show that if air pollution continues at the current levels, it will cause more than 246 thousand deaths from all causes between 2011 and 2030, as well as some 953 thousand hospital admissions and an estimated public health cost of R\$ 1.6 billion due to hospitalizations. The magnitude of these results demonstrates the need to implement more rigorous measures to control air pollution and to encourage clean energy transportation, among other public actions, in order to reduce damage to the health of the population and to diminish government spending.

Keywords: Air pollution. Public health. Sao Paulo State. Particulate matter.

Resumen

Proyección de la mortalidad y las admisiones hospitalarias en la red pública de salud atribuibles a la contaminación atmosférica en el Estado de São Paulo entre 2011 y 2030

En Brasil, los estándares nacionales de calidad del aire datan de la década de 1990, es decir, están obsoletos en comparación con las normas internacionales, lo que dificulta un control eficaz de los niveles de contaminación y contribuye a la continuidad de las muertes y hospitalizaciones ocasionadas por esta razón. Con el fin de cuantificar el total de los resultados adversos para la salud debidas a la concentración de material particulado en el Estado de São Paulo, este trabajo tiene como objetivo realizar proyecciones de muertes, hospitalizaciones y gastos por internaciones en hospitales públicos atribuibles a la polución atmosférica en el período comprendido entre 2012 y 2030. Para ello se han considerado distintos escenarios de contaminación por material particulado fino (MP_{2,5}), tomando como referencia el año base 2011. Los resultados muestran que, manteniendo el mismo nivel de contaminación observado en esa fecha, habrá un total de más de 246.000 muertes por todas las causas entre 2011 y 2030, alrededor de 953.000 ingresos hospitalarios en el sistema público de salud y un gasto público por internaciones estimado en más de R\$ 1,6 billones. La magnitud de los resultados pone en evidencia la necesidad de implementar medidas más rigurosas para el control de la contaminación del aire, formas alternativas de transporte con energía limpia, entre otras acciones, con el fin de reducir los daños a la salud de la población y los gastos del gobierno.

Palabras clave: Contaminación del aire. Salud pública. Estado de São Paulo. Material particulado.

Recebido para publicação em 31/07/2015

Recomendado para publicação em 18/10/2015

Aceito para publicação em 22/10/2015

Simulação da quantidade máxima de domicílios permitida por quadras em Belo Horizonte*

Glauco Umbelino**
Clodoveu Davis Jr.***

O artigo propõe uma metodologia de simulação da quantidade máxima de domicílios comportada por cada quadra do município de Belo Horizonte. Os parâmetros utilizados na simulação foram extraídos das informações cadastrais da Prefeitura, associadas com os resultados dos Censos 2000 e 2010. A simulação é desenvolvida a partir de uma base georreferenciada das quadras do município, construída a partir do mapeamento dasimétrico da distribuição domiciliar na capital mineira em 2011. Em um segundo momento, é realizada a simulação do limite máximo de novos domicílios permitidos pelas leis municipais, caso todos os lotes vagos sejam ocupados em sua capacidade máxima e caso todas as edificações com potencial de demolição cedam lugar a novos edifícios residenciais também construídos em sua capacidade domiciliar máxima. Os resultados mostram qual seria o máximo de domicílios que poderia vir a se instalar em Belo Horizonte no futuro. Estas informações servem como insumo para os dados de projeções demográficas de pequenas áreas, ao apontar onde a expansão e o adensamento domiciliar podem ocorrer, bem como o limite máximo suportado em cada quadra. De forma complementar, são indicados caminhos para discutir os limites potenciais da ocupação urbana de Belo Horizonte, as áreas preferenciais de adensamento e suas implicações para o planejamento.

Palavras-chave: Simulação domiciliar. Geotecnologias. Mapeamento dasimétrico. Expansão urbana.

* Os autores agradecem as significativas contribuições do prof. Alisson Barbieri (Cedeplar – UFMG), que orientou a tese que serviu de insumo para este artigo.

** Faculdade Interdisciplinar em Humanidades (FIH), Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), Diamantina-MG, Brasil (geoglauco@gmail.com).

*** Departamento de Ciência da Computação, Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Belo Horizonte-MG, Brasil (clodoveu@dcc.ufmg.br).

Introdução

Um dos grandes desafios dos gestores municipais de países em desenvolvimento é como associar um crescimento urbano que tende a dobrar até 2025 (BREMNER et al., 2010; UNFPA, 2011) a um processo de desenvolvimento urbano inclusivo e sustentável que proporcione a geração de riqueza, a qualidade de vida e a qualidade ambiental para habitantes do presente e do futuro (MARTINE, 2007; BREMNER et al., 2010). A expansão urbana (horizontal) das cidades passa cada vez mais a ser acompanhada do adensamento (expansão vertical) na maioria dos aglomerados urbanos, o que agrava seus problemas de planejamento à medida que a população aumenta (LEMONS et al., 2004; PDDI, 2011; UNFPA, 2011).

Além das questões sobre o desenvolvimento sustentável e inclusivo, a tendência de concentração urbana e os efeitos decorrentes deste processo constituem um grande desafio para o planejamento territorial em termos da ordenação do adensamento (BREMNER et al., 2010; UNFPA, 2011). Tal ordenação tende a evitar ocupações irregulares, bem como prover a população com serviços públicos, infraestrutura urbana e qualidade ambiental adequada nos espaços urbanos.

Equilibrar as demandas por um desenvolvimento urbano inclusivo de forma a contemplar questões físico-territoriais, econômicas, sociais, políticas, ambientais e de gestão tem sido o maior desafio da administração municipal em grandes centros urbanos. Diante desse quadro, a administração pública municipal demanda competência e efetividade dos seus gestores, que devem agir por meio de instrumentos técnicos, modernos e práticos de planejamento e gestão, tais como os advindos das geotecnologias (TORRES, 2006; REZENDE; ULTRAMARI, 2007; UNFPA, 2011).

Essa demanda por qualificação do processo de planejamento encontra um grande desafio nos números: o Censo Demográfico de 2010 mostrou um contingente de 190.755.799 habitantes vivendo em 67.569.688 domicílios. Calculou-se que cerca de 84% dessa população está localizada em áreas urbanas, que ocupam aproximadamente 101.503 km², correspondendo a 1,2% do território nacional (IBGE, 2011). No caso de Belo Horizonte, dos 332,3 km² do município, foi mensurado que 294,7 km² estão ocupados pela mancha urbana¹ e vários locais se encontram com a ocupação futura aprovada, sendo o mais expressivo o Plano Urbano Ambiental da Região do Isidoro, que contempla a expansão urbana de uma área aproximada de 5 km² (BELO HORIZONTE, 2010).

Nesse contexto, o presente trabalho propõe uma metodologia de simulação por quadra² da capacidade máxima de domicílios permitida em Belo Horizonte, a partir da análise da legislação urbanística e ambiental municipal (Leis n. 7.165/96, 7.166/96 e 9.959/10). Os parâmetros utilizados foram extraídos das informações cadastrais da Prefeitura de Belo

¹ O conceito de mancha urbana é amplo e complexo em sua definição, mas para fins práticos e metodológicos considerou-se mancha urbana, neste trabalho, a área do município que possui algum elemento de infraestrutura urbana, tais como edificações, equipamentos públicos, ruas e praças.

² A quadra ou quarteirão é a unidade de análise formada por um polígono circundado pela malha viária, que comporta todos os lotes e espaços públicos do município.

Horizonte (PBH), associadas aos dados do Universo dos Censos Demográficos de 2000 e 2010. A simulação foi desenvolvida utilizando um Sistema de Informação Geográfica (SIG), que busca simular a realidade do espaço geográfico, permitindo armazenamento, manipulação e análise de dados geográficos num ambiente computacional.

O SIG empregado nesse artigo é representado por uma base georreferenciada para todas as quadras do município, construída a partir do mapeamento dasimétrico (explicado na seção metodológica) da distribuição domiciliar na capital em 2011. Em um segundo momento, o limite máximo de novos domicílios permitidos por lei é estimado, tomando-se como pressupostos: a ocupação de todos os lotes vagos em sua capacidade máxima domiciliar, instituída por lei em cada classe do zoneamento; e a demolição das edificações que possam, potencialmente, ceder lugar a novos edifícios residenciais também construídos em sua capacidade domiciliar máxima.

Os resultados mostram o número atual de domicílios e o máximo de domicílios que poderiam vir a se instalar em cada quadra do município se os pressupostos forem mantidos. As informações produzidas fornecem subsídios para informar instrumentos de planejamento, caminhos para discutir as dimensões da ocupação urbana de médio prazo, os limites potenciais da ocupação humana, as áreas preferenciais de adensamento e as implicações dessa ocupação para o planejamento da capital (TORRES, 2006; REIBEL; AGRAWAL, 2007; JANNUZZI, 2007; SANTOS, 2010). Além disso, os resultados propõem uma contribuição metodológica para estudos demográficos em pequenas áreas, ao possibilitar simulações espaciais em espaços intraurbanos para investigar cenários de demandas sociais, apontando *onde* a expansão e o adensamento urbano podem ocorrer, bem como o *limite máximo suportado* em cada quadra, caso os parâmetros de adensamento em cada classe de zoneamento previstos na Lei n. 9.959/10 sejam utilizados em sua totalidade (BELO HORIZONTE, 2010; PDDI, 2011).

A próxima seção traz uma síntese da expansão domiciliar em Belo Horizonte nos últimos anos, assim como os principais instrumentos reguladores do espaço urbano da capital. Em seguida, é feita a apresentação da metodologia e informações utilizadas na criação dos dois cenários de adensamento, complementada com os resultados, conclusões e considerações finais.

Adensamento domiciliar e instrumentos reguladores do espaço urbano de Belo Horizonte

O planejamento da ocupação do espaço é uma marca instaurada em Belo Horizonte desde a sua criação, em 1897, conferindo-lhe, segundo Matos (1992), o título de primeira capital planejada implantada no país. Desde seu surgimento, esteve presente a implantação de mecanismos voltados para o ordenamento do espaço urbano, embora a maioria provocou diversos efeitos colaterais que dificultaram a gestão urbana municipal (MATOS, 1992; EPAMINONDAS, 2006).

Em 1976 foi lançada a Lei Municipal n. 2.662, também conhecida como Lei de Uso e Ocupação do Solo (Luos), a qual foi apontada por Ferreira (1999) como a primeira tentativa de ordenação da produção do meio urbano e que anunciou o fim da expansão urbana sem a efetiva presença de um processo de planejamento urbano. Em 1979, entrou em vigor a Lei Federal n. 6.766, que dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e definiu loteamentos e desmembramentos, além de ditar normas para os parcelamentos urbanos. A partir de então, todos os municípios brasileiros deveriam criar sua legislação de parcelamento do solo com base nos parâmetros desta Lei (BRASIL, 1979; CAVALCANTI, 1999).

Com a promulgação da Constituição Federal de 1988, o Plano Diretor Municipal (PDM) consolidou-se como um instrumento importante e obrigatório para o planejamento urbano dos municípios populosos. Os princípios que norteiam o PDM apareceram com maior robustez em 2001, com a criação do Estatuto da Cidade (BRASIL, 2005). O PDM de Belo Horizonte foi elaborado em 1996 (Lei n. 7.165), assim como a Lei de Parcelamento, Ocupação e Uso do Solo ou LPOUS (Lei n. 7.166). Por influência direta da Constituição Federal de 1988, as Leis instituídas em 1996 visavam a alteração da lógica de ocupação e de ordenamento do espaço urbano.

Em 2010 foi lançada, em Belo Horizonte, a Lei n. 9.959, que altera as Leis n. 7.165/96 e 7.166/96, de forma mais restritiva no que tange ao adensamento e à expansão urbana do município, que já contava com 2,37 milhões de habitantes e quase 800 mil domicílios (IBGE, 2011; BELO HORIZONTE, 2011a).

A análise da evolução da legislação municipal que trata da expansão urbana e adensamento do município permite diagnosticar que, apesar da maior restrição nos critérios de uso e ocupação do solo, a legislação vigente até 2010 possibilitou a saturação e conurbação do espaço urbano do município, assim como o aumento do número de domicílios por quadras (adensamento domiciliar) em níveis de verticalização incompatíveis com a infraestrutura urbana. O resultado foi a criação de problemas de difícil solução para a capital, tais como déficit habitacional, verticalização da paisagem e acúmulo de veículos. Segundo Lemos et al. (2004), como a mancha urbana ocupou praticamente todo o município, restou ao zoneamento da capital estimular o adensamento domiciliar nucleado, que prioriza a descentralização de atividades e que, espera-se, não condicione a uma contínua degradação da qualidade do ambiente urbano.

A Lei Municipal n. 9.959/10 (BELO HORIZONTE, 2010), que vigora atualmente, forneceu os parâmetros necessários para as simulações deste trabalho. Como o PDM e a LPOUS definem critérios e limites para o exercício do direito de propriedade, o principal instrumento utilizado para a definição do modo pelo qual a função social da propriedade deve ser cumprida é o zoneamento, que divide o território municipal em glebas, conforme critérios que atendem ao modelo de ordenamento territorial traçado. O zoneamento atual é dividido nas seguintes categorias: Zona de Preservação Ambiental (ZPA); Zona de Proteção (ZP); Zona de Adensamento Restrito (ZAR); Zona de Adensamento Preferencial (ZAP); Zona Central (ZC); Zona Adensada (ZA); Zona de Especial Interesse Social (Zeis); e Zona de Grandes Equipamentos (ZE).

Os limites praticáveis nas edificações construídas em cada tipo de zoneamento são dados pelos valores dos parâmetros urbanísticos do PDM, sendo que a quota de terreno por unidade habitacional (QT), vinculada ao zoneamento, é o parâmetro da Lei n. 9.959/10, que define, para cada tipo de zona, o número máximo de domicílios comportado por lote. A QT é o instrumento que controla o nível de adensamento domiciliar nas edificações destinadas ao uso residencial ou na parte residencial das edificações de uso misto. O Quadro 1 apresenta os valores mínimos em m² da QT permitida para cada domicílio em cada categoria do zoneamento descrita anteriormente (BELO HORIZONTE, 2010). A título de ilustração, um terreno de 800m² localizado no zoneamento ZA (QT de 40m²/un.) pode possuir no máximo 20 domicílios. Se este mesmo terreno estivesse localizado no zoneamento ZP-3 (QT de 200m²/un.), é possível a construção de até quatro domicílios.

QUADRO 1
Parâmetros urbanísticos relativos à quota de terreno por unidade habitacional por categoria de zoneamento
Município de Belo Horizonte – 2011

Categoria do zoneamento	Quota de terreno por unidade habitacional (m ² /un.)
ZPAM	-
ZP-1	2.500
ZP-2	1.000
ZP-3	200
ZAR-1	180
ZAR-2	45
ZA	40
ZAP	40
ZHIP	8
ZCBH	20
ZCBA	25
ZCVN	25
Zeis	-
ZE	-

Fonte: Belo Horizonte (2010).

Metodologia

Para o desenvolvimento da metodologia, foram definidas algumas estratégias com base nos textos de Cota (2002, 2010), Lemos et al. (2004) e PDDI (2011), na análise das Leis n. 7.165/96, 7.166/96 e 9.959/10, que tratam da evolução da legislação sobre o uso e ocupação do solo em Belo Horizonte, e em um processo de criação dos pressupostos e validação dos dados básicos pela equipe de técnicos da Secretaria Municipal Adjunta de Planejamento Urbano (SMAPU-PBH), no período 2011-2012. Assim:

- este trabalho simula a ocupação máxima somente nas classes de zoneamento que permitem construções do tipo “residencial”, caracterizado pelos domicílios. Classes

de zoneamento dedicadas a ocupações do tipo “não residencial”, como indústria, comércio, serviços e equipamentos públicos, não foram consideradas passíveis de construções do tipo “residencial”, não sendo incorporadas na simulação;

- o processo de expansão domiciliar ocorrerá a partir da construção de novas edificações em lotes vagos ou em locais que possam ser demolidos, sendo que, sempre que o zoneamento aceitar, as novas construções serão do tipo apartamento e não do tipo casa;
- as Leis municipais n. 7.165/96, 7.166/96 e 9.959/10, referentes a parcelamento, ocupação e uso do solo no município, influenciarão diretamente na expansão das áreas urbanas e no adensamento dos espaços já ocupados:
 - o zoneamento municipal não deve sofrer alterações;
 - as categorias de zoneamento impróprias ao uso domiciliar não serão ocupadas por moradias;
 - o adensamento domiciliar nas áreas de vilas e aglomerados (Zeis-1 e Zeis-3) continuará a ocorrer em ritmo parecido com o restante da capital;
 - as quadras do município passíveis de ocupação, mas que não possuem lotes vagos ou edificações potenciais para demolição, manterão seu estoque domiciliar ao longo do tempo;
- o cenário de adensamento domiciliar utilizou a quota de terreno praticada pelo mercado imobiliário em vez daquela prevista na Lei n. 9.959/10, cujos valores estão em processo de revisão por não serem condizentes com a realidade do município;
- os grandes empreendimentos estruturadores do espaço no vetor norte da capital – Linha Verde, Aeroporto Industrial de Confins, Cidade Administrativa do Governo do Estado e Anel Viário Norte – aumentarão a pressão sobre áreas passíveis de crescimento domiciliar em toda a porção setentrional do município;
- a região do Isidoro passará, na próxima década, por um intenso processo de adensamento domiciliar, pois possui um Plano de Urbanização que permite um aumento de até 67 mil novos domicílios.

Os próximos tópicos apresentam uma descrição mais detalhada do processo de simulação da capacidade de adensamento domiciliar de Belo Horizonte.

Uso do SIG e mapeamento dasimétrico para projetar a capacidade de carga urbana

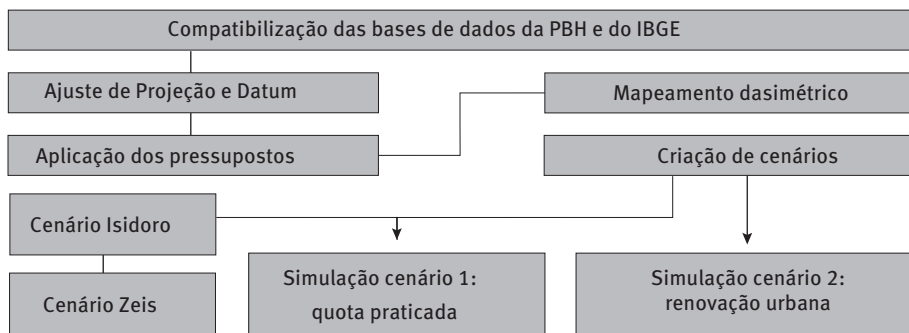
Reunindo dados relevantes para esta pesquisa, foi construído um SIG cujo conteúdo será descrito adiante. Para conferir maior precisão às análises que envolvem a densidade de parâmetros, como o número de domicílios ou a população em cada quadra, utilizou-se a técnica de mapeamento dasimétrico, que consiste em distribuir valores conhecidos para uma unidade espacial de referência apenas sobre partes de sua área em que se sabe que o fenômeno se manifesta (EICHER; BREWER, 2001; MENNIS; HULTGREN, 2006). Por

exemplo, conhecendo a população de um setor censitário e sabendo que ela se concentra nas quadras e lotes residenciais, é possível excluir da distribuição espacial as áreas de outra natureza (arruamento, parques, canteiros, praças, indústrias e áreas comerciais não habitadas). Esta técnica pode ser considerada uma sofisticação de um mapa coroplético (mapa temático poligonal convencional), pois utiliza dados auxiliares para refinar a representação da distribuição espacial da variável analisada.

A metodologia apresentada a seguir foi elaborada e validada em conjunto com os técnicos da Secretaria Municipal Adjunta de Planejamento Urbano de Belo Horizonte (SMAPU).³ Todas as informações vetoriais adquiridas passaram por um processo de compatibilização das bases de dados, utilizando o programa MapInfo 11. Inicialmente, os arquivos georreferenciados tiveram seu limite geográfico adaptado de forma a corresponder à delimitação oficial do município de Belo Horizonte. Em um segundo momento, todos os arquivos com as malhas digitais foram ajustados à projeção geográfica UTM (Universal Transversa de Mercator), Fuso 23 Sul, Datum SIRGAS 2000.

A Figura 1 mostra a estrutura desenvolvida para três porções distintas do município (região do Isidoro, região das Zeis e demais áreas), possibilitando a criação dos cenários que compõem o artigo, descritos na próxima seção.

FIGURA 1
Etapas do processo de criação dos cenários de simulação do número máximo de domicílios para a área urbana de Belo Horizonte em ambiente SIG



Bases de dados utilizadas nas simulações

O Quadro 2 traz as informações básicas disponibilizadas pela Prefeitura de Belo Horizonte e pelo IBGE, que serviram de insumos para as estimativas de número máximo de domicílios possível a partir da aplicação da lei municipal vigente. Cada informação apresentada neste quadro é uma base de dados georreferenciada sobre uso e ocupação do solo de Belo Horizonte.

³ As bases de dados cadastrais da capital foram gentilmente cedidas pela SMAPU-PBH, para uso exclusivo na realização desta pesquisa. Os resultados deste trabalho estão sendo utilizados pela Prefeitura de Belo Horizonte para subsidiar os nove Planos Diretores das Regionais de Planejamento do município.

QUADRO 2

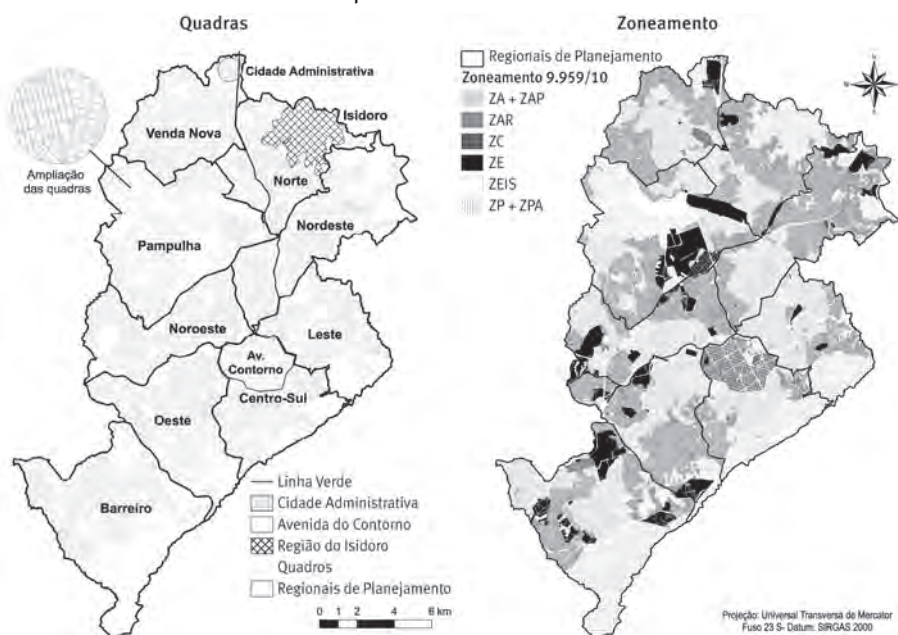
Variáveis e origem (bases de dados) utilizadas como insumo para a simulação do número máximo de domicílios para a área urbana de Belo Horizonte

Informações / bases georreferenciadas	Descrição
Quadras	A base de quadras de Belo Horizonte, referente ao Cadastro Técnico Municipal (CTM) de setembro de 2011 (BELO HORIZONTE, 2011b), é uma base vetorial formada por 17.448 polígonos que correspondem a todas as quadras do município, com informações atualizadas segundo a Lei n. 9.959/10.
Regional de Planejamento	A base atualizada com as delimitações das Regionais de Planejamento da capital foi extraída do Cadastro Técnico Municipal (CTM) de setembro de 2011 (BELO HORIZONTE, 2011c) e possui nove polígonos que foram utilizados para possibilitar uma interpretação dos resultados por regional.
Cadastro de contribuintes do IPTU	A base de faces dos lotes de Belo Horizonte, referente a setembro de 2011, foi extraída do cadastro do Imposto sobre a Propriedade Predial e Territorial Urbana (BELO HORIZONTE, 2011b). Trata-se de uma base vetorial formada por 705.850 linhas que correspondem a todas as faces de lotes do município, com informações utilizadas para a coleta do IPTU. Cada face possui os seguintes atributos: área do terreno em m ² ; área construída no terreno em m ² ; tipo de ocupação (residencial, não residencial e territorial); tipo construtivo (casa, barracão, apartamento, área comercial e lote vago); e quantidade de domicílios por registro. Para a criação de uma evolução temporal das informações, foram utilizadas as mesmas bases com as datas de referência em julho de 2006 e agosto de 2010.
Zoneamento	O zoneamento de Belo Horizonte em setembro de 2011 (BELO HORIZONTE, 2011d) é representado por uma base vetorial formada por 16.492 polígonos que correspondem a todas as manchas de zoneamento do município, com informações atualizadas conforme a Lei n. 9.959/10. Cada mancha possui atributos referentes ao zoneamento específico, que pode englobar uma porção ou a área total de cada quadra do município.
Tipologias de ocupação	As informações georreferenciadas de tipologias de ocupação foram extraídas do CTM de setembro de 2011 (BELO HORIZONTE, 2011c) e são formadas por 336.051 polígonos que representam todos os lotes cadastrados do município, com informações sobre a tipologia de ocupação do lote, ano de construção, quantidade de pavimentos da edificação, tipo de uso e área do lote.
Setores censitários	Os arquivos georreferenciados referentes aos setores censitários (SCs) dos Censos de 2000 e 2010 (IBGE, 2002, 2011) foram utilizados de forma complementar, para suprir informações das áreas de vilas e favelas do município, que possuem baixa cobertura no cadastro do IPTU.

Fonte: Belo Horizonte (2011b, 2011c, 2011d), IBGE (2011).

Na Figura 2, o primeiro mapa mostra os limites das nove Regiões de Planejamento e as 17.155 quadras da capital e o segundo apresenta as 19.008 manchas que formam as 15 categorias de zoneamento presentes na Lei n. 9.959/10, as quais representam as unidades referidas na lei com os valores permitidos para construção residencial.

FIGURA 2
Regiões de Planejamento, quadras e zoneamento atualizados pela Lei 9.959/10
Município de Belo Horizonte – 2011



Fonte: Belo Horizonte (2011b, 2011c, 2011d), IBGE (2011).

Adensamento domiciliar de Belo Horizonte

Os cenários construídos neste artigo buscaram projetar o número máximo de domicílios que podem vir a ser edificados em Belo Horizonte, adotando-se como pressuposto que todas as áreas vazias e com potencial de reconstrução sejam utilizadas para fins de habitação. Inicialmente, foi necessária a aplicação do mapeamento dasimétrico para o ajuste de todas as bases de informação, de tal forma que houvesse uma perfeita sobreposição espacial entre todas as bases de dados e que todas as informações possuíssem atributos devidamente preenchidos. Para a criação dos cenários, foram realizadas as seguintes etapas de manipulação das informações:⁴

- divisão da base de cadastro do IPTU segundo a variável “tipo de construção” em dois arquivos: “IPTU residencial” e “IPTU territorial”, com a exclusão dos dados não residenciais (lojas, salas, galpões, etc.);
- compatibilização dos vetores com sobreposição espacial na base IPTU residencial, como no caso dos edifícios e condomínios;
- ajuste da área dos lotes que possuíam área maior do que a quadra ou que estavam muito discrepantes na amostra;

⁴ Algumas dessas etapas foram necessárias para corrigir erros existentes nas bases.

- verificação manual e retirada da maioria dos lotes cujo tamanho é 60% superior ao tamanho total da quadra na qual ele está inserido, o que permitiu localizar antigos loteamentos que foram divididos em glebas menores e ainda não haviam sido excluídos da base cadastral da Prefeitura;
- exclusão de todos os lotes vagos nos zoneamentos ZE, ZPAM, Zeis-1 e Zeis-3, uma vez que a Lei n. 9.959/10 não permite que estes espaços sejam edificados com novos domicílios;
- exclusão de todos os lotes vagos sobrepostos às bases de áreas verdes (áreas protegidas, Programa BH Verde, Parques Municipais atuais e futuros, Reserva Particular Ecológica);
- exclusão de todos os lotes vagos da base do IPTU que não fossem sobrepostos à categoria de uso “lote vago” ou “nulo (existe lote mas sem cadastro no IPTU)” da base do CTM;⁵
- exclusão de lotes vagos com projetos de construção aprovados pela PBH: 236 lotes vagos com projetos aprovados do tipo não residencial; e 1.814 lotes vagos com projetos aprovados do tipo residencial;⁶
- justaposição das bases “IPTU residencial” e “IPTU territorial” com a base de quadras. Cálculo para cada quadra: área total (m²) dos terrenos residenciais; área total construída (m²) nos terrenos residenciais; quantidade total de domicílios; quantidade de casas, barracões e apartamentos; quantidade de lotes vagos; área total (m²) dos lotes vagos; e área total (m²) da quadra;
- exclusão das quadras com os zoneamentos ZE, ZPAM e Zeis. Para o caso das Zeis, foi elaborado um método específico, descrito adiante.

Após todos os ajustes, foi construído um cenário de adensamento via lotes vagos apresentado a seguir.

Cenário 1: ocupação dos lotes vagos utilizando a quota praticada

O cenário 1 apresenta para cada quadra o quantitativo máximo de domicílios que pode ocorrer, caso os lotes vagos desta quadra sejam adensados usando a QT média de cada quadra praticada pelo mercado imobiliário entre 2008 e 2011. A justificativa de criação deste cenário 1 se deu pelo fato, comprovado a partir da análise das informações cadastrais, de que a dinâmica do mercado imobiliário do município pratica uma quota de terreno usualmente mais elevada do que a prevista na Lei n. 9.959/10.

⁵ Para esses lotes excluídos, foi calculado o número de domicílios, extraídos da base do CTM. Os resultados foram incorporados à base “IPTU residencial”, dado que esses “lotes vagos” já estão ocupados e não estão atualizados no cadastro do IPTU.

⁶ Para esses lotes excluídos, foi calculado o número de domicílios, extraídos do cadastro de unidades planejadas existente na base de Projetos Aprovados da PBH. Os resultados foram incorporados à base “IPTU residencial”, dado que esses “lotes vagos” já possuem planejamento de uso domiciliar.

O cálculo da QT praticada pelo mercado imobiliário do município foi realizado a partir da divisão da área total do lote da edificação do Cadastro Técnico Municipal pela quantidade de domicílios cadastrados no lote. Os resultados foram refinados segundo a análise anual da evolução da QT praticada em cada quadra, entre 1970 e 2011, para o total de domicílios, assim como para as construções do tipo casa e apartamento. A evolução temporal da média por quadra das QT praticadas pelo mercado é apresentada na Tabela 1. Os dados apontam, para o total municipal, uma tendência nas últimas duas décadas de diminuição da quota praticada, principalmente nos domicílios do tipo apartamento. Nesse contexto, os valores obtidos para apartamentos no período de 2008 a 2011, mais próximos do praticado atualmente pelos agentes imobiliários, foram escolhidos como parâmetro para calcular a QT de cada quadra que irá integrar a razão de adensamento do cenário 1.

TABELA 1
Média da quota de terreno praticada, segundo tipos de domicílio
Município de Belo Horizonte – 1970-2011

Tipos de domicílio	Quota média (em m ² /domicílio)				
	1970-1980	1981-1990	1991-2000	2001-2007	2008-2011
Total de domicílios	217,6	226,6	224,9	219,5	174,1
Domicílios do tipo casa	225,6	236,4	258,0	283,3	274,7
Domicílios do tipo apartamento	63,2	63,1	68,7	62,8	60,8

Fonte: Belo Horizonte (2011a).

Também confirmam o pressuposto descrito anteriormente os dados referentes ao número de domicílios particulares permanentes captados nos Censos Demográficos de 2000 e 2010 (IBGE 2002, 2011). Uma análise pormenorizada mostrou que, na última década, a taxa de crescimento geométrico anual (TCG) dos apartamentos foi de 4,0% ao ano, contra 0,9% para os domicílios do tipo casa. Entre 2000 e 2010, o número de casas no município aumentou em 41 mil unidades, passando de 458.893 para 499.867, enquanto o de apartamentos ampliou-se em 81 mil unidades (de 169.554 para 251.275).

Para as quadras que não tiveram construção do tipo apartamento entre 2008 e 2011, foi calculada a média de QT praticada em cada zoneamento, dentro de cada Regional de Planejamento do município, de tal forma a se obter uma QT média para cada espaço intraurbano.

A única exceção foi feita para as quadras localizadas nas tipologias ZP-1 e ZP-2, que seguiram as diretrizes previstas na Lei n. 9.959/10. Dessa forma, para as quadras inseridas na categoria ZP-1, a QT foi calculada da seguinte forma:

- QT de 2.500 m²/un. para lotes com área maior ou igual a 2.500 m²;
 - QT do tamanho do terreno para lotes com área menor que 2.500 m².
- Para as quadras inseridas em ZP-2, a QT foi calculada da seguinte forma:
- QT de 1.000 m²/un. para lotes com área maior ou igual a 1.000 m²;
 - QT do tamanho do terreno para lotes com área menor que 1.000 m².

Feitas todas as ressalvas, o cálculo do número de domicílios no cenário 1 foi realizado a partir da seguinte razão de adensamento:

$$(Lv \text{ Iptu} / \text{quota praticada}) + EcTot$$

onde:

Lv Iptu = área em m² disponível para construção domiciliar na quadra;

Quota praticada = quota de terreno por unidade habitacional (m²/un.) praticada na quadra ou no zoneamento por regional (onde não existia informação por quadra);

EcTot = total de domicílios existentes em setembro de 2011.

Devido às diversas possibilidades de adensamento presentes no meio urbano da capital, este cenário teve que ser adaptado a duas peculiaridades existentes que são detalhadas a seguir.

Complemento ao cenário 1: cálculo dos domicílios atuais e futuros das categorias Zeis-1 e Zeis-3

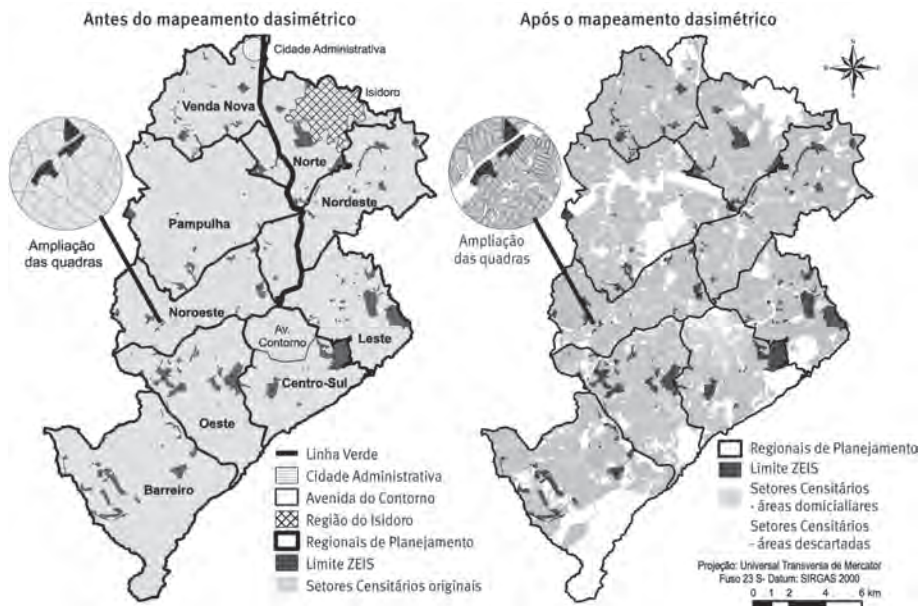
O mapeamento dasimétrico dos setores censitários de 2000 e 2010 mostrou-se mais preciso para gerar as informações domiciliares para as quadras cobertas pelos zoneamentos Zeis-1 e Zeis-3, que representam as vilas e aglomerados distribuídos ao longo de todo o município. Este mapeamento apresentou-se mais confiável em função da imprecisão dos registros da Prefeitura de Belo Horizonte sobre a população residente nas áreas de vilas e favelas.

Para o cenário 1, que segue as tendências de adensamento domiciliar da capital, foi constatado que o número de domicílios nas Zeis cresceu na última década a uma TCG de 1,82% ao ano, valor ligeiramente inferior à taxa de 1,94% ao ano, referente ao total de domicílios do município. Entre 2000 e 2010, o número de moradias nessas zonas passou de 83.455 para 99.964 (IBGE, 2002, 2011). Isso representa um diferencial de 16,5 mil domicílios, demonstrando que essas áreas continuam em processo de crescimento domiciliar, ao contrário do que é desejado nos instrumentos urbanísticos previstos no Estatuto das Cidades e na Lei n. 9.959/10.

A primeira etapa necessária para o cálculo de adensamento das Zeis foi a compatibilização dos setores censitários de 2000 e 2010, conforme a metodologia desenvolvida por Umbelino (2007). Após a compatibilização, o mapeamento dasimétrico foi utilizado nos setores, conforme pode ser verificado na Figura 3. O primeiro mapa mostra o limite de todos os setores censitários, enquanto o segundo apresenta o resultado após estes terem sua área total filtrada pela subtração das áreas de preservação, arruamento, equipamentos públicos e locais de comércio/serviços, de tal forma que se obteve a área líquida de cada setor (ocupada somente por moradias). Dessa forma, 3.935 setores censitários de 2010 foram unificados com os 2.563 setores censitários de 2000, resultando em uma base de 3.880 polígonos que representam a área ocupada por domicílios na capital. Esse procedimento possibilitou a análise temporal dos dados censitários na menor escala de desagregação possível.

O próximo ajuste foi a adaptação das informações censitárias de agosto de 2010 para a data de referência dessa pesquisa, por meio da extrapolação da TCG de cada setor entre 2000 e 2010, o que resultou em uma estimativa de 101.723 domicílios existentes nas Zeis em setembro de 2011.

FIGURA 3
Setores censitários compatibilizados antes e após o mapeamento dasimétrico, para a estimativa domiciliar das Zeis
Município de Belo Horizonte – 2011



Fonte: Belo Horizonte (2011b, 2011c, 2011d), IBGE (2011).

Para o cálculo dos domicílios futuros que podem surgir nas Zeis, via construção nas áreas vagas ou adensamento domiciliar (também conhecidos como “puxadinhos”), foram adotados os procedimentos apresentados a seguir.

Construção nas áreas vagas:

- a partir da área não ocupada (m²) em 2011 em cada quadra e da densidade média domiciliar de ocupação (9.387 dom./km²) das Zeis, foi calculado o número aproximado de domicílios que cada quadra ainda comportaria, caso essa densidade média fosse aplicada na área não ocupada.

Adensamento (verticalização):

- para as quadras com TCG nula ou negativa entre 2000 e 2011 foi adotado o pressuposto de que o adensamento não ocorrerá nesses locais;
- para as quadras com TCG positiva e acima da densidade domiciliar média (9.387 dom./km²), também foi adotado o pressuposto de que o adensamento da quadra na área construída não ocorrerá, dado que o espaço edificado já está saturado;

- nas quadras com TCG positiva e abaixo da densidade domiciliar média, foi calculado o número de domicílios que ainda podem surgir (puxadinhos), caso o adensamento médio seja atingido nessas quadras.

Complemento ao cenário 1: cálculo dos domicílios futuros para a região do Isidoro

A porção norte do município de Belo Horizonte é uma região que, nos últimos anos, tem vivenciado forte pressão do mercado imobiliário em função de diversos investimentos, como a implantação da Cidade Administrativa, a criação da Linha Verde e a reestruturação do aeroporto de Confins (BELO HORIZONTE, 2010; COTA, 2010; PDDI, 2011). A região do Isidoro localiza-se no extremo norte da capital, na Regional de Planejamento Norte. Além de possuir uma localização estratégica no contexto metropolitano, o local caracteriza-se por estar predominantemente desocupado, sendo a última grande fronteira de expansão urbana de Belo Horizonte, com a maior porção de terra contínua passível de parcelamento existente no município, em uma área de 9,6 km² (BELO HORIZONTE, 2010).

Para minimizar a ocupação desordenada do local, a Prefeitura elaborou o segundo Plano Urbano Ambiental da Região do Isidoro, que visa promover, após 2015, a proteção e recuperação ambiental da região, por meio de um processo de ocupação ordenado (BELO HORIZONTE, 2010; COTA, 2010). As diretrizes do Plano preveem, para a próxima década, a construção de um contingente máximo de 67.623 domicílios (cenário adensamento populacional máximo), que foi adotado como pressuposto para integrar os resultados da região do Isidoro, presentes no cenário 1 (BELO HORIZONTE, 2011b).

Cenário 2: renovação urbana via demolições

O cenário 2, diferentemente dos pressupostos do cenário 1, visa simular o máximo de domicílios que podem surgir no município, oriundos da renovação urbana, ou seja, caso todos os domicílios com potencial de demolição cedam lugar a novas edificações residenciais construídas em sua capacidade domiciliar máxima.

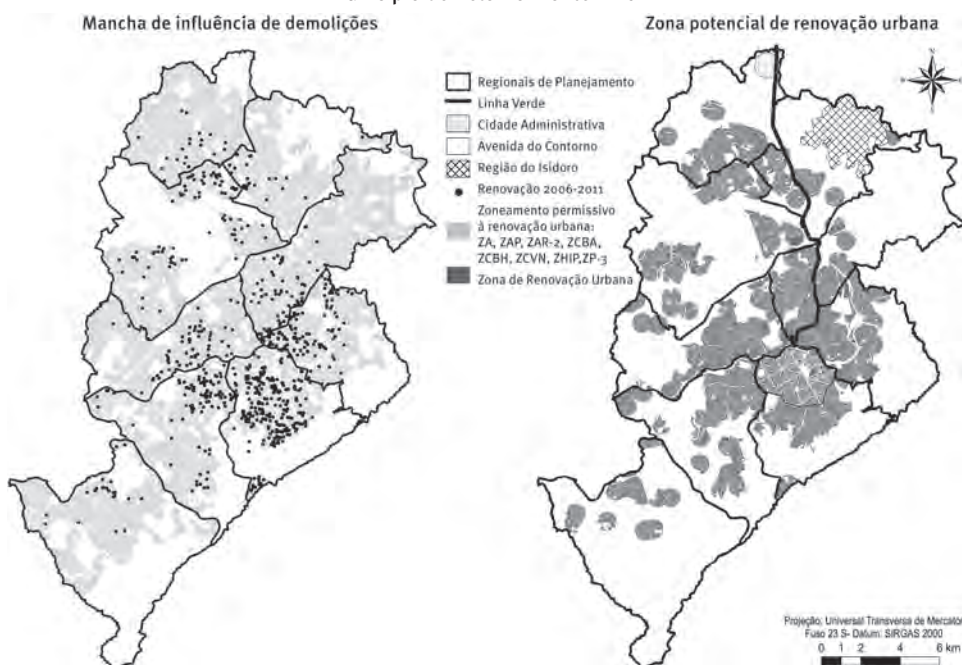
O primeiro procedimento para simular o processo de renovação urbana domiciliar foi adotar como pressuposto a criação de um único cenário, tomando-se como parâmetro a QT praticada pelo mercado imobiliário. Em seguida, foi analisada a evolução temporal das bases do tipo residencial do cadastro de contribuintes do IPTU, referentes a julho de 2006, agosto de 2010 e setembro de 2011. Na comparação entre a localização espacial e o número do CTM das três bases, encontraram-se as edificações do tipo apartamento existentes em 2011 que, nos períodos anteriores, eram casas, barracões ou edificações do tipo apartamento, mas com número menor de moradias do que em 2011. Acredita-se que dessa forma tenha sido possível captar todas as demolições recentes ocorridas no município em prol da renovação urbana.

Os dados cadastrais revelaram que, em todo o período analisado, ocorreram 700 alterações em registros de edificações do município, originando 11.373 novos domicílios que podem ser caracterizados como oriundos da renovação urbana. Entre 2006 e 2010,

509 registros de edificações foram renovados, originando 6.736 domicílios. Entre 2010 e 2011, 191 registros de edificações foram renovados, gerando 4.637 domicílios.

Na Figura 4, elaborada a partir da espacialização das referidas edificações, o primeiro mapa apresenta a mancha de influência de demolições, criada por meio do método de análise espacial *Distance*⁷ existente no programa Idrisi, sendo estimados 500 metros a partir de cada edificação com potencial de demolição. No segundo mapa, estas informações foram filtradas pela sobreposição desta mancha com as categorias de zoneamento que permitem a renovação urbana. O produto final foi uma área denominada zona potencial de renovação urbana.

FIGURA 4
Mancha de influência de demolições por zoneamento e zona potencial de renovação urbana, passível de demolições
Município de Belo Horizonte – 2011



Fonte: Belo Horizonte (2011b, 2011c, 2011d), IBGE (2011).

Como a maioria dos domicílios localizados na zona potencial de renovação urbana não necessariamente será demolida, o próximo passo foi detectar características das edificações que as tornassem passíveis de demolição. Para isso, foram analisados padrões comuns nas variáveis disponíveis no SIG das edificações que sofreram renovação urbana entre 2006 e 2011. Foi feita a remoção de toda edificação dentro da zona de renovação urbana que: foi

⁷ Módulo do programa Idrisi que calcula a distância euclidiana de cada célula da imagem às células analisadas, permitindo a obtenção de áreas de influência na forma de anéis concêntricos, ou *buffers* (EASTMAN, 2009).

construída após o ano 2000; possui área do lote inferior a 360m²; possui alto padrão de acabamento construtivo (padrão P5); tem mais de dez domicílios por lote; possui quatro ou mais pavimentos; e não seja classificada na base de tipologia de ocupação como Zeis, clubes, equipamentos de saúde e instituições religiosas.

Resultados

Apesar de todos os resultados das simulações terem sido obtidos na escala de quadras, para fins de análise optou-se pela agregação dos dados por Regional de Planejamento. A Tabela 2 apresenta o número de domicílios existentes na planta cadastral de Belo Horizonte e os resultados, para os dois cenários de simulação, do número potencial de domicílios a serem adicionados a Belo Horizonte ao longo do tempo.

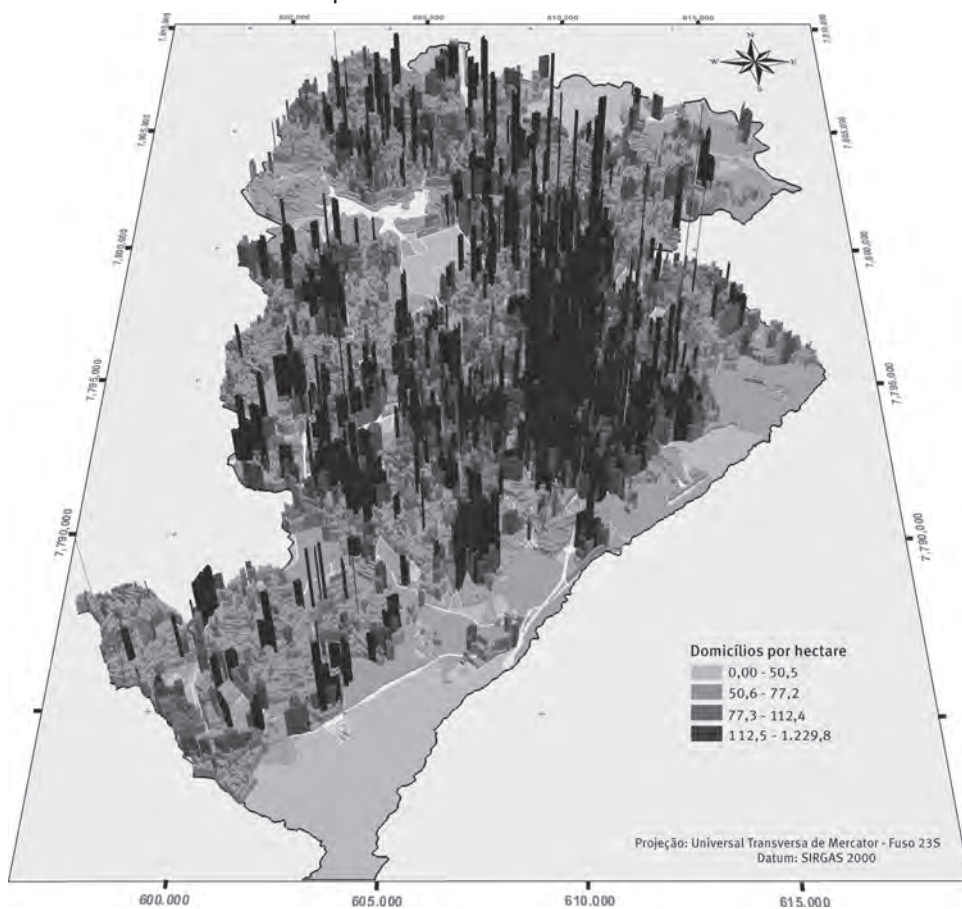
TABELA 2
Domicílios existentes na planta cadastral e potenciais domicílios a serem construídos, por cenários simulados, segundo Regional de Planejamento
Município de Belo Horizonte – 2011

Regional	Domicílios existentes	Lotes vagos	Domicílios a serem construídos		Total (domicílios existentes + cenários 1 e 2)
			Cenário 1 (quota praticada)	Cenário 2 (renovação urbana)	
Barreiro	76.630	2.241	22.712	27.039	126.381
Centro-Sul	132.930	2.145	13.467	19.227	165.624
Leste	77.062	780	10.788	60.377	148.227
Nordeste	88.243	3.230	46.458	34.274	168.975
Noroeste	88.399	1.258	7.732	36.264	132.395
Norte (sem Isidoro)	61.017	2.306	21.875	27.605	110.497
Oeste	114.238	2.439	33.312	36.097	183.647
Pampulha	87.313	4.479	31.316	54.015	172.644
Venda Nova	73.108	1.846	14.850	41.442	129.400
Norte (só Isidoro)	-	-	67.623	-	67.623
Total	798.940	20.724	270.133	336.340	1.405.413

Fonte: Belo Horizonte (2011a, 2011b, 2011c, 2011d).

Os resultados das simulações (representados pela densidade de quadras/hectare) podem ser visualizados nas Figuras 5 e 6, que apresentam, respectivamente, o adensamento domiciliar de Belo Horizonte em 2011 e o somatório dos domicílios de 2011 com os cenários 1 e 2, mostrando as quadras do município que podem ter maior pressão em termos de adensamento domiciliar futuro.

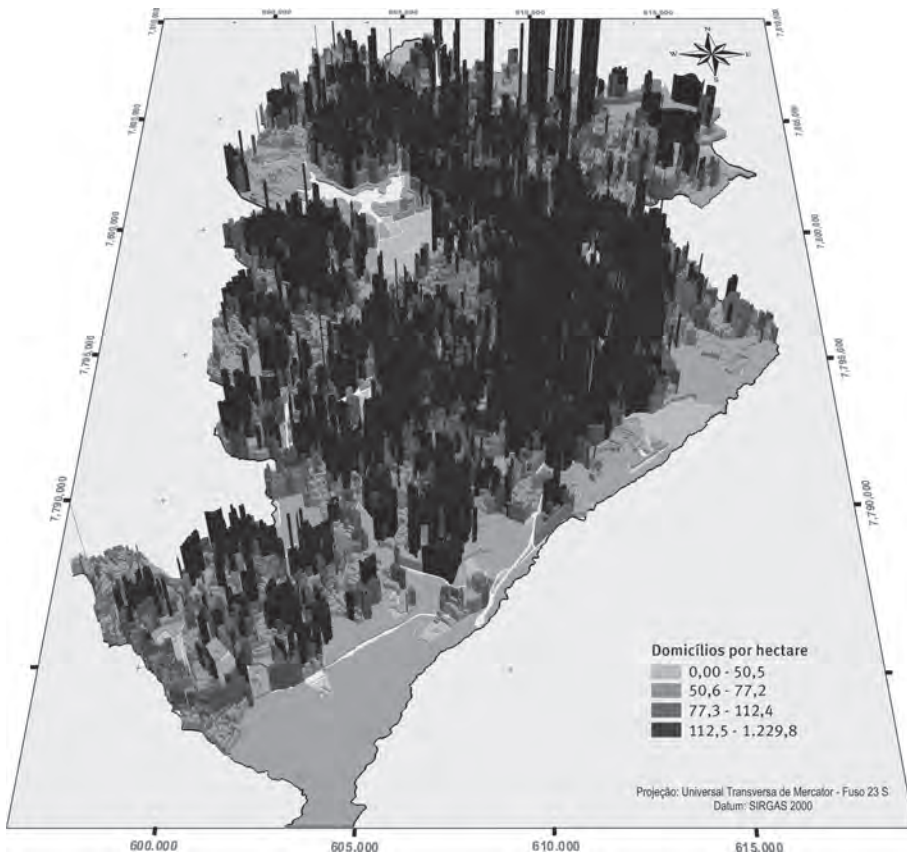
FIGURA 5
Domicílios por hectare existentes por quadra na planta cadastral
Município de Belo Horizonte – setembro de 2011



Fonte: Belo Horizonte (2011a, 2011b, 2011c, 2011d), IBGE (2011).

FIGURA 6

**Capacidade máxima domiciliar (domicílios por hectare por quadra) suportada a partir do somatório dos domicílios existentes com os casos de simulação 1 e 2
Município de Belo Horizonte – 2011**



Fonte: Belo Horizonte (2011a, 2011b, 2011c, 2011d), IBGE (2011).

Analisando a área total proveniente da soma das 17.155 quadras do município, verificou-se que 3,1% encontram-se em algum tipo de zoneamento que proíbe a construção de novas edificações, 14,6% são formadas por Zeis e 82,3% situam-se em regiões passíveis de adensamento ou demolição. Além das áreas de Zeis e da região do Isidoro, existem 5.195 quadras em Belo Horizonte com lotes vagos onde é possível a materialização do cenário 1 e 6.453 quadras onde os dados do cenário 2 podem se concretizar.

A análise do SIG construído a partir da junção das informações possibilitou quantificar 798.359 habitações na capital em 2011. De acordo com o cruzamento dos dados apresentados na Tabela 2, o resultado das simulações aponta que o município ainda comporta 270.133 moradias no cenário 1 e 336.340 no cenário 2. Em termos percentuais, o cenário 1 pode ocasionar um aumento de 33,8% no número de domicílios da capital, enquanto o cenário 2 prevê o a geração de 42,1% novos domicílios via demolição. Nesse sentido, os 14.898 lotes vagos analisados ainda comportam um crescimento de aproximadamente

40% do número de domicílios da capital, caso o espaço urbano seja ocupado em sua potencialidade máxima.

A partir de uma interpretação integrada dos cenários, acredita-se que uma situação mais plausível poderia ocorrer a partir da junção do adensamento via QT praticada (cenário 1), com a renovação urbana (cenário 2), o que permitiria que Belo Horizonte aumentasse o número de domicílios em 75,9%, chegando a atingir sua capacidade máxima de adensamento em cerca de 1.405.413 moradias. Analisando esses valores por Regionais de Planejamento, verifica-se que a maior concentração pode ocorrer na regional Oeste (183.647 domicílios), seguida pelas regionais Norte (178.120),⁸ Pampulha (172.644 domicílios), Nordeste (168.975 domicílios) e Centro-Sul (165.624 domicílios). Estes resultados devem ser analisados pelo poder público com muita cautela, pois, apesar de serem hipotéticos, servem para refletir sobre os impactos potenciais da expansão urbana e sua capacidade de manter a qualidade de vida da população e do ambiente natural em um cenário de aumento de $\frac{3}{4}$ no número de domicílios.

Especificamente em relação à região do Isidoro, deve-se reforçar que essa é a porção do município com maior probabilidade de concretização das simulações, pois, diferentemente do restante do município, existe um plano de habitação em execução que prevê 54.340 moradias no cenário 1 e 67.623 no cenário 2 (BELO HORIZONTE, 2011b).

O crescimento domiciliar ocorrido na última década nas categorias de zoneamento Zeis-1 e Zeis-3 mostra que, apesar do arrefecimento da TCG ao longo das últimas décadas, esses ainda são lugares dinâmicos, que possuem potencial de adensamento e que certamente terão esses potenciais explorados, uma vez que se trata da categoria de zoneamento menos vulnerável à legislação urbanística do município. Os resultados mostram que em 2011 existiam 101.723 domicílios nesses locais, que ainda podem ser adensados em cerca de 20%, chegando a comportar 18.439 novas moradias precárias, distribuídas de forma homogênea em todas as partes da capital. Assim como no restante do município, as áreas de Zeis também apresentam escassez de terrenos vazios e possuirão a maioria do seu adensamento domiciliar se manifestando a partir de novas construções surgidas nos fundos de quintal, ou nas verticalizações de até três pavimentos erigidas acima das lajes dos domicílios precários, nas construções conhecidas como “puxadinhos”.

Conclusão

A partir de uma perspectiva metodológica que reforça a interação entre SIG e a técnica de mapeamento dasimétrico, analisou-se na escala intraurbana de quadras (com o município de Belo Horizonte) um modelo capaz de projetar cenários de aumento e distribuição da oferta domiciliar (adensamento domiciliar máximo), inclusive no que tange aos seus potenciais impactos sobre a verticalização da mancha urbana. A importância dessa análise

⁸ Incluindo o cenário de adensamento domiciliar previsto na região do Isidoro.

é predicada na necessidade de criar instrumentos eficientes de planejamento em pequenas escalas, que corrijam desequilíbrios da expansão domiciliar e do alto grau de antropização presente na capital mineira. Espera-se, assim, que este artigo contribua para a difusão das novas potencialidades advindas do geoprocessamento na demografia e nas áreas relativas ao planejamento urbano e regional.

A comparação dos resultados da simulação permite qualificar a legislação atual como bastante permissiva (apesar de as últimas alterações adotarem maiores instrumentos de restrição). Embora esse seja um limite máximo de ocupação domiciliar, fica claro que existem mecanismos na legislação municipal atual que possibilitam a saturação de novos espaços urbanos, que podem se tornar vilas e aglomerados ainda mais densos ou bairros de classe média com saturação de infraestrutura urbana. Acredita-se, ainda, que uma avaliação dos resultados em escalas mais refinadas (intraurbanos), possíveis a partir da metodologia desenvolvida nesse artigo, permita identificar locais que podem vir a se concretizar (ou estão se concretizando) como focos de adensamento maiores do que seria desejável. Poder-se-ia, dessa forma, antever e evitar problemas decorrentes do adensamento urbano, como os engarrafamentos e problemas de abastecimento de água por rede subdimensionada que têm ocorrido, por exemplo, nos bairros Buritis, Estoril, Castelo e Novo Engenho Nogueira, criados na última década sem uma infraestrutura urbana adequada à sua densidade.

Os problemas decorrentes do adensamento exagerado, como verificado nos bairros supracitados, estimulam uma discussão para o planejamento urbanístico futuro da capital. Em particular, recomenda-se o aumento dos valores da QT na legislação vigente para níveis maiores do que os atuais e preferencialmente acima dos praticados pelo mercado, visando a minimização do adensamento domiciliar e problemas decorrentes nas quadras que ainda apresentam alto potencial construtivo.

Já o cenário 2 permite uma reflexão suplementar à do parágrafo anterior, pois, à medida que os lotes vagos vão diminuindo, aumenta a tendência de o mercado imobiliário se apossar de edificações passíveis de demolição. A renovação urbana é um nicho de mercado cuja atividade no município está se expandindo rapidamente, principalmente nos espaços mais nobres da capital, como mostram os dados de evolução do cadastro do IPTU, com renovação de 191 edificações entre 2010 e 2011, contra uma média de 127 por ano entre 2006 e 2010. Estes dados ainda mostram que, embora o preço do m² nestes locais seja mais elevado, tem havido uma constante demanda por parte dos incorporadores imobiliários, geralmente para fins de especulação. O aumento anual do número de demolições sinaliza a necessidade de se pensar melhor nesse tipo de mecanismo, sendo que os resultados aqui levantados ajudam a identificar os locais do município mais aptos ao processo de renovação, buscando assim um melhor planejamento do uso do solo urbano.

Ressalta-se que o uso de informações georreferenciadas oficiais do município, assim como o envolvimento de vários especialistas na elaboração dos pressupostos, foi fundamental para tornar o modelo mais acurado, de tal forma que estas simulações possam ser mais úteis como instrumentos de planejamento intraurbano da capital, provando, inclu-

sive, que a Lei n. 9.959/10, apesar de ser considerada a mais restritiva já implantada no planejamento da capital, ainda mostra-se bastante permissiva.

É nesse sentido que a metodologia desenvolvida pode servir para o aprimoramento de diversas atividades de manutenção e planejamento do meio urbano, tais como a planificação de políticas de infraestrutura e habitação, a expansão e manutenção de redes de serviços públicos ou privados (água, eletricidade, esgotamento sanitário, telefonia, entre outros), a identificação de locais para a instalação de equipamentos públicos, a caracterização de novas áreas de assentamentos precários e a identificação da vulnerabilidade ambiental presente e futura da população. Todos esses elementos mostram a importância da desagregação espacial da informação urbana em pequenas áreas (TORRES, 2006).

Comparando de forma sintética a densidade domiciliar atual com a projetada conforme os parâmetros da referida Lei, percebe-se que, sob a ótica de um cenário conservador, embora aparentemente próxima à saturação dos espaços de expansão urbana, a capital ainda possui instrumentos legais que permitem e estimulam um expressivo adensamento domiciliar. Este adensamento está ocorrendo de forma contínua a partir da ocupação em lotes vagos e, em um segundo momento, se acentuará por meio da renovação urbana. Como o processo está ocorrendo em todas as porções do município, os resultados apontam a necessidade de os gestores urbanos desenharem estratégias de intervenção distintas para cada espaço da capital, sendo que os dados da simulação indicam para cada quadra do município o impacto que poderá ser resultante dos cenários projetados, possibilitando uma intervenção mais adequada para cada tipo de situação.

Embora o foco deste artigo seja eminentemente metodológico, os resultados mostram a possibilidade de utilização de instrumentos que viabilizem a criação de cenários que alimentem um debate sobre a morfologia urbana, mormente em torno da discussão sobre a compactação ou espraiamento da urbanização brasileira e suas repercussões (e demandas) para o planejamento e as políticas públicas. Nesse sentido, deve-se frisar que estudos complementares voltados para o planejamento da paisagem e da qualidade ambiental urbana podem ser feitos utilizando-se cenários de expansão domiciliar, ao demonstrar para onde e quanto a cidade pode crescer. Essa questão é particularmente relevante tendo em vista o aparente paradoxo entre o avanço da transição demográfica brasileira, com a redução da taxa de crescimento e, em algumas décadas, do tamanho da população urbana brasileira, e uma taxa relativamente maior de crescimento na formação de domicílios em função de novos arranjos domiciliares e de família e da dinâmica do mercado imobiliário urbano. Além disso, uma análise mais aprofundada dos dados permitirá verificar as implicações positivas e negativas que o crescimento e adensamento domiciliar causarão em Belo Horizonte, principalmente por meio da verticalização e adensamento domiciliar. Uma hipótese a ser investigada, apresentada por Martine (2007) e Bremner et al. (2010), é sobre a existência de razões demográficas, socioeconômicas e ambientais que fariam os grandes centros urbanos adensados potencialmente mais sustentáveis a médio e longo prazos, por gerarem economias de escala que possibilitem a oferta mais

eficiente de serviços e infraestrutura, desde que políticas de manutenção da infraestrutura urbana voltadas para o adensamento sejam adotadas (MARTINE, 2007; BREMNER et al., 2010). Um planejamento ordenado da ocupação urbana pode potencializar benefícios de um maior adensamento populacional, ao gerar economias de escala que possibilitam a oferta mais eficiente de serviços e infraestrutura.

O método proposto neste artigo possui algumas limitações. Em primeiro lugar, deve-se ressaltar que a qualidade dos insumos básicos fornecidos pela Prefeitura de Belo Horizonte é a principal responsável pela viabilidade do produto final e seu constante aprimoramento contribui para uma simulação cada vez mais precisa. Outra limitação é a alta dependência dos pressupostos com o PDM e a LPOUS. Caso esses instrumentos tenham parâmetros urbanísticos alterados, a metodologia e os resultados dos cenários devem ser revistos.

Por fim, verifica-se que a demografia vive um momento oportuno para uma maior absorção das geotecnologias, em função das novas fontes de dados que se tornam acessíveis, das inovações nos recursos computacionais voltados para simulações e da maior abertura da demografia (assim como outras disciplinas) a diálogos interdisciplinares. Esse conjunto de possibilidades favorece, em particular, o avanço da compreensão da dinâmica demográfica em pequenas áreas, particularmente no espaço intraurbano. Assim, espera-se que a integração de dados demográficos às geotecnologias seja mais difundida entre os demógrafos, e que o exercício metodológico aqui proposto sirva como exemplo de possibilidades de análise de informações contemporâneas e de simulação de cenários futuros em pequenas áreas.

Referências

BELO HORIZONTE. Prefeitura Municipal. Lei n. 9.959/10, de 20 de julho de 2010. Altera as leis n. 7.165/96 – que institui o Plano Diretor do Município de Belo Horizonte – e n. 7.166/96 – que estabelece normas e condições para parcelamento, ocupação e uso do solo urbano no Município, e dá outras providências. **Diário Oficial do Município de Belo Horizonte**. Belo Horizonte, 2010.

_____. Prefeitura Municipal. **Base georreferenciada de quadra-face do Imposto Territorial e Predial Urbano (IPTU)**, referente a setembro de 2011. Belo Horizonte, 2011a (circulação restrita).

_____. Prefeitura Municipal. **Plano Urbano Ambiental da Região do Isidoro**. Belo Horizonte: Secretaria Municipal de Políticas Urbanas, 2011b (circulação restrita).

_____. Prefeitura Municipal. **Bases georreferenciadas de Regionais de Planejamento, quadras e lotes do Cadastro Técnico Municipal (CTM)**, referentes a setembro de 2011. Belo Horizonte, 2011c (circulação restrita).

_____. Prefeitura Municipal. **Base georreferenciada do Zoneamento Municipal**, referente a setembro de 2011. Belo Horizonte, 2011d (circulação restrita).

BRASIL. Lei n. 6.766, de 19 de dezembro de 1979. Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 1979.

_____. Senado Federal. **Estatuto da Cidade – Guia para implementação pelos municípios e cidadãos**: Lei n. 10.257, de 10 de julho de 2001. Estabelece diretrizes gerais da política urbana. Brasília, 2005.

BREMNER, J.; FROST, A.; HAUB, C.; MATHER, M.; RINGHEIM, K.; ZUEHLKE, E. World population highlights: key findings for PRB's 2010 world population data sheet. **Population Bulletin PRB**, v. 65, n. 2, 2010. Disponível em: <<http://www.prb.org/pdf10/65.2highlights.pdf>>. Acesso em: 01 fev. 2012.

CAVALCANTI, C. (Org.). **Meio ambiente, desenvolvimento sustentável e políticas públicas**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 1999.

COTA, D. **Legislação urbana e capital imobiliário na produção de moradias, em Belo Horizonte: um estudo de caso**. 2002. 123f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

_____. **A parceria público-privada na política urbana brasileira recente: reflexões a partir da análise das operações urbanas em Belo Horizonte**. 2010. 430f. Tese (Doutorado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

EICHER, C.; BREWER, C. Dasymeric mapping and areal interpolation: implementation and evaluation. **Cartography and Geographic Information Science**, v. 28, n. 2, p. 125-138, 2001.

EPAMINONDAS, L. **A legislação urbanística e a produção do espaço: estudo do bairro Buritis em Belo Horizonte**. 2006. 211f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

FERREIRA, T. **Planejamento urbano: reflexões sobre as práticas no município de Belo Horizonte**. 142f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1999.

IBGE. **Censo Demográfico 2000: agregado por setores censitários dos resultados do universo**. Rio de Janeiro: IBGE, 2002.

_____. **Censo Demográfico 2010: agregado por setores censitários dos resultados do universo**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011.

JANNUZZI, P. Cenários futuros e projeções populacionais para pequenas áreas: método e aplicação para distritos paulistanos 2000-2010. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v. 24, n. 1, p. 109-136, 2007.

LEMONS, M. et al. (Orgs.). **Belo Horizonte no século XXI**. Belo Horizonte: Cedeplar/UFMG, 2004. Disponível em: <<http://www.cedeplar.ufmg.br/pesquisas/projetos-concluidos/projeto-bh-seculo-xxi.php>>. Acesso em: 27 ago. 2011.

MARTINE, G. O lugar do espaço na equação população/meio ambiente. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v. 24, n. 2, p. 181-190, 2007.

MATOS, R. **Evolução urbana e formação econômica de Belo Horizonte**. Belo Horizonte: Cedeplar/UFMG, 1992 (Texto para discussão, 64).

MENNIS, J.; HULTGREN, T. Intelligent dasymeric mapping and its application to areal interpolation. **Cartography and Geographic Information Science**, v. 33, n. 3, p. 179-194, 2006.

PDDI – Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado da Região Metropolitana de Belo Horizonte. **Relatório final de definição das propostas de políticas setoriais, projetos e investimentos prioritários**. Belo Horizonte: Cedeplar/UFMG, 2011. Disponível em: <www.rmbh.org.br>. Acesso em: 01 jul. 2011.

REIBEL, M.; AGRAWAL, A. Areal interpolation of population counts using pre-classified land cover data. **Springer Science**, v. 36, n. 5-6, p. 619-633, 2007.

REZENDE, D.; ULTRAMARI, C. Plano diretor e planejamento estratégico municipal: introdução teórico-conceitual. **Revista de Administração Pública On Line**, v. 41, n. 2, p. 255-271, 2007. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0034-76122007000200005>>. Acesso em: 27 maio 2011.

SANTOS, R. **Projeções populacionais para pequenas áreas a partir de cenários econômicos: aplicação de ratio methods para a região do Alto Paraopeba-MG, 2010-2025.** 2010. 98f. Dissertação (Mestrado em Demografia) – Cedeplar, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

TORRES, H. Demografia urbana e políticas sociais. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v. 23, n. 1, p. 27-42, 2006.

UMBELINO, G. **Proposta metodológica para avaliação da população residente em áreas de risco ambiental: o caso da bacia hidrográfica do Córrego do Onça/MG.** 2006. 141f. Dissertação (Mestrado em Demografia) – Cedeplar, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

_____. **Simulações de distribuição espacial domiciliar e projeções demográficas intraurbanas com apoio de geotecnologias.** 2012. 193f. Tese (Doutorado em Demografia) – Cedeplar, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

UNFPA. **Relatório sobre a situação da população mundial 2011: pessoas e possibilidades em um mundo de 7 bilhões.** Brasília, 2011.

Sobre os autores

Glauco Umbelino é doutor em Demografia, professor da Faculdade Interdisciplinar em Humanidades – FIH e pesquisador do Núcleo de Geociências – NuGeo, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM.

Clodoveu Davis Jr. é doutor em Ciência da Computação, professor e pesquisador do Departamento de Ciência da Computação, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG.

Endereço para correspondência

Glauco Umbelino

A/C Correios, Caixa Postal 08, Bairro Centro
39100-970 – Diamantina-MG, Brasil

Clodoveu Davis Jr.

Universidade Federal de Minas Gerais
Av. Pres. Antônio Carlos, 6627, prédio do ICEX, sala 4012
31270-010 – Belo Horizonte-MG, Brasil

Abstract

Simulation of the maximum number of households allowed by block in Belo Horizonte

This paper proposes a methodology to simulate scenarios of maximum number of households for each city block in the municipality of Belo Horizonte. The parameters used in the simulation were obtained from municipal registration data as well as from the 2000 and 2010 Census results. The simulation is based on geo-referenced data for each municipal block combined with dasymetric mapping of the capital city's housing distribution in 2011. The study simulates the greatest amount of additional housing that would occur, under the limits of municipal law, if all vacant urban lots were occupied to their maximum capacity, and if buildings now at risk of demolition were substituted by new buildings constructed so as to yield their highest household capacity.

The results show the maximum number of households that Belo Horizonte would have if these conditions were achieved. In addition to demonstrating the maximum number of households allowed in each city block, the paper identifies where urban expansion and consolidation is likely to occur. This exercise also provides a contribution to the field of small area population projections. The proposed scenarios additionally help to guide discussions about priority areas and potential alternatives for urban expansion and consolidation, as well as on their implications for urban planning.

Keywords: Household simulation. Geotechnologies. Dasymetric mapping. Urban sprawl.

Resumen

Simulación de la cantidad máxima de viviendas permitidas por cuadra en Belo Horizonte

El artículo propone una metodología de simulación de la cantidad máxima de viviendas que podría tener cada cuadra en el municipio de Belo Horizonte. Los parámetros utilizados en la simulación se extrajeron de la información del registro de la Municipalidad, asociada con los resultados de los censos de 2000 y 2010. La simulación se desarrolló a partir de una base de datos georreferenciada de las cuadras del municipio, construida mediante un mapeo dasimétrico de la distribución de las viviendas en la ciudad en 2011. En una segunda etapa se realizó la simulación del límite máximo de nuevas viviendas permitidas por las leyes municipales, en el caso que todos los lotes baldíos fueran ocupados a su máxima capacidad y que todas las edificaciones con potencial de demolición dieran lugar a nuevos edificios residenciales construidos también a su capacidad habitacional máxima. Los resultados muestran cuál sería el máximo de viviendas que podrían llegar a instalarse en Belo Horizonte en el futuro. Esta información sirve como insumo para las proyecciones demográficas de pequeñas áreas, pues muestra hacia dónde se puede producir la expansión y densificación de viviendas, además del límite máximo de viviendas soportado en cada cuadra. De forma complementaria, se sugieren caminos para discutir los límites potenciales de la ocupación urbana de Belo Horizonte, las zonas preferenciales de aglomeración y sus implicaciones para la planificación.

Palabras clave: Simulación domiciliar. Geotecnologías. Mapeo dasimétrico. Expansión urbana.

Recebido para publicação em 31/07/2015

Recomendado para publicação em 18/10/2015

Aceito para publicação em 07/11/2015

Impactos de desastres socioambientais em saúde pública: estudos dos casos dos Estados de Santa Catarina em 2008 e Pernambuco em 2010

Luciana de Resende Londe*
Victor Marchezini**

Rodrigo Silva da Conceição***
Katia Cristina Bortoletto****
Ana Elisa Pereira Silva*****
Elisa Volker dos Santos*****
Regina Tortorella Reani*****

Eventos como inundações e movimentos de massa podem provocar desastres, afetando amplamente a saúde pública brasileira. Além de mortes, traumas e lesões, podem ocorrer danificação de estações de tratamento de água, postos de saúde e hospitais, comprometimento de equipamentos e estoque de remédios, epidemias e proliferação de doenças, bem como danos psicossociais. Neste artigo, com o objetivo de identificar e analisar características pré e pós-impacto relacionadas à saúde pública, são estudados dois cenários: inundações ocorridas em Santa Catarina, em 2008, e em Pernambuco, em 2010. Procuramos analisar as condições socioambientais e de cobertura de serviços de saúde prévias e os danos pós-impacto em municípios que decretaram estado de calamidade pública. Para caracterizar a vulnerabilidade socioambiental, foram utilizados dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) do Serviço Geológico do Brasil (CPRM), da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (Sedec) e do Sistema Único de Saúde (Datasus). Encontramos grandes diferenças entre os dois estados, principalmente nos indicadores sociais, mas os efeitos das inundações foram severos para ambos, incluindo maior número de óbitos em Santa Catarina, estado com alto índice de desenvolvimento humano e menores índices de pobreza. Estes resultados evidenciam a necessidade de inclusão do tema saúde pública em todas as etapas do gerenciamento do risco de desastres.

Palavras-chave: Vulnerabilidade. Eventos extremos. Brasil.

* Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden), São José dos Campos-SP, Brasil (luciana.londe@cemaden.gov.br).

** Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden), São José dos Campos-SP, Brasil (victor.marchezini@cemaden.gov.br).

*** Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden), São José dos Campos-SP, Brasil (rodrigo.conceicao@cemaden.gov.br).

**** Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden), São José dos Campos-SP, Brasil (katia.bortoletto@cemaden.gov.br).

***** Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden), São José dos Campos-SP, Brasil (ana.silva@cemaden.gov.br).

***** Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden), São José dos Campos-SP, Brasil (elisa.santos@cemaden.gov.br).

***** Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden), São José dos Campos-SP, Brasil (reginareani.cemaden@gmail.com).

Introdução

Nos anos recentes, a intensificação da vulnerabilidade socioambiental, associada à ocorrência de eventos extremos de secas e tempestades, tem ocasionado um estado de crise crônica no Brasil (VALENCIO, 2012). De 2003 a 2014 foram emitidas 22.098 portarias de Situação de Emergência e/ou Estado de Calamidade Pública, em virtude de estiagens, secas, inundações, enxurradas, alagamentos e deslizamentos. Destaca-se que, no conjunto destas estatísticas, não têm sido incorporados os desastres humanos de natureza biológica associados às epidemias, como as de dengue e leptospirose. Os impactos na saúde pública, em geral, são subvalorizados e classificados como “desastres secundários” (BRASIL, 2007a; 2007b).

Os efeitos dos desastres na saúde pública estão relacionados aos danos materiais da estrutura de atendimento do setor e aos danos humanos sofridos pela população. Os fenômenos naturais podem afetar a operação dos sistemas de saúde de forma direta, provocando danificação nas instalações, interrupção de serviços básicos, destruição de vias de comunicação e um número inesperado de mortes e enfermidades, excedendo a capacidade de atenção da rede de serviços (OPAS, 2003). Os prejuízos associados à estrutura de atendimento referem-se, também, ao comprometimento de equipamentos e estoque de remédios (PEREIRA et al., 2014). Já os danos sofridos pela população podem ser classificados de acordo com o período de ocorrência. Danos em curto prazo, por exemplo, incluem períodos que variam entre horas e dias, cujos registros, de acordo com Freitas et al. (2014), abrangem principalmente mortalidade e feridos leves e graves. Em médio prazo há o aumento de doenças, especialmente aquelas de veiculação hídrica e também as transmitidas por vetores, como dengue e malária. Impactos em longo prazo incluem processos depressivos e danos psicossociais, vivenciados, em sua maioria, pelo abandono social no processo de reconstrução e recuperação (VALENCIO; SIENA; MARCHEZINI, 2011; ISDR, 2011; FREITAS et al., 2014).

De forma indireta, os impactos incluem deslocamento da população em busca de atendimento, aumento do risco de transmissão de doenças contagiosas e transtornos psicológicos, desnutrição decorrente do desabastecimento de alimentos, redução e/ou encarecimento dos serviços de saúde, diminuição e/ou contaminação do abastecimento de água potável e modificação das prioridades de saúde, com suspensão de campanhas para atenção a emergências (OPAS, 2003).

Considerando que os impactos dos desastres à saúde ultrapassam os limites de lesões e traumas em curto prazo, o objetivo deste artigo é identificar e analisar impactos de desastres em saúde pública, especificamente os prejuízos materiais da estrutura de atendimento do setor de saúde e os danos humanos sofridos pela população, tomando-se como referência as inundações em Santa Catarina (2008) e Pernambuco (2010). A avaliação destes impactos pode subsidiar as políticas públicas de planejamento para gestão de riscos de desastres, tanto em ações de emissão de alertas com identificação dos impactos

potenciais de determinado cenário de risco, como nas ações de resposta e recuperação por parte do Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil.

Fundamentação teórica

Cutter, Boruff e Shirley (2003) identificam três princípios nas pesquisas envolvendo vulnerabilidade: a identificação de condições que tornam pessoas ou lugares vulneráveis a eventos extremos; a interpretação de vulnerabilidade como uma condição social; e a integração de exposições potenciais e resiliência social com foco em regiões específicas. Os autores observam que as vulnerabilidades criadas socialmente são ignoradas, principalmente, devido à dificuldade em quantificá-las, ressaltando a ausência de análises de perdas sociais em relatórios com estimativas de prejuízos de desastres. A vulnerabilidade social seria o produto de desigualdades sociais e também incluiria desigualdades de lugar: características do ambiente construído; nível de urbanização; e taxas de crescimento (CUTTER; BORUFF; SHIRLEY, 2003).

Para Marandola Jr. e Hogan (2005), os dois principais horizontes de vulnerabilidade dividem-se entre pobreza e desigualdade, de um lado, e sua dimensão ambiental nas várias escalas, de outro.

Alves e Torres (2006), considerando a disparidade entre perspectiva sociológica (atrelada à noção de vulnerabilidade social, focada na análise de indivíduos, famílias ou grupos sociais) e a perspectiva da geografia física (associada à noção de vulnerabilidade ambiental, compreendendo o território como regiões e ecossistemas), propõem a construção da noção de *vulnerabilidade socioambiental* como integradora das dimensões social e ambiental. Ao realizarem uma pesquisa no município de São Paulo, os autores inferem que há, em alguns espaços da periferia, uma coexistência dos piores indicadores socioeconômicos com riscos de alagamentos, inundações, deslizamentos de terra, ambientes intensamente poluídos e serviços sociais ineficientes (ALVES, 2006; ALVES; TORRES, 2006). Assim, nessa espécie de periferia da periferia, existem “situações de extrema pauperização e péssimas condições sociais e exposição cumulativa a diversos tipos de risco” (ALVES; TORRES, 2006, p. 46).

Essa exposição cumulativa a riscos sociais e ambientais não decorre de fenômenos naturais, mas sim de processos sociais, históricos e territoriais, cujas práticas econômicas e político-institucionais *tornam vulneráveis* determinados grupos sociais (ACSELRAD, 2006). Antes da estação chuvosa já estão definidos quem serão os expostos aos riscos socioambientais, a que tipos de riscos estarão suscetíveis e quais os graus de exposição. Os mecanismos de produção social do risco e de sua exposição desproporcional dentro das redes técnico-produtivas da riqueza se manifestam sob a forma de proteção ambiental desigual e também pelo acesso desigual aos recursos ambientais (LAVELL, 1993; ACSELRAD, 2010; ACSELRAD et al., 2008).

Diante desse processo de vulnerabilização, têm sido produzidas estratégias de gestão corretiva do risco. Para Barcellos et al. (1998), a identificação de grupos populacionais

submetidos a riscos constitui uma etapa indispensável para elaboração de programas de saúde preventivos e avaliação de exposições diferenciadas.

A caracterização da população com relação aos impactos em saúde envolve muitas variáveis. Watson, Gayer e Connolly (2007) propõem uma avaliação sistemática do risco de doenças transmissíveis para responder às necessidades da população afetada por um desastre, identificando:

- doenças endêmicas e epidêmicas comuns na área afetada pelo desastre;
- condições de moradia da população afetada, incluindo número de moradias, tamanho, localização e densidade;
- disponibilidade de água potável e saneamento;
- estado nutricional e cobertura de imunização (vacinas) da população;
- grau de acesso a serviços de saúde e gerenciamento efetivo de casos.

Barcellos et al. (1988) propõem a identificação de áreas e populações submetidas a riscos para a saúde, considerando os seguintes fatores: dificuldade na obtenção de água pela ausência de rede de distribuição nas proximidades dos domicílios; contaminação recorrente da água por bactérias do grupo coliforme; e captação de água em mananciais locais sem tratamento ou sujeitos à contaminação eventual. De modo geral, caracterizar e compreender as diferentes vulnerabilidades socioambientais que se expressam no território é fundamental para avaliar os impactos potenciais dos desastres na saúde pública.

Método

Considerando os vários referenciais para caracterização de vulnerabilidade socioambiental atrelada a questões de saúde pública, selecionamos dois estados com características distintas para explorar estes referenciais e identificar suas relações com as questões de saúde pública.

Foram utilizados como base de análise dados dos municípios que decretaram estado de calamidade pública¹ em razão de inundações nos estados de Santa Catarina (novembro de 2008) e Pernambuco (junho de 2010).

Para caracterizar a vulnerabilidade socioambiental, analisamos alguns indicadores propostos por Watson, Gayer e Connolly (2007) e dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), junto à sua base de informações sobre municípios brasileiros (IBGE Cidades), da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM),² a partir do mapeamento e fichas de descrição das áreas de risco, da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil

¹ Estado de calamidade pública é o "reconhecimento (legal) pelo poder público de situação anormal, provocada por desastres, causando sérios danos à comunidade afetada, inclusive à incolumidade ou à vida de seus integrantes" (BRASIL, 2007a, p. 8).

² Apenas os municípios de São Benedito do Sul (PE) e Rio dos Cedros (SC), entre os analisados, não tiveram suas áreas de risco mapeadas pela CPRM.

(Sedec), por meio dos Formulários de Avaliação de Danos (Avadan),³ e do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (Datasus).

Caracterização dos cenários de vulnerabilidade e risco de desastres

A noção geral de vulnerabilidade a desastres é definida como uma situação em que estão presentes três componentes: exposição ao risco; incapacidade de reação; e dificuldade de adaptação diante da concretização do risco (CUTTER, 1996; MARANDOLA JR.; HOGAN, 2005; ALVES; TORRES, 2006).

Os cenários analisados neste artigo – Pernambuco em 2010 e Santa Catarina em 2008 –, mostrados nas Figuras 1 e 2, foram selecionados para análise por apresentarem diferentes condições referentes às componentes supracitadas. Ao se analisar a coexistência dos piores indicadores socioeconômicos com riscos de inundações, alagamentos e de deslizamentos (ALVES; TORRES, 2006), notam-se diferentes contextos entre os municípios analisados para os dois estados.

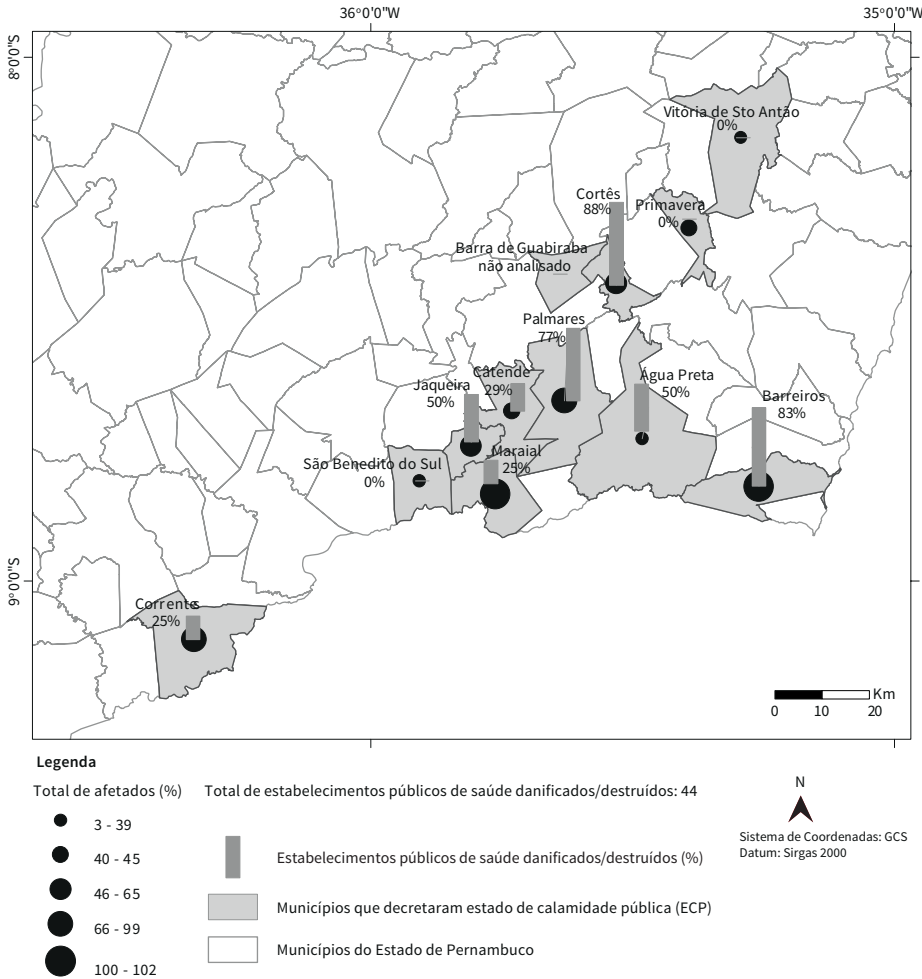
Em Pernambuco, este cenário caracteriza-se pela ocupação urbana em áreas suscetíveis, legalmente protegidas como de preservação permanente, a exemplo das planícies de inundação. Em vários municípios do estado observam-se aterros e construções às margens dos rios em porções urbanas, reduzindo a calha e favorecendo seu estrangulamento. A retirada da mata ciliar e a pavimentação reduzem ainda mais a área de drenagem para o solo. O perímetro de inundação em Barreiros, por exemplo, situa-se quase totalmente na zona central da cidade (correspondendo a quase um terço da área urbana) (CPRM, 2012).

Sobre a ocupação humana, em geral, percebem-se condições sociais desfavoráveis nestes municípios pernambucanos, principalmente no que se refere à capacidade de suporte à população diante dos prejuízos materiais e à saúde, como o baixo/médio nível de desenvolvimento humano (IDHM entre 0,530 e 0,640, em 2010) e porcentagem de pobres entre 38,40% e 60,86% em 2010 (IBGE, 2015; PNUD; IPEA; FJP, 2013).

Parte do município de Água Preta situa-se na planície de inundação do Rio Una – principal de sua bacia – e, segundo o Serviço Geológico do Brasil (CPRM), muitas moradias estão sujeitas à inundação em períodos de grande precipitação. Em Barra de Guabiraba, o cenário de risco é agravado pelo lançamento de grande quantidade de águas servidas sem tratamento nos rios e riachos (CPRM, 2012).

³ O Avadan é o documento utilizado pela Sedec e disponibilizado pelo Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2ID). A partir de 2012, ele foi substituído pelo Formulário de Informações do Desastre (Fide). Para o presente estudo, os Avadan de Rodeio (SC) e Barra de Guabiraba (PE) não foram analisados por não estarem disponíveis.

FIGURA 1
Municípios que declararam estado de calamidade pública, total de estabelecimentos públicos de saúde que foram afetados ou destruídos e pessoas atingidas pelas inundações
Estado de Pernambuco – 2010



Fonte: IBGE (2010); Secretaria Nacional de Defesa Civil (2015).

Ainda na bacia do Rio Una, no município de Barreiros (com um total de 40.732 habitantes), a situação de exposição ao risco é ainda mais latente ao se considerar que cerca de 90% de sua população reside em áreas suscetíveis à inundação, inclusive dentro da calha dos rios, segundo informações da CPRM (2012).

De acordo com dados do IBGE (2015), entre os municípios analisados, Vitória de Santo Antão possui o maior número de residentes e a maior densidade demográfica (348,8 habitantes por km²). Parte de sua zona urbana é atravessada pelo Rio Tapacurá e seu afluente, com intensa ocupação da planície de inundação e da calha do rio por construções irregulares (CPRM, 2012).

A exposição ao risco ocorre também em zonas rurais. No município de Cortês, por exemplo, identificam-se aglomerados rurais sobre a planície de inundação do Rio Sirinhaém. Nestas áreas foram registrados processos hidrológicos de alta energia em períodos de chuvas, compreendendo uma situação de risco, agravada pela vulnerabilidade de algumas moradias (CPRM, 2012). Ressalta-se ainda que, embora o número de domicílios e de pessoas seja menor na zona rural destes municípios, em comparação às suas zonas urbanas, a densidade domiciliar média é superior na zona rural (com exceção do município de Correntes, onde a densidade domiciliar média é maior na zona urbana) (IBGE, 2015). Assim, ainda que os danos materiais possam ser menores em áreas rurais, os impactos sobre a população exposta ao risco podem ser consideráveis.

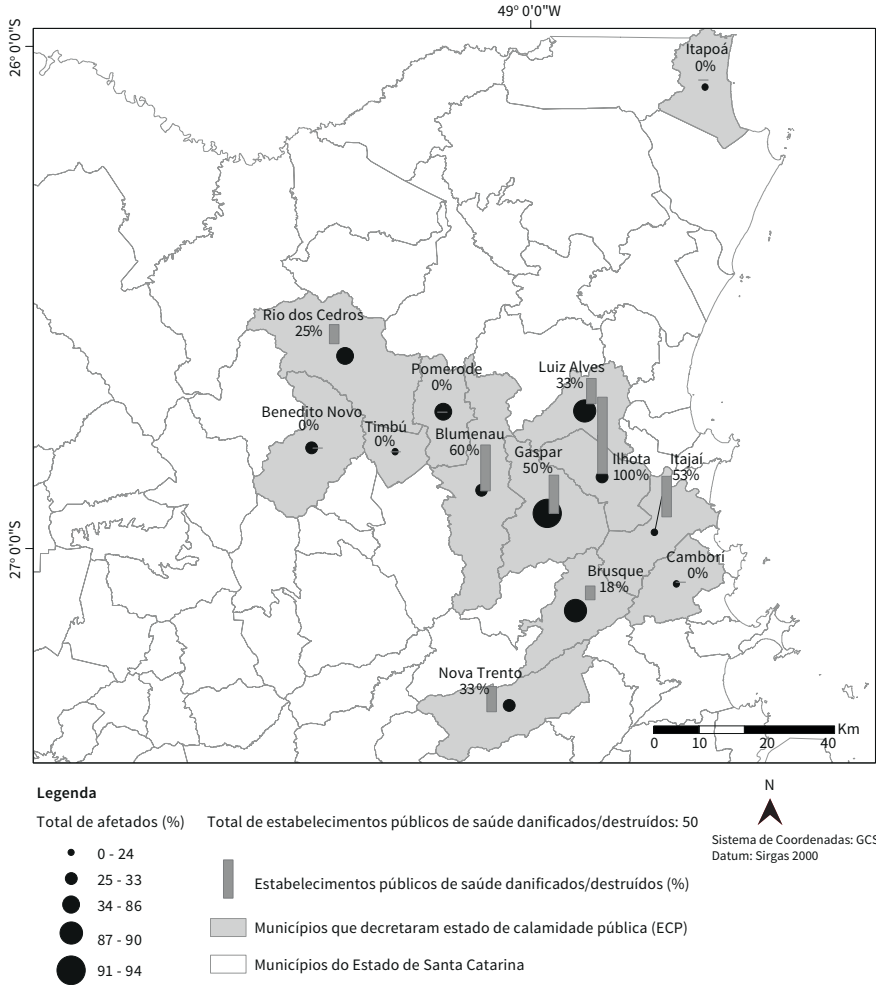
Ilustrando a situação, destaca-se o município de São Benedito do Sul, com as maiores médias de densidade domiciliar em áreas rurais (4,84 habitantes por domicílio) e total (4,43 habitantes por domicílio). Este município caracteriza-se ainda por possuir o maior percentual de população (36%) atendida com saneamento ambiental inadequado (IBGE, 2015), dentro deste grupo. Isso implica um maior número de pessoas, em relação à população total, expostas a doenças de veiculação hídrica, por exemplo. Deve-se considerar ainda que os surtos de doenças podem ser deflagrados no período pós-inundação.

Além dos impactos humanos potenciais, observa-se ainda a exposição aos danos materiais. Em Catende, por exemplo, devido à grande captação de água pelos Rios Panelas e Pirangi (tributários do Rio Una), os eventos extremos de precipitação e as inundações são acompanhados de enxurradas de alta energia com grande poder destrutivo para as construções e pontes (CPRM, 2012). Esta situação é latente também nos municípios de Jaqueira e Maraial, com áreas de risco associadas ao Rio Pirangi, e no município de Primavera, com áreas de risco relacionadas ao Rio Ipojuca (CPRM, 2012).

É fato que as características fisiográficas da bacia hidrográfica determinam a intensidade e a velocidade do processo. Por exemplo, embora o Rio Mundaú, que corta o município de Correntes, não seja classificado como um rio de grande porte, sua vazão pode atingir um valor muito maior em relação ao seu volume normal devido à configuração do terreno, com elevações acima de 700 metros (CPRM, 2012).

Em comparação com os municípios pernambucanos, o grupo de municípios catarinenses (Figura 2) possui, no geral, condições socioeconômicas que podem ser mais favoráveis ao enfrentamento da situação de desastre. A maioria deles tem alto nível de desenvolvimento humano (IDHM entre 0,726 e 0,795 e Blumenau com 0,806, considerado um nível de desenvolvimento muito alto, em 2010). Entre os municípios catarinenses analisados, a incidência de pobreza, em 2003, chama a atenção apenas em Camboriú (36,93%) e Itapoá (41,03%) (IBGE, 2015).

FIGURA 2
Municípios que declararam estado de calamidade pública, total de estabelecimentos públicos de saúde que foram afetados ou destruídos e pessoas atingidas pelas inundações
Estado de Santa Catarina – 2008



Fonte: IBGE (2010); Secretaria Nacional de Defesa Civil (2015).

Por outro lado, apesar de melhores indicadores socioeconômicos, as características de ocupação dos municípios catarinenses analisados colocam grande parte da população em situação de risco. O relevo acidentado da porção leste do estado, com vales encaixados e encostas íngremes, condicionou a ocupação humana nas planícies fluviais – áreas naturalmente sujeitas a inundações – e encostas, áreas sujeitas a movimentos de massa. Somam-se a isso os processos de industrialização e desenvolvimento econômico que atraíram fluxos migratórios e induziram ocupações e intervenções no ambiente – como desmatamentos, cortes, aterros e construções precárias (SANTOS, 2012).

Em Benedito Novo, ocorrem ocupações sobre planícies fluviais, sujeitas a inundações e enxurradas, e em encostas íngremes, expostas a movimentos de massa. Nesse cenário, identificam-se moradias com alta vulnerabilidade, problemas de drenagem pluvial e ausência de esgotamento sanitário (CPRM, 2013). Ressalta-se que o município possui a maior parte de seus domicílios (65,8%) com saneamento ambiental semiadequado (IBGE, 2015). Já em Gaspar destacam-se as ocupações ribeirinhas, com construções precárias, expostas ao risco de inundação e solapamento de margem (CPRM, 2013). No entanto, este município caracteriza-se por possuir a maior parte de seus domicílios (76,8%) com saneamento ambiental adequado (IBGE, 2015).

Diante deste quadro heterogêneo, destaca-se que alguns municípios possuem elevado número de habitantes e uma ocupação densificada. Blumenau registrava, em 2010, uma densidade demográfica de aproximadamente 595 habitantes por km², com população majoritariamente urbana (IBGE, 2015). Nesse sentido, é importante considerar o elevado grau de urbanização nas margens dos cursos d'água, a intensa artificialização do solo e, conseqüentemente, a existência de problemas relacionados à drenagem e inundações bruscas nas áreas urbanas, afetando um grande contingente populacional (CPRM, 2013). Situação parecida pode ser verificada nos municípios de Brusque e Itajaí, que concentram, juntamente com Blumenau, o maior número de afetados no evento de 2008.

A partir da análise desses dados, pode-se inferir que existem diferentes contextos de vulnerabilidade socioambiental, caracterizados por grandes contrastes. Esta desigualdade pré-impacto pode contribuir para a produção social do desastre.

Na análise da vulnerabilidade direcionada às questões de saúde pública, uma das variáveis propostas por Watson, Gayer e Connolly (2007) é a situação de epidemias e endemias. Nas áreas que foram afetadas em Pernambuco e Santa Catarina, há registros de hepatites virais, meningite, leptospirose e dengue em período anterior ao desastre, porém, com exceção da dengue, os números (BRASIL, 2015a) não caracterizam epidemias ou endemias.

Outras dimensões importantes referem-se às condições de moradia da população afetada e saneamento. Os dados da Tabela 1 apontam para uma grande diferença entre os municípios dos dois estados.

O número de pessoas residentes em domicílios particulares com saneamento inadequado⁴ variou entre 2.236 e 11.539 por município, em Pernambuco, e entre 23 e 1.326 por município, em Santa Catarina.

Neste último estado, em geral, é baixo o percentual de domicílios atendidos por saneamento inadequado (variando entre 0,1% e 2,8%), destacando-se, negativamente, apenas os municípios de Luiz Alves e Nova Trento (com 7,8% e 10,9%, respectivamente).

⁴ A partir dos resultados do Censo Demográfico de 2010, o IBGE elaborou um índice de adequabilidade do tipo de saneamento, objetivando dimensionar as condições de saneamento básico dos domicílios, sendo então considerado "adequado" o domicílio com escoadouro ligado à rede geral ou à fossa séptica, servido de água proveniente de rede geral de abastecimento e com destino do lixo coletado direta ou indiretamente pelos serviços de limpeza; "semiadequado" aquele que possuía, pelo menos, um dos serviços de abastecimento de água, esgoto ou lixo classificado como adequado; e "inadequado" aquele que não apresentou qualquer condição de saneamento básico considerado adequado (IBGE, 2011).

Em Luiz Alves, apenas 9,5% dos domicílios tinham saneamento adequado em 2010 e, em Nova Trento, apenas 10,9% de domicílios.

TABELA 1
População residente, domicílios particulares permanentes e tipo de saneamento básico,
por condição urbana e rural
Municípios selecionados dos Estados de Santa Catarina e Pernambuco – 2010

Municípios	População residente		Domicílios particulares permanentes					
			Número de domicílios			Tipo de saneamento (% de domicílios)		
	Rural	Urbana	Rural	Urbano	Total	Inadequado	Semiadequado	Adequado
Santa Catarina								
Benedito Novo	4.532	5.804	1.364	1.810	3.174	2,8	65,8	31,4
Blumenau	14.238	294.773	4.216	96.871	101.087	0,1	13,3	86,7
Brusque	3.478	102.025	1.042	32.195	33.237	0,3	19,9	79,8
Camboriú	3.130	59.231	1.050	17.251	18.301	0,1	19,4	80,5
Gaspar	10.855	47.126	3.396	14.565	17.961	0,3	22,9	76,8
Ilhota	4.457	7.898	1.373	2.449	3.822	2,2	61,4	36,4
Itajaí	9.921	173.452	3.028	54.725	57.753	0,1	14,2	85,7
Itapoá	591	14.172	195	4.827	5.022	0,4	19,9	79,7
Luiz Alves	7.182	3.256	2.106	966	3.072	7,8	82,7	9,5
Nova Trento	3.061	9.129	933	2.898	3.831	10,9	38,8	50,3
Pomerode	3.936	23.823	1.138	7.422	8.560	0,6	26,5	72,9
Rio dos Cedros	5.174	5.110	1.594	1.633	3.227	1,1	59,0	39,9
Timbó	2.478	34.296	718	10.930	11.648	0,3	46,6	53,1
Pernambuco								
Água Preta	14.345	18.750	3.140	4.590	7.730	31,9	34,1	34,0
Barreiros	6.750	33.982	1.623	8.817	10.440	18,5	42,9	38,6
Catende	8.959	28.861	2.101	7.874	9.975	15,4	26,4	58,3
Correntes	7.090	10.329	1.776	2.572	4.348	27,5	35,1	37,4
Cortês	4.551	7.901	1.177	2.147	3.324	18,7	30,3	51,1
Jaqueira	4.419	7.082	1.025	1.902	2.927	30,1	48,9	21,1
Maraial	3.671	8.559	897	2.170	3.067	23,0	59,2	17,8
Palmares	12.640	46.886	3.102	12.294	15.396	14,6	30,5	54,8
Primavera	4.860	8.579	1.295	2.379	3.674	21,2	46,5	32,3
São Benedito do Sul	6.783	7.158	1.400	1.777	3.177	36,5	45,1	18,4
Vitória de Santo Antão	16.545	113.429	4.620	34.826	39.446	8,6	35,3	56,2

Fonte: IBGE. Cidades: Informações sobre os municípios brasileiros (<http://ibge.gov.br/cidadesat/xtras/home.php>).

Nota: Municípios que foram decretados em situação de calamidade pública após as enchentes de 2008 em Santa Catarina e 2010 em Pernambuco.

Em Pernambuco, entre os 12 municípios analisados, apenas cinco possuíam mais da metade de seus domicílios particulares permanentes atendidos por saneamento ambiental adequado. O saneamento, portanto, pode ser considerado um ponto crítico nas análises dos municípios de Pernambuco. Por exemplo, em Maraial, apenas 17,8% de domicílios tinham saneamento adequado (IBGE, 2010).

O estado nutricional também é uma característica divergente entre os dois estados. De acordo com dados do Sisvan (BRASIL, 2015b), o número de usuários da atenção básica de

saúde acompanhados com relação ao estado nutricional chegou a 2.946 no município de Barreiros/PE em 2007. Já em Santa Catarina, o maior número de pessoas acompanhadas no mesmo ano foi de 533 em Luiz Alves (Tabela 2).

TABELA 2
Número de usuários da atenção básica de saúde com acompanhamento nutricional, segundo faixas etárias
Municípios selecionados dos Estados de Pernambuco e Santa Catarina – 2010

Faixas etárias	Pernambuco				Santa Catarina			
	Barreiros	Catende	Palmares	Vitória de Santo Antão	Blumenau	Luiz Alves	Pomerode	Rio dos Cedros
Menos de 5 anos	1.309	332	42	67	206	328	201	51
De 5 a 9 anos	1.594	589	152	68	299	34	90	39
De 10 a 19 anos	4	597	526	-	-	43	17	-
De 20 a 60 anos	39	914	1325	3	1	128	52	-
60 anos e mais	-	234	126	-	-	-	-	-
Total	2.946	2.666	2.171	138	506	533	360	90

Fonte: Ministério da Saúde. Registro de informações do estado nutricional das famílias no Sisvan – módulo de gestão municipal (BRASIL, 2015b).

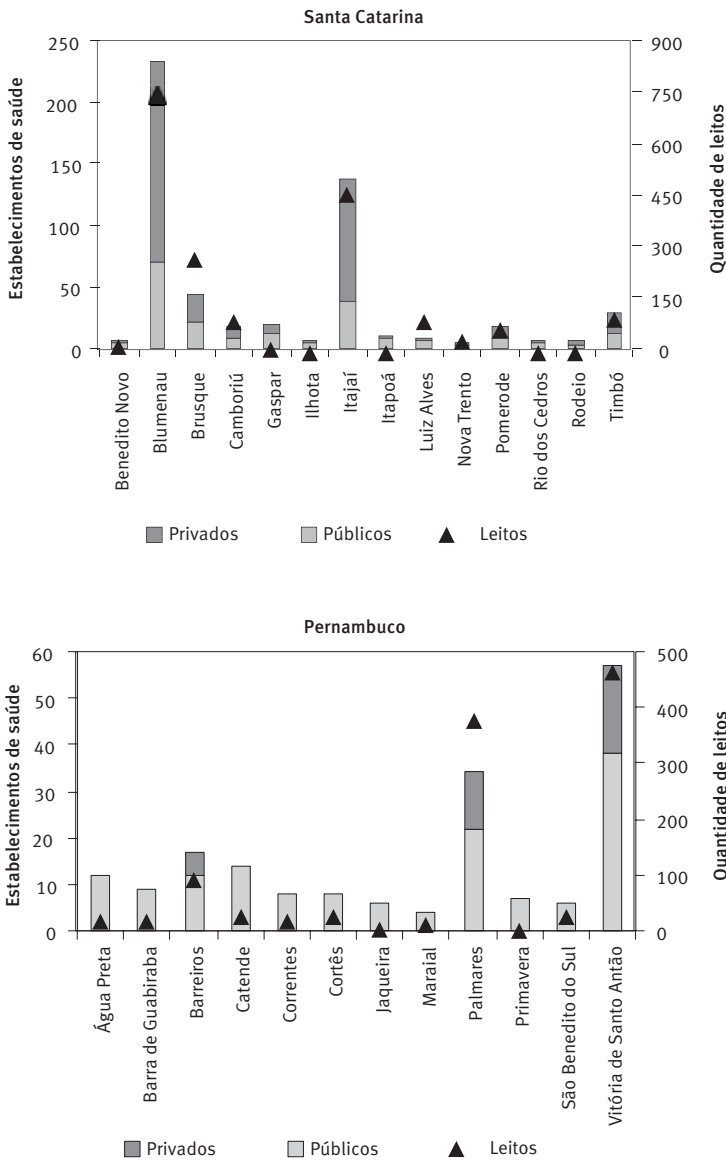
Outra variável importante para caracterizar a população com relação aos impactos em saúde é a cobertura de imunização, ressaltando que, neste caso, o que se procura verificar é a porcentagem de pessoas já imunizadas antes da ocorrência do desastre, principalmente a vacina dupla adulto, contra difteria e tétano. Considerando-se que a imunização pós-impacto não é indicada, pois não haveria tempo suficiente para efetivação da vacina e poderia haver um entendimento equivocado de proteção, com maior exposição da população a riscos de contaminação, ganham importância nos estudos os dados sobre a imunização prévia.

Nos dois estados os valores de cobertura de imunização tiveram um grande aumento entre 1994 e 2014. Em 2009, ano anterior ao desastre de Pernambuco, a média de cobertura entre os municípios analisados foi de 94%, sendo o valor mínimo (66%) registrado para o município de Água Preta e o máximo (94%) para o de Cortês (BRASIL, 2015a). Para Santa Catarina, os valores do ano anterior (2007) variaram entre 68% para Pomerode e 89% para Luiz Alves, sendo a média de cobertura de 89% entre os municípios analisados (BRASIL, 2015a). Os valores de cobertura de imunização são coerentes com os baixos números registrados no mesmo portal para as doenças para as quais existem vacinas disponíveis nos serviços públicos de saúde.

Para caracterizar a quinta variável indicada por Watson, Gayer e Connolly (2007) – grau de acesso a serviços de saúde e gerenciamento efetivo de casos –, usamos como aproximação os dados disponibilizados pelo IBGE (2010) para o ano de 2009. Em virtude de o desastre em Santa Catarina ter ocorrido em ano anterior aos dados (2008), as informações apresentadas podem estar superestimadas, mas, ainda assim, demonstram a situação problemática para os municípios de Gaspar, Ilhota, Itapoá, Rio dos Cedros e Rodeio, que não dispunham de leitos em seus estabelecimentos de saúde (Gráfico 1), indicando a necessidade de transportar a população para municípios vizinhos. Em uma situação de

desastre, em que as vias de transporte podem ficar obstruídas, este é um fator importante na determinação da vulnerabilidade dos municípios.

GRÁFICO 1
Estabelecimentos de saúde públicos e privados e quantidade de leitos
Municípios selecionados dos Estados de Santa Catarina e Pernambuco –2009



Fonte: IBGE. Cidades: Serviços de Saúde (<http://ibge.gov.br/cidadesat/xtras/home.php>).

Para os municípios analisados em Pernambuco, apenas Primavera não dispunha de leitos ambulatoriais ou hospitalares em 2009. Dos 12 municípios de Pernambuco, apenas Barreiros, Palmares e Vitória de Santo Antão contavam com estabelecimentos privados de saúde (Gráfico 1). Em Santa Catarina, todos os municípios analisados possuíam estabelecimentos privados de saúde, sendo que em Blumenau e Itajaí existiam mais estabelecimentos privados do que públicos.

Impactos dos desastres na saúde pública

Danos materiais da estrutura de atendimento

Nas inundações de 2008 em Santa Catarina, em 14 municípios foi decretado estado de calamidade pública e, em 59, situação de emergência.⁵ Nas inundações ocorridas em Pernambuco em 2010, 67 municípios foram afetados, entre os quais 29 decretaram situação de emergência e 12 estado de calamidade pública (BANCO MUNDIAL, 2012; BRASIL, 2010b).

Os danos associados à estrutura de atendimento referem-se à destruição e/ou danificação de infraestruturas como estações de tratamento de água, postos de saúde e hospitais, bem como de equipamentos e estoque de remédios.

A quantidade de hospitais e centros de saúde danificados ou destruídos em desastres chama a atenção não apenas no Brasil, mas em toda a América Latina e Caribe. No Peru, após chuvas intensas em 1997 e 1999, foram registrados 437 hospitais e centros de saúde danificados e/ou destruídos. Em El Salvador, foram 79 atingidos após os intensos terremotos registrados em janeiro e fevereiro de 2001 (OPAS, 2003). No Brasil, os impactos de desastres no setor de saúde também têm sido expressivos, e talvez falte engajamento em campanhas como “Hospitais seguros frente a desastres”.⁶

Os custos com perdas e danos decorrentes das inundações em Santa Catarina, em 2008, somaram R\$ 4,75 bilhões, distribuídos nos setores de infraestrutura (transportes, água e saneamento), social (habitação, saúde e educação) e produtivo (agricultura, indústria e comércio).

O Estado de Santa Catarina conta com alta proporção de hospitais privados em relação aos públicos (Gráfico 1). Os custos com as perdas e danos calculados no setor de saúde somaram R\$ 155 milhões, o que representa cerca de 3,7% do impacto total do desastre, e concentraram-se no setor público (99%) (BANCO MUNDIAL, 2012). Os danos estão associados à destruição ou danificação das infraestruturas de apoio ao setor (hospitais, postos de saúde e equipamentos) e contabilizaram R\$ 100 milhões, o que corresponde a 65% dos custos totais do desastre para o setor de saúde. Os prejuízos se concentram nos impactos diretos em unidades de saúde (R\$ 96 milhões) e custos de recuperação de hospitais

⁵ Situação de emergência é o “reconhecimento (legal) pelo poder público de situação anormal, provocada por desastres, causando danos superáveis (suportáveis) pela comunidade afetada” (BRASIL, 2007a, p. 8).

⁶ Promovida, em 2008, pela Estratégia Internacional de Redução de Desastres e Organização Mundial de Saúde.

(R\$ 3,4 milhões). Em termos absolutos, as chuvas afetaram 129 unidades de saúde públicas e 48 privadas (BANCO MUNDIAL, 2012).

Em Ilhota, dos quatro estabelecimentos públicos de saúde existentes, dois foram danificados e dois foram destruídos. Em Blumenau, 60% dos estabelecimentos públicos foram danificados (38) ou destruídos (quatro). Em Itajaí, 52% foram danificados (20) (Figura 2). Destaca-se que nestes municípios houve uma grande porcentagem de afetados nos desastres e que possivelmente demandaram ações extras dos serviços de saúde que foram atingidos. Em Ilhota, 28% da população (3.500 pessoas) foi afetada, em Blumenau, 33% (103 mil pessoas) e, em Itajaí, 89% (163.219).

Os impactos no setor de infraestrutura de água e saneamento foram responsáveis por custos totais de R\$ 29,2 milhões. Desse total, mais da metade correspondeu a danos nos sistemas de distribuição de água, concentrando-se em estações de tratamento de água – ETA (R\$ 9 milhões) e redes de distribuição (R\$ 7 milhões), e aproximadamente 25% referiram-se a perdas na coleta e tratamento de lixo não realizados (BANCO MUNDIAL, 2012).

Em Pernambuco, os danos calculados no setor saúde somaram R\$ 146 milhões, o que representou cerca de 5% do impacto total do desastre e 6% dos prejuízos identificados no setor social (habitação, saúde e educação) (BANCO MUNDIAL, 2012). O valor de reconstrução das unidades de atendimento destruídas e danificadas de Palmares (Hospital Regional), Barreiros, Água Preta, Cortês e Jaqueira, em Pernambuco, chegaram a R\$ 91,6 milhões (BANCO MUNDIAL, 2012).

Na rede hospitalar de Pernambuco, a região da Mata Sul sofreu o maior impacto: de um total de 18 hospitais existentes, três hospitais municipais e um regional foram destruídos, o que corresponde a uma perda de 22% na rede de atendimento.

Além disso, foram destruídas 18 Unidades Básicas de Saúde, enquanto outras 18 foram danificadas pelas chuvas. O setor também foi afetado pela destruição do prédio de uma das gerências regionais da Secretaria de Estado da Saúde de Pernambuco.

Em Cortês/PE, 87,5% dos estabelecimentos públicos de saúde foram danificados (quatro) ou destruídos (três). Em Barreiros, essa proporção chegou a 83%, sendo nove danificados e um destruído e, em Palmares, alcançou 77% (Figura 1). Em relação à população municipal atingida no desastre, destacam-se os municípios de Maraiá e Barreiros, onde a totalidade dos habitantes (12.352 e 41.748, respectivamente) foi afetada, e Palmares com 99% (58.819). Destaca-se que em Palmares e Barreiros houve uma grande porcentagem de afetados nos desastres e que possivelmente demandaram ações extras dos serviços de saúde que foram atingidos. O município de Palmares, que no período pré-impacto contava com 22 hospitais públicos e 376 leitos, teve 15 unidades danificadas e duas destruídas.

Além disso, o relatório do Banco Mundial reconhece que os valores foram subdimensionados, pois não foram calculados os custos de instalações provisórias, o valor dos atendimentos médicos não realizados pelos hospitais de pequeno porte e UBS e os impactos do deslocamento da equipe do Hospital Regional de Palmares/PE para hospitais particulares da região (BANCO MUNDIAL, 2012). Logo, as perdas indiretas

associadas aos danos causados à infraestrutura do setor foram, de fato, maiores do que as calculadas.

Os hospitais de Barreiros, Cortes, Água Preta e Jaqueira, em Pernambuco, foram reconstruídos em 2013, em áreas não sujeitas a riscos. O Hospital de Palmares/PE também foi construído em uma área sem risco de enchente em 2011.

A preparação destes estabelecimentos para lidar com eventos adversos implica que sejam considerados nos planos de contingência das Defesas Cívicas. Pereira et al. (2014) mencionam o índice de segurança hospitalar, desenvolvido pela Organização Panamericana de Saúde (Opas), que possibilita estimar a probabilidade de um estabelecimento de saúde continuar funcionando após a ocorrência de um desastre. Ainda, é preciso planejar a construção e reconstrução de instalações de saúde. Atualmente há documentos que oferecem diretrizes para este planejamento, como o da Opas (2003) e o guia de Boroschek Krauskopf (2004). Estes documentos abordam critérios para seleção de locais, detalhes de projetos, avaliação de profissionais requeridos e procedimentos para garantir a qualidade dos projetos. Adicionalmente, a tecnologia de “construção acelerada” permite restabelecer com rapidez a rede pública de saúde atingida em um desastre (PEREIRA et al., 2014). Os “Estabelecimentos de Saúde Inteligentes” associam técnicas de redução do risco de desastres com o uso de energia com baixas emissões de carbono (PEREIRA et al., 2014). O conhecimento, portanto, existe e é acessível.

Pereira et al. (2014) também enfatizam a importância de ampliar a resposta pós-impacto para além do atendimento médico e hospitais seguros, gerenciando abrigos e trabalhos de vigilância sanitário-epidemiológica e evitando a disseminação de agravos de saúde.

Danos sofridos pela população em curto, médio e longo prazos

Como consequência dos desastres analisados, ocorreram 26 óbitos no município de Ilhota/SC e 24 em Blumenau/SC, chegando a um total de 89 óbitos entre os municípios catarinenses analisados, de acordo com registros de Avadan (BRASIL, 2010b). Xavier, Barcellos e Freitas (2014) encontraram discrepâncias entre o número de óbitos contabilizado pela Defesa Civil, pelo Sistema de informação de mortalidade (SIM) do SUS e pela imprensa, com exceção para Blumenau e Jaraguá do Sul, com respectivamente 24 e 13 óbitos de acordo com as três fontes de informação.

No Estado de Pernambuco foram registrados oito óbitos decorrentes das inundações de 2010. Considerando números absolutos de feridos e enfermos, o município mais afetado de Pernambuco foi Palmares (6.090). Em Santa Catarina, os números de enfermos também são expressivos, principalmente em Blumenau (2.863), Itajaí (2.088), Gaspar (281) e Pomerode (157).

De acordo com Carmo e Anazawa (2014), a composição etária da população pode influenciar na vulnerabilidade aos desastres. Nos estados em estudo, a faixa etária de 15 a 64 anos foi a mais impactada, tanto em número de mortes (38 em SC e seis em PE) quanto de feridos e enfermos (4.159 e 5.631, respectivamente) (Tabela 4).

TABELA 4
Número de mortos, feridos e enfermos em inundações, por grupos etários
Municípios selecionados de Santa Catarina (2008) e Pernambuco (2010)

Municípios	Mortes					Feridos e enfermos				
	0-14 anos	15-64 anos	65 anos e mais	Gestantes	Total	0-14 anos	15-64 anos	65 anos e mais	Gestantes	Total
Santa Catarina	18	38	8	1	89	1.064	4.159	383	24	5.630
Benedito Novo	0	1	1	0	2 (0,02%)	0	2	1	0	3 (0,03%)
Blumenau	...	...	...	...	24 (1) (0,01%)	241	2.424	24 (0,01%)	11	2.863 (0,97%)
Brusque	0	1	0	0	1	21	20	24	1	66 (0,06%)
Camboriú	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Gaspar	5	8	2	1	16 (0,03%)	56	178	41	6	281 (0,48%)
Ilhota	7	18	1	0	26 (0,21%)	19	63	20	6	108 (0,87%)
Itajaí	2	3	0	0	5 (0,0%)	702	1.302	84	0	2.088 (1,14%)
Itapoá	0	0	0	0	0	3	0	0	0	3 (0,02%)
Luiz Alves	4	3	3	0	10 (0,10%)	12	42	7	0	61 (0,58%)
Nova Trento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Pomerode	0	2	1	0	3 (0,01%)	10	128	19	0	157 (0,57%)
Rio dos Cedros	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Timbó	0	2	0	0	2 (0,01%)	0	0	0	0	0
Pernambuco	0	6	2	0	8	49	5.631	583	4	6.267
Água Preta	0	2	0	0	2 (0,01%)	29	52	7	3	91 (0,28%)
Barreiros	0	2	0	0	2 (0,00%)	0	0	0	0	0
Catende	0	0	1	0	1 (0,00%)	5	25	6	0	36 (0,10%)
Correntes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cortês	0	1	0	0	1 (0,01%)	6	15	2	1	24 (0,19%)
Jaqueira	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Maraial	0	0	1	0	1 (0,01%)	8	2	6	0	16 (0,13%)
Palmares	0	0	0	0	0	0	5.531	559	0	6.090 (10,23%)
Primavera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
São Benedito do Sul	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vitória de Santo Antão	0	1	0	0	1 (0,00%)	1	6	3	0	10 (0,01%)

Fonte: Ministério da Integração Social – Avadan.

(1) Não foi informada, no Avadan, a desagregação por grupo etário para Blumenau.

Em números relativos, chama atenção a situação do município de Palmares/PE, onde 10% da população encontrava-se no grupo de enfermos e feridos, sendo a maior parte também na faixa entre 15 e 64 anos. Quatro gestantes estiveram entre os enfermos/feridos de Pernambuco e 24 em Santa Catarina. Uma gestante faleceu em Gaspar/SC.

O número de mortos e feridos, entretanto, deve ser analisado com critérios. Carmo e Anazawa (2014), em análise geral das bases de dados de desastres ocorridos no Brasil, mostram que não é possível afirmar se os desastres e a mortalidade por desastres estão aumentando no país devido às variações dos eventos. Além disso, de acordo com os autores, pode haver classificações equivocadas das causas de mortes e existe a possibilidade de o desastre não ser a causa básica nos registros obituários. Xavier et al. (2014) também destacam a inconsistência no registro dos dados e afirmam que nem sempre há coincidência entre os locais atingidos pelos desastres e as áreas com maior número de feridos e mortos, devido à concentração dos impactos em áreas de maior densidade demográfica e consideradas mais vulneráveis.

Segundo Alves (2006), para os municípios de Santa Catarina, não se verifica sobreposição de vulnerabilidade ambiental e vulnerabilidade social em escala municipal. Blumenau e Itajaí, por exemplo, não apresentam vulnerabilidade social em escala municipal, entretanto, tiveram altos números de mortos e afetados em decorrência do desastre (Tabela 4). Acreditamos que, nestes casos, a vulnerabilidade ambiental seja determinante, pois as características de ocupação dos municípios da Bacia do Itajaí colocam grande parte da população em situação de risco, apesar de seus melhores indicadores socioeconômicos. O relevo acidentado, com vales encaixados e encostas íngremes, condicionou a ocupação humana nas planícies fluviais – áreas naturalmente sujeitas a inundações – e encostas, áreas sujeitas a movimentos de massa. Somam-se a isso os processos de industrialização e desenvolvimento econômico que atraíram fluxos migratórios e induziram ocupações e intervenções no ambiente – como desmatamentos, cortes, aterros e construções precárias.

Os impactos em curto prazo de desastres também incluem aumento do número de ocorrências de patologia crônica, como hipertensos, diabéticos e cardiopatas, cujos quadros tornam-se mais agudos pela falta de medicamentos. Em médio prazo, podem ser incluídas as doenças transmitidas por vetores, como dengue e malária, e também aquelas relacionadas à exposição à água contaminada, como a leptospirose.

Xavier, Barcellos e Freitas (2014) mostram aumento no número de internações por leptospirose, doenças infecciosas, fraturas e acidente vascular cerebral em 2008, quando comparadas às médias de 2007 e 2009 (respectivamente anterior e posterior ao desastre), nos municípios de Itajaí, Blumenau e Ilhota. Ressalta-se também o prolongamento destes efeitos até seis meses após o evento, fato que normalmente não é registrado nos dados de enfermos realizados pela Defesa Civil.

De acordo com Alves e Torres (2006, p. 54), “o indicador que mais revela e explicita a associação entre exposição a risco ambiental e má qualidade do ambiente doméstico é a presença de insetos e roedores”, sendo também comum a existência de insetos e baratas.

Esta associação é evidenciada nos impactos à saúde em situações de desastres, especialmente nas relações entre inundações e casos de leptospirose, que é uma zoonose causada por uma bactéria do gênero *Leptospira*, presente na urina de ratos. Após inundações, esta bactéria, quando dispersa no ambiente, pode misturar-se com as águas e provocar o contágio da população em contato com essa água contaminada.

Em 2008, em Santa Catarina, foram notificados 1.900 casos suspeitos da doença, em sua maior parte registrados nos municípios atingidos pelas inundações na região do vale do Rio Itajaí, ocorridas em novembro (SANTOS et al., 2012). Nos locais estudados neste trabalho, Blumenau e Itajaí tiveram aumento de aproximadamente quatro vezes no número de casos de leptospirose após as inundações de novembro de 2008 (Tabela 5). Alguns municípios de Pernambuco também registraram crescimento no número de casos após as inundações de junho de 2010 (Tabela 6).

Guimarães et al. (2014) sugerem que há um intervalo de tempo entre o pico de precipitação e o surgimento dos sintomas, devido ao período de latência da doença. Nas Tabelas 5 e 6 também é evidenciada esta ampliação dos efeitos nos meses posteriores às inundações.

TABELA 5
Casos de leptospirose confirmados e notificados no Sistema de Informação de Agravos de Notificação – Sinan Net
Municípios do Estado de Santa Catarina – 2008

Municípios	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Maió	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Total
Blumenau	5	3	2	2	1	0	0	1	0	1	21	126	162
Brusque	3	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	8
Balneário Camboriú	0	2	1	0	1	1	0	1	0	0	3	19	28
Gaspar	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	20	24
Ilhota	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	6	10
Itajaí	3	6	3	0	0	2	0	0	1	0	16	130	161
Itapoá	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Luiz Alves	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	7	9
Pomerode	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3
Timbó	3	2	0	0	0	0	1	0	0	0	5	6	17

Fonte: Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Sistema de Informação de Agravos de Notificação.

Nota: Inundação ocorrida em novembro de 2008.

TABELA 6
Casos de leptospirose confirmados e notificados no Sistema de Informação de Agravos de Notificação – Sinan Net
Municípios do Estado de Pernambuco – 2010

Municípios	Jan.	Fev.	Mar.	Abr.	Maió	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Out.	Nov.	Dez.	Total
Água Preta	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2
Palmares	0	0	0	0	0	2	9	1	0	0	0	0	12
Vitória de Santo Antão	0	0	0	0	0	1	5	0	2	0	0	0	8
Recife (1)	3	5	4	10	10	45	48	24	7	3	3	3	165

Fonte: Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Sistema de Informação de Agravos de Notificação.

(1) Apesar de Recife não fazer parte da listagem de municípios com decreto de calamidade pública, pode haver o deslocamento de pessoas afetadas até a capital para diagnóstico e tratamento.

Nota: Inundação ocorrida em junho de 2010.

Como exposto por Pereira e Barata (2014), “o custo de uma doença pode incluir tanto as despesas do sistema de saúde com o tratamento do agravo, quanto as despesas ou os prejuízos incorridos pela sociedade, como os dias de trabalho perdidos devido à doença ou os potenciais anos de vida perdidos devido ao agravo”. O crescimento no número de doenças pós-impacto, em municípios de Pernambuco e Santa Catarina, portanto, aumenta o custo social dos desastres nestes estados. Também de acordo com Pereira e Barata (2014), quando o custo social da doença é parte do custo social do desastre, o impacto financeiro poderia ser usado como informação em estratégias de adaptação e resposta.

Há impactos que são ignorados ou menosprezados após a resposta imediata às emergências, principalmente quando o período posterior às chuvas se torna longo e os impactos associados à continuidade do desastre não adquirem visibilidade nos formulários de avaliação de danos e nos meios de comunicação. Em geral, pessoas afetadas nos desastres – incluindo os atingidos direta e indiretamente e também os socorristas e pessoal de apoio – sofrem impactos em função de sua condição psíquica. A porcentagem de pessoas que apresentam sintomas de danos psíquicos após a ocorrência de desastres estaria em torno de 20%.⁷ Entre as consequências estariam o uso abusivo de álcool, drogas ilícitas, depressão, insônia, irritabilidade e dificuldades de concentração (BRASIL, 2010a).

Os traumas que podem ser ocasionados por desastres são classificados como um tipo de transtorno do estresse pós-traumático (TEPT)⁸ (OMS, 2008). Os traumas seriam situações essencialmente violentas, como acidentes naturais (enchentes, incêndios, soterramentos), acidentes automobilísticos, assaltos, sequestros, estupros, entre outros. A categorização do TEPT como problema de saúde ajudou a reconhecer o sofrimento de pessoas cuja história traumática não era valorizada como fator determinante de seus padecimentos (CÂMARA FILHO; SOUGEY, 2001).

Além do TEPT, existem outros danos psicossociais vivenciados em longo prazo, no decorrer do processo de reconstrução e recuperação. Valencio, Siena e Marchezini (2011) analisaram as dimensões objetivas e simbólicas de afetação de grupos sociais em desastres em diferentes localidades. Os autores identificaram que a condição de *abandonado* é uma narrativa comum e pode ser caracterizada por uma desassistência social por parte do Estado, pela continuidade da vivência – às vezes por meses e anos – em condições insalubres em abrigos temporários ou acampamentos de desabrigados, pela insegurança física, social e emocional e pela descrença no poder público. No decorrer desse processo, as vulnerabilidades se tornam cumulativas e a continuidade do desastre silenciosamente vai se convertendo em uma catástrofe social que não adquire visibilidade (MARCHEZINI, 2014a, 2014b).

⁷ Discutido no seminário sobre Saúde Mental e Desastres realizado no V Defencil (Seminário Internacional de Defesa Civil, 2009).

⁸ Definido pela Classificação Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde (também conhecida como Classificação Internacional de Doenças – CID 10), publicada pela Organização Mundial de Saúde (OMS).

Em Ilhota/SC e Barreiros/PE, a continuidade do desastre pode ser caracterizada, entre outros aspectos: pelo luto social em decorrência da perda de parentes, amigos e vizinhos; pela perda da moradia e comprometimento dos papéis desempenhados no grupo doméstico; pela perda da estrutura produtiva, da execução do trabalho e a dimensão econômica e moral que o “ser trabalhador(a)” confere; pelo acúmulo de dívidas; pela ameaça de despejo nos abrigos temporários situados em escolas e outras instalações; pela curta duração e valor insuficiente do auxílio-moradia; pela reconstrução precária de vias de acesso, pontes, etc.; pela demora no processo de definição de novas áreas para reconstrução; e pela construção do conjunto habitacional em área periférica, sem infraestrutura de saneamento e desconectada de estrutura de serviços escolares, de saúde e de emprego (VALENCIO; MARCHEZINI; SIENA, 2011; MARCHEZINI, 2014a).

Os impactos sociais supracitados contribuem para acentuar a vulnerabilidade socioambiental em diferentes espaços urbanos e incrementar os cenários de riscos no âmbito da saúde pública. Outros impactos à saúde pública demandam análise científica e consistência de dados, como, por exemplo, o aumento no consumo de antidepressivos no pós-impacto.

Outra dimensão refere-se às especificidades dos grupos com maior vulnerabilidade em desastres, sobretudo crianças e idosos. No decorrer do processo de reconstrução do município de São Luiz do Paraitinga/SP, Marchezini (2014c) e Sartori (2014) destacam a intensificação do processo de adoecimento de idosos, que, além de ficarem desabrigados, perderam o desempenho de funções em espaços públicos simbólicos à realidade local, como igrejas, praças e outras instalações que foram destruídas. Segundo os moradores, muitos idosos vieram a falecer em razão do desastre, embora ninguém tenha morrido durante a inundação.

Investigando tais impactos, mas a partir do caso da população idosa atingida no desastre em Teresópolis/RJ, Viana (2015) expõe as divergências entre o meio oficial, a mídia e o idoso no contexto familiar e comunitário e relata “situações desumanizantes” em sua investigação: “o sofrimento vivido é de longa duração, indo além da crise aguda; o universo simbólico é negligenciado e desconsiderado na atuação pública; o cenário de cuidados a idosos fragilizados estão longe das pautas e olhar institucionais”.

Entre os totais de feridos e enfermos nos locais analisados neste trabalho, 383 pessoas em Santa Catarina e 583 em Pernambuco tinham mais de 65 anos quando ocorreram os impactos. Os números absolutos são altos, principalmente se questionarmos quantos destes idosos receberam a devida atenção nas unidades de saúde, incluindo os serviços de terapia psicológica. Não conseguimos dados sobre o acompanhamento destas pessoas no período pós-impacto.

Com a consideração de aspectos esquecidos e às vezes escondidos nas considerações sobre saúde em situações de desastres, recuperamos a definição de saúde (OMS, 1946): é importante que as políticas públicas e ações pós-impacto tenham verdadeiramente a perspectiva de promover “um estado de completo bem-estar físico, mental e social”.

Considerações finais

Em um contexto de aumento da responsabilidade dos governos de proteger seus cidadãos diante dos riscos de desastres, é fundamental subsidiar as formulações de políticas públicas e as tomadas de decisões a partir do conhecimento científico. Neste trabalho, várias análises científicas ficaram limitadas ao acesso aos dados e à existência de notificação e detalhes registrados. Entre os dados notificados no Sisvan e Sinan (BRASIL, 2015a, 2015b), os casos de leptospirose são os mais expressivos para análise, porém, há doenças subnotificadas ou não notificadas que afetam as vítimas do pós-impacto, como a maioria das doenças de veiculação hídrica e os danos psicossociais.

Devido à dinâmica social, as situações de vulnerabilidade atualizam-se e novos cenários de riscos são criados, exigindo políticas contínuas para sua redução (OPAS, 2014). A análise dos desastres ocorridos em Santa Catarina (2008) e Pernambuco (2010) permitiu identificar e caracterizar as vulnerabilidades socioambientais e alguns dos impactos na saúde pública em curto, médio e longo prazos. Com relação à vulnerabilidade socioambiental, é clara a diferença entre os dois estados, em suas características e nas condições de resposta aos desastres: os municípios de Santa Catarina apresentam alto IDHM e baixos índices de pobreza, enquanto os de Pernambuco têm um índice de pobreza mais alto e IDHM mais baixo. Pernambuco conta, basicamente, com o atendimento público de saúde, enquanto Santa Catarina dispõe de uma ampla rede de hospitais particulares. Os impactos, porém, foram severos nos dois estados. Santa Catarina registrou mais óbitos do que Pernambuco e nos dois estados houve um número expressivo de feridos e enfermos. O aumento de casos de leptospirose também foi verificado em municípios dos dois estados. Apesar de Santa Catarina não apresentar genericamente um cenário de vulnerabilidade social, seus municípios estiveram vulneráveis devido às características geográficas dos locais impactados e, possivelmente às características de desigualdade intraurbana. Em Pernambuco houve menos óbitos, mas uma maior proporção de pessoas afetadas. Estes fatos corroboram a severidade dos impactos à saúde pública – atualmente classificados como desastres secundários – e a necessidade de inclusão do tema saúde em todas as etapas de redução de riscos de desastres: prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação.

Referências

ACSELRAD, H. Ambientalização das lutas sociais – o caso do movimento por justiça ambiental. *Estudos Avançados*, v. 24, n. 68, p. 103-119, 2010.

_____. Justiça ambiental e construção social do risco. In: XIII ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS POPULACIONAIS, Ouro Preto. *Anais...* Ouro Preto: Abep, 2002. Disponível em: <http://www.abep.nepo.unicamp.br/docs/anais/pdf/2002/GT_MA_ST5_Acselrad_texto.pdf>. Acesso em: 01 jul. 2008.

_____. Vulnerabilidade ambiental, processos e relações. In: II ENCONTRO NACIONAL DE PRODUTORES E USUÁRIOS DE INFORMAÇÕES SOCIAIS, ECONÔMICAS E TERRITORIAIS. *Anais...* Rio de Janeiro: IBGE, 2006.

ACSELRAD, H. et al. **O que é justiça ambiental**. Rio de Janeiro: Garamond, 2008.

ALCÂNTARA, E.; FURTADO, F.; SUASSUNA, C.; BEZERRA, O. Resiliência e vulnerabilidade de cidades brasileiras: lições aprendidas com as catástrofes da região serrana do Rio de Janeiro e da Zona da Mata de Pernambuco. In: VI ENCONTRO NACIONAL DA ANPPAS, Belém, 2012. **VI ENANPPAS – Encontro Nacional da ANPPAS**. Belém: ANPPAS, 2012. v. 1, p. 1-22.

ALVES, H. P. F. Vulnerabilidade socioambiental na metrópole paulistana: uma análise sociodemográfica das situações de sobreposição espacial de problemas e riscos sociais e ambientais. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v. 23, n. 1, p. 43-59, 2006.

ALVES, H. P. F.; TORRES, H. G. Vulnerabilidade socioambiental na cidade de São Paulo: uma análise de famílias e domicílios em situação de pobreza e risco ambiental. **São Paulo em Perspectiva**, v. 20, n. 1, p. 44-60, 2006. Disponível em: <http://produtos.seade.gov.br/produtos/spp/v20n01/v20n01_04.pdf>. Acesso em: 01 jul. 2008.

BANCO MUNDIAL. **Avaliação de perdas e danos: inundações e deslizamentos na Região Serrana do Rio de Janeiro – Janeiro de 2011**. Relatório elaborado pelo Banco Mundial com apoio do Governo do Estado do Rio de Janeiro. Brasília, novembro de 2012.

BARCELLOS, C. et al. Inter-relacionamento de dados ambientais e de saúde: análise de risco à saúde aplicada ao abastecimento de água no Rio de Janeiro utilizando Sistemas de Informações Geográficas. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 3, n. 14, p. 597-605, 1998.

BOROSCHEK KRAUSKOPF, R. **Guía para la reducción de la vulnerabilidad en el diseño de nuevos establecimientos de salud**. Washington D.C.: OPS/Banco Mundial, 2004.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Defesa Civil. **Manual para a decretação de situação de emergência ou estado de calamidade pública**. Brasília: Sedec, 2007a. v. 1.

_____. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Defesa Civil. **Manual para a decretação de situação de emergência ou estado de calamidade pública**. Brasília: Sedec, 2007b. v. 2

_____. Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Defesa Civil. Universidade Federal de Santa Catarina. Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. **Gestão de riscos e de desastres: contribuições da psicologia**. Curso à distância / Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. Florianópolis: Ceped, 2010a.

_____. Ministério da Integração Social. Secretaria Nacional de Defesa Civil. **Sistema Integrado de Informações sobre Desastres – S2ID**. 2010b. Disponível em: <<http://s2id.integracao.gov.br/relatorio/geoespacial/geoespacial.html>>. Acesso em: maio 2015.

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Sinan-net – Sistema de Informação de Agravos de Notificação. 2015a.

_____. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Sistema de Vigilância Alimentar Nutricional – Sisvan. 2015b.

CÂMARA FILHO, J. W. S.; SOUGEY, E. B. Transtorno de estresse pós-traumático: formulação diagnóstica e questões sobre comorbidade. **Revista Brasileira de Psiquiatria**, v. 23, n. 4, p. 221-228, 2001.

CARMO, R. L.; ANAZAWA, T. M. Mortalidade por desastres no Brasil: o que mostram os dados. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 19, n. 9, p. 3669-3681, 2014.

CPRM. **Ação emergencial para reconhecimento das áreas de alto e muito alto risco a movimentos de massa e enchentes: fichas de Pernambuco**. Brasília: CPRM, 2012.

_____. **Ação emergencial para reconhecimento das áreas de alto e muito alto risco a movimentos de massa e enchentes:** fichas de Santa Catarina. Brasília: CPRM, 2013.

CUTTER, S. L. Vulnerability to environmental hazards. **Progress in Human Geography**, v. 20, n. 4, p. 529-39, 1996.

CUTTER, S. L.; BORUFF, B. J.; SHIRLEY, W. L. Social vulnerability to environmental hazards. **Social Science Quarterly**, v. 84, n. 2, June 2003.

FREITAS, C. M. et al. Desastres naturais e saúde: uma análise da situação do Brasil. **Ciência e Saúde Coletiva**, v. 19, n. 9, p. 3645-3656, 2014.

GUIMARAES, R. M. et al. Análise temporal da relação entre leptospirose e ocorrência de inundações por chuvas no município do Rio de Janeiro, Brasil, 2007-2012. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 19, n. 9, p. 3683-3692, set. 2014.

HERRMANN, M. L. de P. (Org.). **Atlas de desastres naturais do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: Secretaria de Estado de Segurança Pública e Defesa do Cidadão, Ceped/UFSC, 2004. Disponível em: <<http://www.cfh.ufsc.br/~gedn/mapa.html>>. Acesso em: 15 mar. 2009.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades:** Informações sobre os municípios brasileiros. Disponível em: <<http://ibge.gov.br/cidadesat/xtras/home.php>>. Acesso em: 13 de jul. 2015.

_____. Coordenação de População e Indicadores Sociais. **Indicadores sociais municipais:** uma análise dos resultados do universo do Censo Demográfico 2010. Rio de Janeiro: IBGE, 2011.

ISDR – International Strategy for Disaster Reduction. **Global assessment report on disaster risk reduction**. Geneva, Switzerland: ISDR, 2011. Disponível em: <<http://www.unisdr.org/we/inform/publications/19846>>. Acesso em: 11 nov. 2015.

KEIPI, K.; TYSON, J. **Planificación y protección financiera para sobrevivir desastres**. Serie de informes técnicos del Departamento de Desarrollo Sostenible. Washington, DC.: Banco Interamericano de Desarrollo, 2002.

LAVELL, A. T. Ciencias sociales y desastres naturales en América Latina: un encuentro inconcluso. In: MASKREY, A. (Org.). **Los desastres no son naturales**. Panamá: La Red., 1993. p. 111-125.

MARANDOLA JR., E.; HOGAN, D. J. Vulnerabilidades e riscos: entre Geografia e Demografia. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v. 22, n. 1, p. 29-53, jan./jun. 2005.

MARCHEZINI, V. **Campos de desabrigados:** a continuidade do desastre. São Carlos: Rima Editora, 2014a.

_____. La producción silenciada de los “desastres naturales” en catástrofes sociales. **Revista Mexicana de Sociología**, v. 76, n. 2, p. 253-285, 2014b.

_____. **Janeiro de 2010, São Luiz do Paraitinga/SP:** lógicas de poder, discursos e práticas em torno de um desastre. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Sociologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2014c.

OMS – Organização Mundial de Saúde. **Classificação Internacional de Doenças e Problemas Relacionados à Saúde – CID10**. 2008. Disponível online em: <<http://www.cid10.com.br/contact>>. Acesso em 10 jun. 2015.

_____. **Constituição da Organização Mundial da Saúde (OMS/WHO)**. Nova Iorque, 1946. Disponível em: <<http://www.direitoshumanos.usp.br/index.php/OMS-Organiza%C3%A7%C3%A3o-Mundial-da-Sa%C3%BAde/constituicao-da-organizacao-mundial-da-saude-omswho.html>>. Acesso em: 18 jun. 2015.

OPAS – Organização Pan-Americana da Saúde. Ministério da Saúde. **Desastres naturais e saúde no Brasil**. Brasília, Opas, Ministério da Saúde, 2014 (Série Desenvolvimento Sustentável e Saúde, v. 2).

_____. **Protección de las nuevas instalaciones de salud frente a desastres naturales: guía para la promoción de la mitigación de desastres**. Washington, D.C.: Opas/Banco Mundial, 2003.

PEREIRA, C. A. R. et al. Avaliação econômica dos casos de dengue atribuídos ao desastre de 2011 em Nova Friburgo (RJ), Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 19, n. 9, p. 3693-3704, set. 2014.

PEREIRA, C. A. R.; BARATA, M. M. de L. Organização dos serviços urbanos de saúde frente à mudança do clima e ao risco de desastres na América Latina. **Saúde Debate**, v. 38, n. 102, p. 624-634, set. 2014.

PNUD; IPEA; FJP. **Atlas de desenvolvimento humano municipal brasileiro**. Brasília, 2013. Disponível em: <<http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/home/>>. Acesso em: 04 nov. 2015.

SANTOS, E. V. **Suscetibilidade a movimentos de massa na microbacia do Ribeirão Máximo, Município de Luis Alves, SC**. Dissertação (Mestrado Profissional em Planejamento Territorial e Desenvolvimento Socioambiental) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

SANTOS, L. B. L.; ASSIS, M. C.; SILVA, A. E. P.; ANGELIS, C. F. Sobre risco, ameaça e vulnerabilidade à leptospirose em situações pós-alagamentos, inundações e enxurradas: reconstruindo o episódio do Vale do Itajaí (2008-2009). In: I CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE DESASTRES NATURAIS. Rio Claro, 14-17 de maio de 2012. **Anais...** Rio Claro, 2012.

SARTORI, J. **Como esquecer?** Memórias de um desastre vivenciado. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2014. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18139/tde-29092014-152210/pt-br.php/>>. Acesso em: 18 jun. 2015.

SILVA DIAS, M. A. F. (Ed.). **As chuvas de novembro de 2008 em Santa Catarina: um estudo de caso visando a melhoria do monitoramento e da previsão de eventos extremos**. São José dos Campos: Inpe, 2009.

VALENCIO, N.; SIENA, M.; MARCHEZINI, V. **Abandonados nos desastres: uma análise sociológica de dimensões objetivas e simbólicas de afetação de grupos sociais desabrigados e desalojados**. Brasília: Conselho Federal de Psicologia, 2011.

VALENCIO, N. F. L. S. **Para além do ‘dia do desastre’**. Curitiba: Editora Appris, 2012.

VIANA, A. S. **Idoso, família e desastres: uma discussão na interface da sociologia e gerontologia a partir da análise do caso de Teresópolis/RJ**. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2015. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18139/tde-09062015-154459/>>. Acesso em: 17 jun. 2015.

WATSON, J. T.; GAYER, M.; CONNOLLY, M. A. Epidemics after natural disasters. **Emerging Infectious Diseases**, v. 13, n. 1, 2007.

XAVIER, D. R. et al. Organização, disponibilização e possibilidades de análise de dados sobre desastres de origem climática e seus impactos sobre a saúde no Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 19, n. 9, p. 3657-3668, set. 2014.

XAVIER, D. R.; BARCELLOS, C.; FREITAS, C. M. de. Eventos climáticos extremos e consequências sobre a saúde: o desastre de 2008 em Santa Catarina segundo diferentes fontes de informação. **Ambiente & Sociedade**, v. 17, n. 4, p. 273-294, dez. 2014.

Sobre os autores

Luciana de Resende Londe é bióloga, mestre em Engenharia Agrícola pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) e doutora em Sensoriamento Remoto pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe), com especialização em Vigilância em Saúde Ambiental pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Pesquisadora em desastres naturais no Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden).

Victor Marchezini é bacharel em Ciências Sociais, mestre em Sociologia pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), especialista em Direitos Humanos, Gestão Global de Riscos e Políticas Públicas de Prevenção de Desastres pela Fundação Henry Dunant – América Latina e doutor em Sociologia pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Pesquisador em Desastres Naturais no Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden).

Rodrigo Silva da Conceição é geógrafo, mestre em Geografia e doutor em Meio Ambiente pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Tecnologista em Desastres Naturais do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden).

Katia Cristina Bortoletto é geógrafa e mestre em Ciências Florestais pela Universidade de São Paulo (USP). Tecnologista em Desastres Naturais no Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden).

Ana Elisa Pereira Silva é bióloga, mestre em Sensoriamento Remoto pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe). Analista operacional de desastres naturais no Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden).

Elisa Volker dos Santos é geógrafa e mestre em Planejamento Territorial e Desenvolvimento Socioambiental pela Universidade do Estado de Santa Catarina (Udesc). Tecnologista em desastres naturais no Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden).

Regina Tortorella Reani é geógrafa pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (Unesp), mestre em Engenharia Urbana pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) e doutora em Geografia pela Universidade de São Paulo (USP). Analista operacional em desastres naturais no Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (Cemaden).

Endereço para correspondência

Luciana de Resende Londe
Cemaden – Parque Tecnológico
Av. Doutor Altino Bondesan, 500, Distrito Eugênio de Melo
12247-016 – São José dos Campos-SP, Brasil

Abstract

Impacts of socio-environmental disasters on public health: studies of scenarios in the Brazilian states of Santa Catarina in 2008 and Pernambuco in 2010

Events such as floods and landslides can cause disasters that affect Brazilian public health extensively. Impacts include traumas and injuries, damage to water treatment plants and hospitals, disruption of equipment and medicine supply, epidemics and the spread of diseases, as well as lasting psychosocial damage. In this article, we study disaster scenarios in municipalities from two Brazilian states that had declared a state of public calamity as a result of flooding – Santa Catarina (2008) and Pernambuco (2010). The object was to identify and

analyze the impacts of these disasters on social and environmental conditions as well as on the coverage of public health. To this purpose, the before and after disaster situation in affected municipalities was analyzed. To characterize socio-environmental vulnerability, we used data from the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE), the Brazilian Geological Survey (CPRM), the National Protection and Civil Defense Secretariat (SEDEC) and the Health Ministry. Although there are expressive differences between the two investigated states, especially in regards to social indicators, both of them suffered strong impacts after floods. Despite a higher human development index and low levels of poverty, Santa Catarina suffered more deaths than Pernambuco. Altogether, results demonstrate the need to include public health issues in all steps of disaster risk management.

Keywords: Vulnerability. Weather extremes. Brazil.

Resumen

Impactos de los desastres socioambientales en la salud pública: estudio de los casos de los estados brasileños de Santa Catarina en 2008 y Pernambuco en 2010

Eventos tales como las inundaciones y los derrumbes pueden causar desastres, afectando ampliamente la salud pública en Brasil. Además de las muertes, traumas y lesiones, pueden causar daños a las estaciones de tratamiento del agua, centros de salud y hospitales, comprometer el equipamiento y el stock de medicamentos, además de generar epidemias, proliferación de enfermedades y daños psicosociales. Con el objetivo de identificar y analizar las características pre y post impacto relacionadas con la salud pública, en este artículo se estudian dos escenarios: las inundaciones ocurridas en Santa Catarina en 2008 y en Pernambuco en 2010. Se analizan las condiciones socioambientales y de la cobertura de los servicios de salud previas y los daños posteriores al impacto en los municipios que decretaron el estado de emergencia pública. Para caracterizar la vulnerabilidad socioambiental se utilizaron datos del Instituto Brasileño de Geografía y Estadística (IBGE), del Servicio Geológico de Brasil (CPRM), de la Secretaría Nacional de Protección y Defensa Civil (SEDEC) y del Ministerio de Salud. Se encontraron grandes diferencias entre los dos estados, principalmente en los indicadores sociales, aunque los efectos de las inundaciones fueron severos para ambos, e incluso hubo un mayor número de muertos en Santa Catarina, estado con un alto índice de desarrollo humano y menores niveles de pobreza. Estos resultados muestran la necesidad de incluir el tema de la salud pública en todas las etapas de la gestión del riesgo de desastres.

Palabras clave: Vulnerabilidad. Fenómenos meteorológicos extremos. Brasil.

Recebido para publicação em 17/07/2015

Recomendado para publicação em 19/10/2015

Aceito para publicação em 06/11/2015

Distribuição da população e cobertura da terra: o lugar das Áreas Protegidas no Pará, Brasil em 2010*

Álvaro de Oliveira D'Antona**
Ricardo de Sampaio Dagnino***
Maria do Carmo Dias Bueno****

O objetivo deste artigo é analisar a distribuição da população do Pará, a partir de dados do Censo Demográfico 2010 associados a dados de uso e cobertura da terra do TerraClass, dispostos em uma grade estatística. Verifica-se o papel de 113 Áreas Protegidas (AP) – 46 Terras Indígenas, 51 Unidades de Conservação de Uso Sustentável e 16 Unidades de Conservação de Proteção Integral – no gradiente rural-urbano do ponto de vista populacional e em relação aos usos-coberturas da terra nelas existentes. Utilizando um Sistema de Informações Geográficas, os dados relativos às APs, ao uso e cobertura da terra e os censitários foram incorporados à grade estatística. O relacionamento espacial dos planos de informação nas células indica que a população do estado é bastante concentrada, uma tendência que se reproduz nas Áreas Protegidas (o coeficiente de Gini para a distribuição dos domicílios é superior a 0,9). As APs configuram-se como áreas menos populosas e mais florestadas em comparação ao restante do estado. Apesar da presença de extensas porções sem domicílios ocupados e da maior extensão de florestas do Pará (57%), identificam-se nestas áreas usos urbanos associados a outros usos e coberturas da terra. Os resultados indicam que as dinâmicas populacionais e as mudanças nos usos e cobertura da terra estão relacionadas de forma mais ampla, estimulando a reflexão sobre a urbanização e as mudanças no uso e cobertura da terra de forma mais integrada.

Palavras-chave: Pará. Áreas Protegidas. Distribuição espacial. Grade estatística. Uso e cobertura da terra.

* Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo apoio (MCTI/CNPq/Universal 456096/2014-0).

** Faculdade de Ciências Aplicadas, Universidade Estadual de Campinas (FCA/Unicamp), Campinas-SP, Brasil (alvaro.dantona@fca.unicamp.br).

*** Faculdade de Ciências Aplicadas, Universidade Estadual de Campinas (FCA/Unicamp), Campinas-SP, Brasil (ricardosdag@gmail.com).

**** Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Rio de Janeiro-RJ, Brasil (bueno.mariadocarmo@gmail.com).

Introdução

A emergência do campo de População e Ambiente, desde as últimas décadas do século XX, explicitou a necessidade de integrar, aos estudos, elementos sobre população, meio ambiente e desenvolvimento sustentável (MARTINE, 2007; HOGAN, 2007), bem como buscar novas teorias para lidar com a complexidade dos temas estudados e novos métodos para trabalhar com as extensões espacial e temporal envolvidas (LUTZ; PRSKAWETZ; SANDERSON, 2002). Apesar dos avanços conceituais e metodológicos desde então, detecta-se ainda a necessidade de incorporação mais sistemática do espaço nos estudos de população, tanto da perspectiva instrumental quanto da conceitual, desenvolvimento de abordagens multiescalares, incluindo modelos multiníveis (BARBIERI, 2007; GARDNER et al., 2013), diálogo interdisciplinar mais amplo (CÔRTEZ; D'ANTONA, 2014).

O artigo busca contribuir para o desejável diálogo pela aproximação dos estudos das mudanças no uso e cobertura da terra com aqueles voltados para a distribuição e dispersão urbana na Amazônia. Especificamente, verifica-se o papel, ou lugar, das Áreas Protegidas (AP) do Estado do Pará – Terras Indígenas (TI) e Unidades de Conservação (UC) – no gradiente rural-urbano, levando em conta medidas de concentração da população e o uso e cobertura da terra. Ao definirem regras de ocupação e de uso de recursos, as APs afetam a distribuição da população. Cabe avançar na compreensão das relações de tais unidades no quadro regional, tendo em vista seus potenciais impactos sobre a rede urbana (SATHLER et al., 2009) e os possíveis impactos da rede urbana sobre os ecossistemas protegidos (GUEDES; COSTA; BRONDÍZIO, 2009).

Nesse sentido, o Estado do Pará chama a atenção: é a unidade da Federação da Amazônia Legal com o menor percentual de população residente em áreas urbanas – 68,5%, contra 72% nos estados da Amazônia (IBGE, 2011a) –; tem um dos maiores percentuais de território coberto por Áreas Protegidas; e suas taxas de desmatamento estão entre as mais elevadas da Amazônia.

Além disso, busca-se contribuir para o desenvolvimento dos estudos sobre população e ambiente em Áreas Protegidas, por meio do enfrentamento da limitação gerada pelo uso de dados demográficos agregados em unidades político-administrativas e operacionais. Sabe-se que a grade com células regulares melhora a resolução espacial dos dados e permite abstrair os limites de setores censitários e municípios, proporcionando uma melhor aderência às Unidades de Conservação (D'ANTONA; BUENO; DAGNINO, 2013). Aqui, o emprego prioritário de técnicas de agregação de dados do Universo do Censo Demográfico 2010 (IBGE, 2011a) possibilita que a localização dos domicílios não dependa de camadas auxiliares, como a cobertura da terra e estradas, constituindo um avanço em estudos no Brasil, somente possível a partir do último Censo Demográfico.

Dinâmicas de ocupação, uso e cobertura da terra

Não se pode ignorar as mais contemporâneas transformações do rural, as quais não deveriam ser vistas de forma desconectada das cidades, onde a população se concentra, demanda e, geralmente, legisla para além do urbano. As fronteiras rural-urbano estão cada vez mais difusas e imbricadas (MONTE-MÓR, 2006) também pelo caráter não agrícola das áreas rurais – incluindo as atividades como o turismo e a conservação da natureza (SILVA, 1997, p. 47).

As dinâmicas populacionais e as mudanças nos usos e coberturas da terra devem ser relacionadas de uma perspectiva analítica mais ampla e integrativa, buscando superar a classificação dicotômica de rural e de urbano (CHAMPION; HUGO, 2003; MONTEIRO; CARDOSO, 2012). Na Região Norte, a ocupação da “fronteira agrícola”, nos anos 1960 e 1970, está ligada à urbanização (BECKER, 1985, 1995). Quatro décadas depois, esta “floresta urbanizada” (BECKER, 1995) parece se aproximar da “urbe amazônica” (BECKER, 2013), constituindo-se por uma rede urbana que conecta áreas consideradas rurais, pequenas, médias e grandes cidades (GUEDES; COSTA; BRONDIZIO, 2009), com destaque para as médias (SATHLER; MONTE-MÓR; CARVALHO, 2009).¹

Na rede de cidades da Amazônia se combinam antigos aglomerados, geralmente distribuídos ao longo dos rios, centros próximos às estradas e aos projetos de colonização criados durante o regime militar e cidades mais recentes. Muitos dos lugares onde hoje se observam cidades aparecem como floresta nas imagens de satélite do início dos anos 1970. Diferentes municípios apresentam processos distintos de conversão de usos e coberturas florestais e de pasto em uso urbano (RAMOS, 2014, p. 122-123).

No Pará, com o estímulo do governo federal, essa transição de usos-coberturas da terra se deu pela urbanização associada aos projetos de colonização, como no caso da Transamazônica: núcleos urbanos hierárquicos (agrovilas) que orientavam a ocupação e se articulavam com o uso do meio rural (BECKER, 1995). Outras cidades se estruturam a partir de lotes rurais que, progressivamente, perderam seus usos agropecuários e passaram a concentrar pessoas, infraestruturas e serviços. Mais “espontâneas”, ou, pelo menos, não planejadas pelo Estado, tais concentrações aproximam-se do que se poderia definir como uma forma de urbanização *in situ* (*in situ urbanization*), em que assentamentos rurais se transformam em urbanos sem depender, necessariamente, do deslocamento da população em longas distâncias (ZHU, 2004).²

¹ Segundo Becker (2013), os núcleos urbanos constituíram a base logística para a expansão das fronteiras na Amazônia, formando uma fronteira urbanizada, e atualmente a proliferação de núcleos urbanos com reduzido tamanho funciona como local de refúgio e resistência de populações expropriadas da terra; porém trata-se de núcleos urbanos com diversas carências e com dificuldade de criar e manter uma estrutura econômica que possa garantir o desenvolvimento local e a aliança entre desenvolvimento econômico e conservação ambiental.

² O termo é geralmente aplicado àquele processo de urbanização na China que se dá pela conversão de assentamentos rurais e não pela intensa migração do rural ao urbano. Sobre o caso chinês, ver ZHU et al. (2009).

Dispostas espacialmente nessa rede, as Unidades de Conservação e as Terras Indígenas constituem um componente importante no quadro amplo das configurações de rurais e de urbanos que se articulam. Por um lado, a crescente conectividade da rede pode causar impactos como a fragmentação de unidades de conservação e de ecossistemas (GUEDES; COSTA; BRONDIZIO, 2009). Por outro, os limites de tais unidades podem funcionar como barreiras à conectividade. Sathler, Monte-Mór e Carvalho (2009) argumentam que a rede urbana na Amazônia apresenta dificuldades (fragilidades) que restringem ou impedem os fluxos de pessoas, tais como as grandes distâncias entre os centros menores e as capitais e a carência de infraestrutura de transporte, entre outros aspectos. Pelos possíveis impactos tanto das APs na rede quanto da rede nas APs, a bibliografia aponta para a necessidade de incluir estudos de populações em Áreas Protegidas na discussão mais abrangente sobre distribuição da população e urbanização.

Para os estudos populacionais, particularmente os de população e ambiente, o interesse em Áreas Protegidas se dá a partir dos seus significados para a redistribuição da população. De uma perspectiva regional, em tais unidades estão as porções que se pretende apartar das dinâmicas de ocupação predominantes. Do ponto de vista local, as APs definem regras de ocupação e de usos que impactam as dinâmicas e a distribuição da população em cada unidade e entorno. No caso das Terras Indígenas e de determinadas Unidades de Conservação de Uso Sustentável, como as Reservas Extrativistas, acrescenta-se que as unidades são sinal de reconhecimento de formas de ocupação (e de usos) que precedem e/ou se colocam alternativamente.

População em Áreas Protegidas

Os espaços reservados à conservação ambiental e/ou destinados à ocupação de populações tradicionais, indígenas ou quilombolas podem ser chamados de Áreas Protegidas (MEDEIROS, 2006). Essas áreas estão enquadradas nos Espaços Territoriais Especialmente Protegidos (PEREIRA; SCARDUA, 2008, p. 90-91), que abrigam: as Unidades de Conservação; as áreas destinadas às comunidades tradicionais (Terras Indígenas e Territórios Quilombolas); as áreas tombadas; os monumentos arqueológicos e pré-históricos; as áreas especiais e locais de interesse turístico; as reservas da biosfera; os corredores ecológicos; e as zonas de amortecimento. Por sua dimensão e número de unidades, optamos por considerar aqui as Áreas Protegidas conhecidas como Unidades de Conservação (UC) e as Terras Indígenas (TI).

As Unidades de Conservação, sejam municipais, estaduais ou federais, estão enquadradas no Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza do Brasil – SNUC (BRASIL, 2000), em dois grupos: Proteção Integral (PI) – unidades onde a presença de população humana, seja para residência ou mesmo para visitação, é expressamente desencorajada, restringida e até proibida; e Uso Sustentável (US) – espaços onde a existência de moradores é permitida e em alguns casos torna-se uma condição.

Existem duas vertentes que polarizam a ideia de população humana em Áreas Protegidas: uma entende que a população é uma ameaça e não deve entrar em contato com recursos dessas áreas; e outra encara a população como uma potencialidade, como uma das ferramentas da gestão ambiental. De acordo com Carneiro da Cunha e Almeida (2009, p. 285-6), a primeira vertente prevalece no modelo norte-americano de Yellowstone, que criava ambientes intocados sem população humana. No Brasil, tanto nas TIs quanto nas UCs – sobretudo as de uso sustentável –, prevalece a ideia de que as populações devem proteger o ambiente e os recursos podem ser utilizados para sustentar seus modos de vida, o que reflete a noção de que as populações não são vítimas e sim parceiras das preocupações ambientais.

As Terras Indígenas são aquelas tradicionalmente ocupadas pelos povos indígenas, habitadas em caráter permanente ou utilizadas para suas atividades produtivas ou para garantir seu bem-estar e sua reprodução física e cultural, segundo seus usos, costumes e tradições. Tais áreas estão sob responsabilidade da Fundação Nacional do Índio (Funai), órgão subordinado ao Ministério da Justiça do Brasil. Anteriormente chamadas de Reservas Indígenas, estas áreas implicam a presença da população indígena que habita ou utiliza as terras (BRASIL, 1988, artigo 231).

Segundo Diegues (2004), existe certo consenso em torno da expressão “população indígena”, indicando etnia e agregando os povos que guardam uma continuidade histórica e cultural desde antes da conquista europeia da América. O consenso parece não existir em relação à definição de populações tradicionais. Aquelas residentes ou que utilizam as Unidades de Conservação podem ser chamadas de “populações tradicionais”, embora também possam ser denominadas, sobretudo em documentos de organismos internacionais, como é o caso da OIT (1989), como povos nativos ou tribais. A Lei n. 9.985, que cria o SNUC (BRASIL, 2000), não define o que são populações tradicionais, embora seu artigo 5º permita entender que se trata de pessoas que dependem da utilização de recursos que estão no interior das UCs e que, com a delimitação de uma unidade, terão que ser indenizadas ou abastecidas por recursos alternativos.

Para fins deste trabalho, as pessoas situadas em UC e TI são denominadas população residente. O caráter de residência parece ser apropriado por diversos motivos: em termos de estatísticas oficiais, o termo é útil, pois as pesquisas domiciliares, como o Censo Demográfico, são baseadas no conceito de população residente; em termos jurídicos, o Decreto n. 4.340 (BRASIL, 2002), que regulamenta o SNUC (BRASIL, 2000), já admite a denominação populações residentes; em termos antropológicos, população residente tem um sentido mais genérico e de conteúdo menos denso do que o termo tradicional (WEST; BRECHIN, 1991 apud BARRETTO FILHO, 2006, p. 138) – aplicando-se melhor à existência de outros residentes permanentes ou eventuais que não se identificam como indígenas e nem se consideram tradicionais. Cabe destacar que, pela própria forma de uso e de ocupação da população em APs, sabe-se que dentro delas existem várias áreas desabitadas que não são utilizadas para residência, mas sim como área de trânsito ou como fonte de recursos – inclusive para pessoas de fora das unidades.

População, ambiente e espaço

O interesse em relacionar a distribuição da população com usos e coberturas da terra em Áreas Protegidas, no quadro mais amplo do Pará, remete aos desafios das análises espaciais nos estudos populacionais.

Para alguns autores, a demografia tem uma longa tradição espacial (VOSS, 2007), a qual significa, de fato, apenas uma consciência do espaço (WEEKS, 2004). Tal consciência se observa, por exemplo, em estudos comparativos de características demográficas entre contextos diferentes, em estudos de migração e nas explicações que circunscrevem espacialmente o declínio da fecundidade e as diferenças nas taxas de mortalidade (CASTRO, 2007). Tradicionalmente, os estudos populacionais exploram a dimensão temporal em suas análises, colocando o tempo em termos de idade, período e coorte,³ mas não fazem o mesmo, com igual intensidade, em relação ao espaço (MOUW, 2000).

As análises se sofisticaram nas últimas décadas pela incorporação de dados digitais e espaciais, assim como pelo uso de ferramentas como os Sistemas de Informações Geográficas (SIG). Mapas contendo variáveis demográficas se tornaram potentes instrumentos que revelam padrões imperceptíveis nas tabelas convencionais. Contudo, para que o espaço seja analiticamente incorporado aos estudos de população, faz-se necessária a criação de modelos que explicitem as relações entre o espaço e os fenômenos demográficos, o que ainda se revela como uma das maiores dificuldades (NICHHD, 2002).

Associada a esta dificuldade analítica, existe a limitação relativa ao modo como as variáveis de população são apresentadas. Os dados censitários são geralmente disseminados em unidades de área (polígonos), que expressam unidades operacionais ou estatísticas, como os setores censitários e as áreas de ponderação, ou administrativas, como os municípios. Além dos problemas inerentes a qualquer análise baseada em unidades de área, como MAUP e Falácia Ecológica,⁴ o uso de limites administrativos e/ou operacionais traz uma série de restrições, tais como: baixa resolução espacial; falta de aderência aos limites de outras camadas de informação; e alterações nos seus limites ao longo do tempo (BUENO, 2014). O uso de tais unidades não favorece a realização de análises espaciais, restringindo a articulação dos dados demográficos a outros conjuntos de informações (GRASLAND; MADELIN, 2006; DE SHERBININ et al., 2002).

A grade estatística, um sistema de células regulares que servem como repositório para dados estatísticos georreferenciados (TRAINOR, 2010), oferece algumas vantagens em relação às formas de disseminação de dados agregados baseadas em setores censi-

³ O efeito de idade corresponde aos processos biológicos, psicológicos e sociais ao longo da evolução humana ou a cada faixa etária; o efeito de período reflete mudanças que atingem toda a população, como as ambientais, econômicas e sociais; os efeitos de coorte podem refletir mudanças entre um grupo de indivíduos com a mesma idade (GUIMARÃES; RIOS-NETO, 2011).

⁴ No *Modifiable Area Unit Problem* ou MAUP (OPENSHAW, 1984), ocorrem, pelos efeitos de escala e de zoneamento, a diminuição da variância dos resultados obtidos e a consequente perda de heterogeneidade, conforme variam as unidades de análise (GEHLKE; BIEHL, 1934; OPENSHAW; TAYLOR, 1979, 1981; WONG, 1996). A Falácia Ecológica é um erro inferencial, que faz com que uma análise baseada em dados agregados leve a conclusões diferentes daquelas que seriam obtidas com a análise dos dados individuais (ROBINSON, 1950).

tários ou municípios. Pequenas em comparação às outras unidades, as células oferecem melhor resolução espacial e, conseqüentemente, melhor adaptação a outras camadas de informação (GUZMÁN; SCHENSUL; ZHANG, 2013). A grade permite abstrair limites político-administrativos, o que lhes atribui estabilidade temporal, uma vez que as células não variam ao longo do tempo. O sistema é mais adequado à interpretação cartográfica temática e possibilita transitar desde recortes intraurbanos até unidades da federação ou país. As células facilitam a execução de modelagens e, de acordo com vários autores, seu uso pode minimizar os efeitos do MAUP (GOODCHILD, 1992; SCHUURMAN et al., 2006; CARVALHO et al., 2004).⁵

Apesar de o uso de grades estatísticas contribuir para uma melhor percepção das relações recíprocas entre as variáveis sociodemográficas e as ambientais em estudos das dinâmicas de uso e cobertura da terra, as técnicas de desagregação normalmente utilizadas para transferir os dados censitários para as células requerem dados auxiliares com resolução alta (TATEM et al., 2007) – sejam eles classificações utilizando imagens de satélite ou mapeamento de vias ou edificações – e modelos de distribuição dos dados adequados e calibrados com a realidade local. Optou-se, neste trabalho, por uma abordagem híbrida (BUENO, 2014) que prioriza técnicas de agregação de dados, conforme descrição a seguir.

Montagem da grade

Em um Sistema de Informações Geográficas (SIG) foi montada a grade estatística utilizada neste trabalho para integrar as variáveis do Censo Demográfico àquelas relativas aos usos e coberturas da terra e às Áreas Protegidas consideradas.

A grade estatística contém células com 37,5 arcos segundos de medida lateral, o equivalente no Equador a 1.152 metros (BUENO, 2014). A dimensão das células foi definida de acordo com o Sistema Cartográfico Nacional estendido ao Mapeamento Cadastral, de forma que as células pudessem coincidir com mapas na escala 1:2000. Considerando-se todo o Estado do Pará, a grade possui 941.850 células, o que oferece uma resolução espacial média de 1,15 km, bastante superior àquela da malha de setores censitários, que é de 11,82 km.⁶

A transferência dos dados do Universo do Censo Demográfico 2010 (população residente, domicílios ocupados e situação do domicílio) para a grade estatística se deu por

⁵ Qualquer análise espacial está sujeita ao MAUP, mas os efeitos de escala e de zoneamento ficam mais críticos à medida que a quantidade de unidades diminui e a dimensão das unidades aumenta (WRIGLEY, 1995). Ainda que não seja unânime a afirmação de que a agregação de dados em níveis geográficos menores minimize os impactos do MAUP (OPENSHAW; RAO, 1995), a estratégia é defendida por Goodchild (1992) e Schuurman et al. (2006), entre outros. Como um sistema de grade estatística apresenta uma grande quantidade de células pequenas, ao contrário de um sistema de unidades administrativas com poucas unidades de grande extensão, infere-se que o MAUP é menos crítico no primeiro caso.

⁶ A resolução espacial média pode ser calculada pela extração da raiz quadrada do quociente entre a área de uma região e o número de unidades que compõem esta região (TOBLER, 1997, p. 206-207). No Estado do Pará, de acordo com o Censo Demográfico 2010, existiam 8.933 setores censitários. Considerando-se uma área total de 1.247.995 km², obtém-se a resolução espacial média de 11,82 km.

uma abordagem híbrida definida por Bueno (2014), que combina técnicas de agregação e de desagregação.

A abordagem de agregação se deu por incorporação direta de pontos (coordenadas dos domicílios), incorporação de faces de quadra e incorporação direta de setor censitário (BUENO, 2014). Tal abordagem foi priorizada por sua simplicidade e por ser supostamente mais precisa, uma vez que se dá pela transferência direta dos dados. Contudo, sua implementação depende da existência de informações georreferenciadas (coordenadas geográficas dos domicílios) e das condições de acesso a tais dados, geralmente restritos às agências oficiais responsáveis pela execução dos censos. No Brasil, a adoção de geotecnologias na operação censitária, como a utilização de dispositivos de coleta dos dados com GPS e a associação do Cadastro Nacional de Endereços para Fins Estatísticos (CNEFE) com a geometria das vias, possibilitou o uso da abordagem de agregação para boa parte dos dados coletados no Censo 2010, mas não para todo o seu conjunto.⁷

Utilizada nas situações em que a agregação não foi possível, a abordagem de desagregação engloba técnicas que transferem os dados existentes em uma unidade espacial para outra, por meio da criação de um denominador espacial comum entre essas unidades (PLUMEJEAUD et al., 2010). Algumas das técnicas pertencentes a este tipo de abordagem são conhecidas e utilizadas há bastante tempo e surgiram, principalmente, para resolver o problema de incompatibilidade entre áreas para as quais as estatísticas oficiais são publicadas e aquelas para as quais se deseja ter essas informações.

A Tabela 1 sintetiza a abordagem híbrida utilizada para a incorporação de dados censitários à grade estatística do Estado do Pará. As técnicas de agregação foram empregadas em 81,72% dos setores censitários, enquanto as de desagregação foram utilizadas nos casos em que a agregação não foi possível (18,28% do total de setores censitários). As operações efetuadas geraram uma perda de 3,8% dos domicílios ocupados e da população residente no Pará, comparativamente aos dados oficiais divulgados pelo IBGE (2011b). A perda pode ser considerada como distribuída em todo o estado e entendida como aceitável, tendo em vista a maior acurácia e a melhor resolução espacial que a grade estatística oferece comparativamente ao que se obtém com a utilização dos setores censitários.

Os dados de uso e cobertura da terra de 2010 incorporados às células da grade são provenientes do projeto TerraClass (INPE, 2011). De acordo com a classificação adotada pelo Inpe, cada polígono corresponde a uma das 16 categorias de uso e cobertura, as quais foram agrupadas em oito categorias para o presente estudo: área urbana; mosaico (uma classe mista, originalmente definida pelo Inpe, em que não se pode definir uma cobertura/uso dominante); agricultura; hidrografia; regeneração; pasto; vegetação; e outros. Realizou-se a interseção espacial da grade estatística com a camada contendo as oito classes de uso e cobertura da terra e, então, foi calculado o percentual de área de cada classe em relação à área total de cada célula.

⁷ A partir do trabalho desenvolvido por Bueno (2014), com dados cedidos pelo IBGE, o uso de grades para disseminação de dados oficiais está em estudo por parte do Instituto.

TABELA 1
Setores censitários, segundo abordagem híbrida de agregação e desagregação de dados
Estado do Pará – 2010

Abordagens	Setores censitários	
	N	%
Abordagem de agregação (abordagem prioritária, executada pela incorporação direta dos dados)	7.166	81,72
Técnica 1 – Incorporação direta de pontos Aplicada em áreas estritamente rurais, para as quais existem as coordenadas geográficas dos domicílios visitados pelo censo. Os dados estatísticos foram associados aos pontos dos domicílios e estes foram agregados às células (BUENO, 2014).	2.154	24,56
Técnica 2 – Incorporação de faces de quadra Aplicada em áreas urbanas, utilizando os códigos presentes tanto no cadastro de endereços como no mapeamento censitário para localizar os domicílios nas faces de quadra. A distribuição dos domicílios foi considerada uniforme na extensão da face (BUENO, 2014).	4.843	55,23
Técnica 3 – Incorporação direta de setor censitário Aplicada aos setores censitários com dimensões menores que as células da grade e que estão totalmente contidos em uma única célula ou que possuem pelo menos 90% da superfície dentro da célula (BUENO, 2014).	169	1,93
Abordagem de desagregação (abordagem complementar adotada em situações em que a agregação não foi possível)	1.603	18,28
Técnica 4 – Método dasimétrico com malha viária A malha viária foi utilizada como uma aproximação para a distribuição de domicílios e para realizar a transformação da população agregada por setor censitário em células (XIE, 1995; MROZINSKI; CROMLEY, 1999; REIBEL; BUFALINO, 2005; BRINEGAR; POPICK, 2010). Esta técnica foi utilizada em áreas urbanizadas com disponibilidade de malha viária detalhada.	1.100	12,54
Técnica 5 – Método dasimétrico com classificação de uso/cobertura da terra Os dados de classificação de uso/cobertura das terras com base em imagens orbitais foram utilizados como uma aproximação para a distribuição dos domicílios em áreas não urbanizadas (EICHER; BREWER, 2001; LANGFORD; UNWIN, 1994; HOLT et al., 2004).	450	5,13
Técnica 6 – Ponderação zonal A ponderação zonal simples foi aplicada para transformar os dados de setores censitários para dados em células, conforme a área de cada setor censitário (RASE, 2001; REIBEL; AGRAWAL, 2007).	53	0,60
Total	8.769	100,00

Fonte: Adaptado de Bueno (2014).

Por fim, por meio de uma junção espacial, os atributos de cada uma das Áreas Protegidas do Pará foram transferidos para as células correspondentes: nome; tipo (UC ou TI); grupo (PI ou US); categoria (tais como Reserva Extrativista, Parque, etc.) e ano de criação.

O Plano de Informação das Áreas Protegidas, com os limites e as características em formato *shapefile*, foi adquirido por meio da base de dados do Ministério do Meio Ambiente (BRASIL, s/d). Foram selecionadas as APs do Estado do Pará criadas até 2010, as quais somam um conjunto de 113 unidades (Tabela 2): 46 Terras Indígenas; 16 Unidades de Conservação (UC) de Proteção Integral, mais restritas à presença humana, divididas entre as categorias Estação Ecológica (Esec), Parque Estadual (PE), Parque Nacional (Parna), Refúgio da Vida Silvestre (RVS), Reserva Biológica (Rebio); e 51 UC de Uso Sustentável, menos restritas à presença humana, divididas em Área de Proteção Ambiental (APA), Floresta Estadual (FE), Floresta Nacional (Flona), Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS) e Reserva Extrativista (Resex).

A seleção das TIs no Pará incluiu as unidades regularizadas até 31 de dezembro de 2010, em conformidade com os critérios adotados pelo IBGE (2012, p. 16-17), e que possuam informação de limites territoriais fornecidos pela Funai. Em sete casos de sobreposição de partes de Terras Indígenas e Unidades de conservação, as partes duplicadas foram atribuídas a apenas uma das unidades.⁸

TABELA 2
Esfera de poder, áreas oficial e recalculada e quantidade de unidades, segundo tipos de Áreas Protegidas
Estado do Pará – 2010

Áreas Protegidas	Categoria	Esfera	Área (km ²) (1)	Área recalculada (km ²) (2)	Unidades
Terra Indígena (3)	-	Federal	283.383,08	283.383,08	46
UC Proteção Integral	Estação Ecológica (Esec)	Estadual	42.025,30	42.025,30	1
		Federal	35.368,53	35.368,53	2
	Parque Estadual (PE)	Estadual	972,17	322,45	4
	Parque Nacional (Parna)	Federal	29.374,05	28.457,94	4
	Refúgio da Vida Silvestre (RVS)	Estadual	63,69	63,69	1
	Reserva Biológica (Rebio)	Estadual	11.697,19	11.471,19	1
UC Uso Sustentável	Área de Proteção Ambiental (APA)	Estadual	68.550,42	68.550,42	8
		Federal	20.836,35	20.836,35	2
	Floresta Estadual (FE)	Estadual	78.197,37	78.197,37	4
	Floresta Nacional (Flona)	Federal	64.686,17	63.476,38	14
	Reserva de Desenv. Sustentável (RDS)	Estadual	516,30	-	2
		Federal	644,42	644,42	1
Reserva Extrativista (Resex)	Federal	43.604,12	43.604,12	20	
Total			688.411,42	684.893,50	113

Fonte: Brasil (s/d). Dados processados pelos autores.

(1) Área conforme consta em Brasil (s/d).

(2) Área resultante da subtração de porções de Unidades de Conservação sobrepostas a TI: TI Andirá-Marau e Parna da Amazônia (-916 km² do Parna); Flona Tapajós sobreposta às TIs Bragança-Marituba e Munduruku-Taquara (-388 km² da Flona); TI Rio Paru d'Este e Rebio de Maicuru (-226 km² da Rebio); TI Trocará – Doação (0,14 km²) englobada nas células da TI Trocará; PE Charapucu integrada à APA do Arquipélago do Marajó; RDS Pucuruí-Ararão e RDS Alcobaça incorporadas como parte da APA do Lago de Tucuruí; Flona Itacaiunas possui sobreposição com a Flona Tapirapé-Aquiri (-821,6 km² desta última).

(3) Incluem-se três TIs criadas antes do Censo 2010, mas não consideradas pelo IBGE: Bragança-Marituba, Munduruku-Taquara e Praia do Mangue.

Distribuição da população no Pará – o papel das Áreas Protegidas

A Tabela 3 contém uma síntese dos resultados da interseção da grade estatística com os limites das áreas protegidas e os dados censitários. Aproximadamente 56% das células de todo o Pará estão em Áreas Protegidas (cerca de 23% em TI, 23% em US e 10% em PI). Entre as US, predominam as do grupo Florestas (Nacionais e Estaduais) e, entre as PI, as Esec. A participação das Áreas Protegidas na população do estado é relativamente

⁸ Existem diversos casos documentados de sobreposição de Áreas Protegidas que ocorrem, segundo Rolla e Ricardo (2004), pela falta de conhecimento das condições locais e pelo desrespeito ao direito das populações.

pequena, abrigando apenas 11,5% dos habitantes do Pará. Porém, trata-se de mais de 800 mil pessoas, a maioria residindo em Áreas de Proteção Ambiental (APA), a categoria que menos restringe a presença humana. As TIs respondem por 0,6% da população do estado e as unidades de Proteção Integral, geralmente as mais restritivas quanto ao uso e ocupação, por 0,06%.

Ainda na Tabela 3, o coeficiente de Gini da quantidade de domicílios ocupados por célula sintetiza a considerável concentração da população no Pará. Quando são computadas todas as células (inclusive as sem domicílios), os coeficientes são próximos ou superiores a 0,9 em todas as APs, no total do Pará e no subconjunto de células rurais, refletindo a já mencionada presença de população residente em um pequeno número de células. Excluindo-se as células sem domicílios, percebe-se melhor a distribuição da população nas células com domicílios: os coeficientes se reduzem expressivamente nas APs, especialmente nas de Proteção Integral, indicando uma distribuição menos desigual.

TABELA 3
Quantidade e percentual de células com domicílios, participação da população e das células no total do estado e coeficiente de Gini, segundo localização das células em relação às Áreas Protegidas
Estado do Pará – 2010

Localização	Células			População (hab.)	População (2) (%)	Células (2) (%)	Gini (3)	
	Total	Com domicílios					Todas as células	Células com domicílios (1)
		N (1)	%					
Pará exceto AP	415.074	77.767	18,736	6.455.936	88,470	44,070	0,981	0,901
Pará somente AP (UC e TI)	526.776	15.099	2,866	841.416	11,530	55,930	0,996	0,848
Terras Indígenas	218.353	1.469	0,673	44.653	0,612	23,183	0,998	0,732
UC de Proteção Integral	95.389	210	0,220	4.388	0,06	10,128	0,999	0,687
Estação Ecológica	58.304	22	0,038	105	0,001	6,190	1,000	0,409
Parques (4)	21.789	68	0,312	855	0,012	2,313	0,999	0,574
Refúgio da Vida Silvestre	72	19	26,389	707	0,010	0,008	0,894	0,597
Reserva Biológica	15.224	101	0,663	2.721	0,037	1,616	0,998	0,710
UC de Uso Sustentável	213.034	13.420	6,299	792.375	10,858	22,619	0,991	0,855
Área de Preservação Ambiental	70.162	10.581	15,081	635.702	8,711	7,449	0,979	0,86
Florestas (5)	108.359	629	0,580	46.634	0,639	11,505	0,999	0,903
Reserva de Desenv. Sustentável	547	54	9,872	1.303	0,018	0,058	0,948	0,472
Reservas Extrativistas	33.966	2.156	6,348	108.736	1,490	3,606	0,987	0,798
Total do Pará	941.850	92.866	9,86	7.297.352	100,000	100,000	0,990	0,895

Fonte: IBGE. Censo Demográfico 2010; Bueno (2014).

(1) Domicílios ocupados.

(2) Em relação ao total do Estado do Pará.

(3) Coeficiente de Gini da quantidade de domicílios ocupados por célula.

(4) Parques Nacionais e Estaduais.

(5) Florestas Nacionais e Estaduais.

Nota: Dados integrados à grade estatística com 941.850 células de 37,5 arcos segundo em todo o Estado do Pará.

Fazendo uma aproximação do que se pode classificar como urbano, conforme tipologia do IBGE incorporada à grade, observa-se na Tabela 4 que as células urbanas têm pequena participação no conjunto do estado (0,33%), mas grande participação em sua população total (71,6%). Excluindo-se as células urbanas em APs, percebe-se redução de cerca de 10% no total de células (2.793 em 3.109 células) e de habitantes – o que indica que as Áreas Protegidas não se resumem a ocupações não urbanas. O coeficiente de Gini da quantidade de domicílios ocupados por célula indica que a concentração se dá dentro e fora das APs.

TABELA 4
Quantidade e percentual de células com domicílios, participação da população e das células no total do estado e coeficiente de Gini, segundo localização das células em relação à situação do domicílio Estado do Pará – 2010

Localização	Células			População (hab.)	População (2) (%)	Células (2) (%)	Gini (3)	
	Total (N)	Com domicílios					Todas as células	Células com domicílios (1)
		N (1)	%					
Pará urbano	3.109	2.398	77,131	5.193.051	71,163	0,330	0,784	0,720
Exceto AP	2.793	2.162	77,408	4.688.448	64,249	0,297	0,784	0,721
Pará rural	938.741	90.468	9,637	2.104.301	28,837	99,670	0,970	0,686
Exceto AP	412.281	75.605	18,338	1.767.488	24,221	43,774	0,944	0,693
Total do estado	941.850	92.866	9,860	7.297.352	100,000	100,000	0,990	0,895

Fonte: IBGE. Censo Demográfico 2010; Bueno (2014).

(1) Domicílios ocupados.

(2) Em relação ao total do Estado do Pará.

(3) Coeficiente de Gini da quantidade de domicílios ocupados por célula.

Nota: Dados integrados à grade estatística com 941.850 células de 37,5 arcos segundo em todo o estado do Pará.

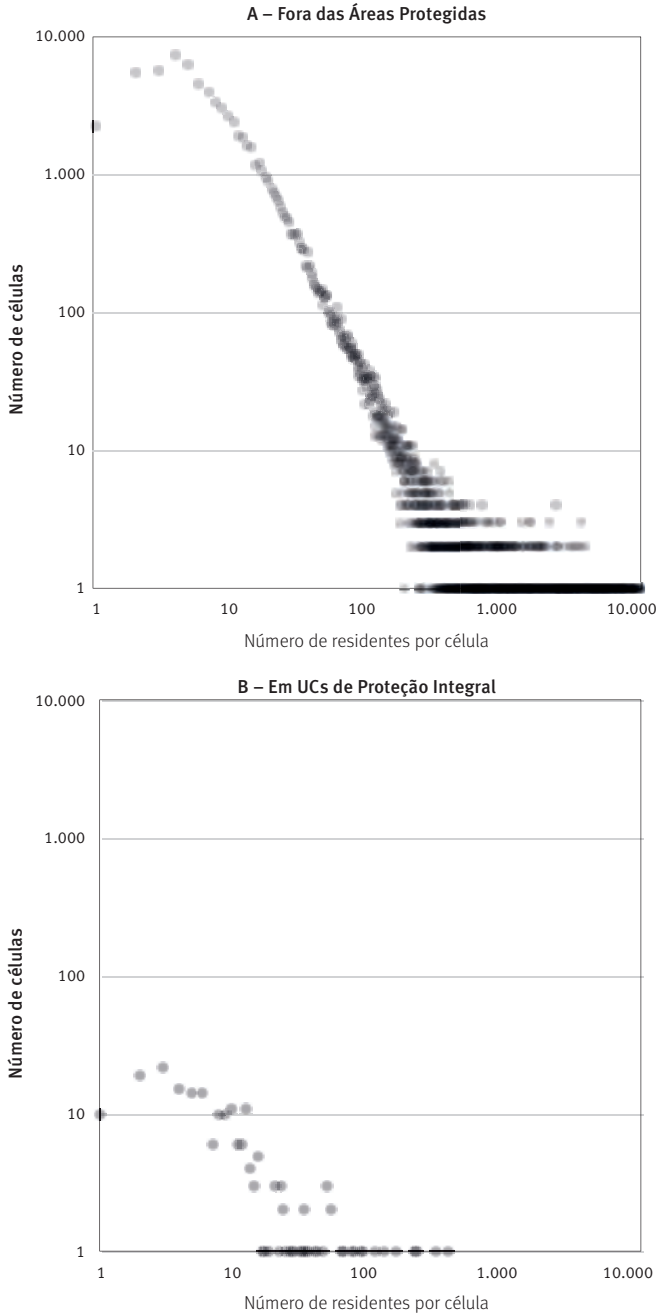
A constatação de que pouco mais de 90% da área do estado não contém domicílios ocupados, o que se justifica em larga medida pelas Áreas Protegidas, merece uma ressalva, sobretudo em relação às TIs e UCs de Uso Sustentável. A ausência de domicílios ocupados em uma célula não significa necessariamente ausência de usos, ocupações e sentidos, dimensões não abordadas no artigo, não devendo ser tomada como expressão de um “vazio demográfico”. Assim como ocorre com outros tipos de unidade de análise, uma célula não revela possíveis relações da área que representa com áreas e populações representadas em outras células. Por exemplo, uma célula sem domicílios ocupados e com cobertura de floresta, em uma Resex, pode ser utilizada por uma população residente distante dali para extração de recursos florestais não madeireiros.

Voltando-se para os 9,8% de células com domicílios e separando-as conforme o volume da população residente, tem-se que 50% da população do Pará está em 9,815% das células da grade e 50% da população está no 0,045% restante. A distribuição desigual se reproduz em outros recortes: 10% da população do estado está em 0,003% das células.

O Gráfico 1, em escala logarítmica, revela que, mesmo que os números de residentes sejam diferentes entre as APs em função de suas regras de uso, o padrão de ocupação das células é semelhante ao que se verifica para o restante do estado – onde as regras de restrição ao uso e ocupação das APs não vigoram. Em linhas gerais, observam-se um grande número de células com poucos residentes e a tendência de diminuição do número de células

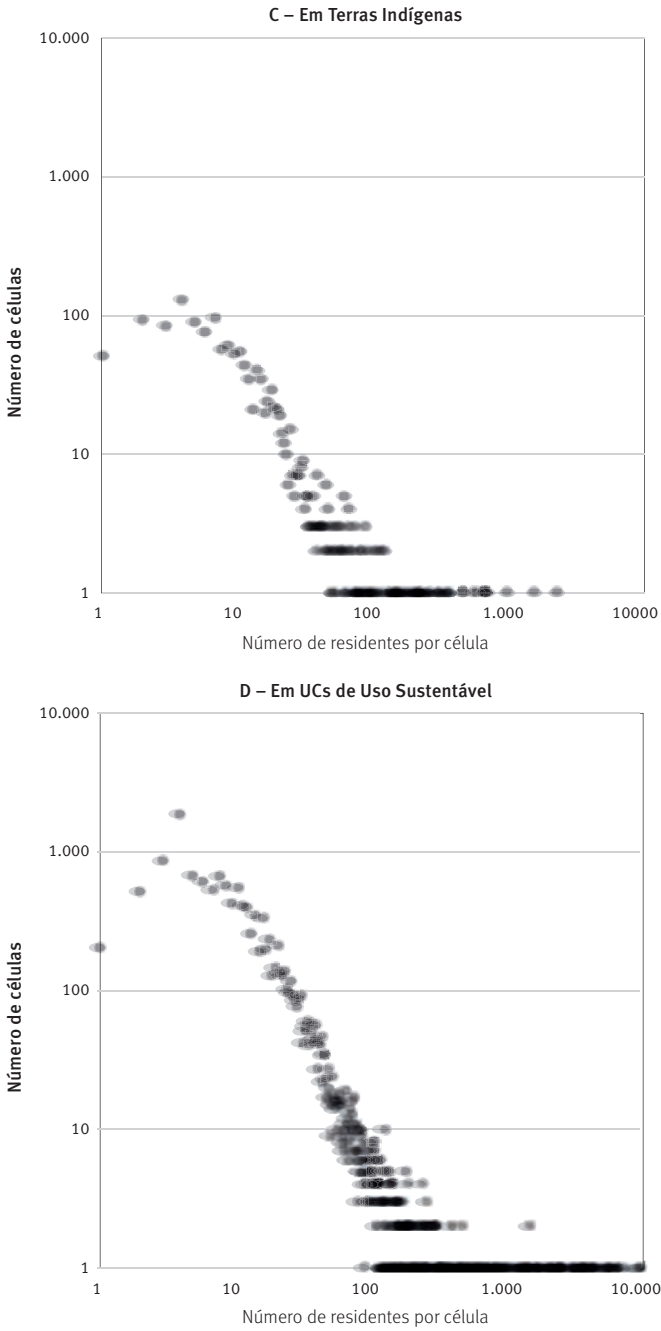
conforme aumenta o número de residentes em cada uma delas. Os volumes populacionais envolvidos podem ser diferentes, mas os padrões de distribuição se assemelham.

GRÁFICO 1
População residente por células, segundo localização
Estado do Pará – 2010



(Continua)

(continuação)



Fonte: IBGE. Censo Demográfico 2010; Bueno (2014).

Nota: Dados processados pelos autores a partir da grade estatística. Cada ponto representa uma ocorrência. Foram consideradas apenas as células com população residente: A – 77.767 células ocupadas em um total de 415.074; B – 210 em 95.389; C – 1.469 em 218.353; D – 13.420 em 213.034.

Quanto às relações da população com usos e coberturas da terra, segundo dados do TerraClass (INPE, 2011), deve-se levar em conta que os maiores percentuais das classes de uso e cobertura incidem sobre as células sem domicílios ocupados, uma vez que a população se concentra em poucas células (Tabela 5). Por outro lado, as classes mais associadas às formas de ocupação humana são as que possuem os menores percentuais de células sem domicílios: 81% das células com “área urbana” e 45,3% das com “mosaico” apresentam população residente. A classe vegetação é a que possui menor percentual de células com domicílios (9,7%).

Verifica-se uma relação positiva e forte entre volume de população e elevado percentual de área urbana. O coeficiente de correlação de Pearson mostra que, quanto maior for a área da célula coberta por área urbana, maior será a população na célula ($\rho > 0,711$). As demais correlações não são significativas, embora mostrem uma tendência que se verá com mais força adiante: uma correlação positiva entre volume de população e percentual de “mosaico” e uma correlação negativa entre volume de população e o percentual de “vegetação”.

As Áreas Protegidas detêm 57,2% das células com vegetação, sendo que a maior parte se localiza em TIs; e uma porção significativa (26%) das células com hidrografia está em TI. Estes dados reforçam a importância das APs para a conservação da natureza. Por outro lado, nas áreas externas às APs, são elevados os percentuais de células com área urbana (86,4%), agricultura (99,5%), pasto (90,3%), regeneração e mosaico (ambas com 88,4%). Tais valores são esperados devido aos usos mais intensivos que ocorrem fora das APs (Tabela 6).

TABELA 5
Distribuição das células, por classe de uso e cobertura da terra, segundo situação de ocupação
Estado do Pará – 2010

Situação de ocupação	Classes de uso e cobertura da terra (células)							
	Agricultura	Área urbana	Hidrografia	Mosaico	Outros	Pasto	Regeneração	Vegetação
Vazias (%)	70,9	19,0	77,9	54,7	79,1	72,9	74,2	90,3
Ocupadas (%)	29,1	81,0	22,1	45,3	20,9	27,1	25,8	9,7
Total (%)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Total (N)	7.278	4.139	73.938	51.797	194.815	213.888	152.009	878.648

Fonte: IBGE (2011a); Inpe (2011); Bueno (2014).

Nota: Uma mesma célula pode conter mais de uma classe de uso e cobertura da terra.

Existe uma correlação positiva e forte entre volume de população e percentual de área urbana nas células em todos os recortes espaciais ($\rho > 0,6$), mas ela é mais elevada fora de APs ($\rho > 0,72$) do que dentro delas. Nas APs a correlação entre população e área urbana é mais elevada em TIs ($\rho > 0,68$) e em US ($\rho > 0,66$) do que nas UCs de Proteção

Integral ($p > 0,61$), o que era esperado devido às maiores restrições impostas à presença de população nestas UCs. Com relação à presença de vegetação, o coeficiente negativo dentro e fora de AP confirma o que foi verificado antes quando se analisou o conjunto das células ocupadas, ou seja, o volume de população decresce com o aumento do percentual de vegetação.

TABELA 6
Distribuição das células, por classe de uso e cobertura da terra, segundo localização em relação às Áreas Protegidas
Estado do Pará – 2010

Localização	Classes de uso e cobertura da terra (células)							
	Agricultura	Área urbana	Hidrografia	Mosaico	Outros	Pasto	Regeneração	Vegetação
TI (%)	0,1	1,0	7,1	2,8	16,0	2,3	2,9	24,0
PI (%)	0,1	0,5	2,9	0,7	4,2	0,9	1,4	10,7
US (%)	0,4	12,1	26,0	8,0	21,2	6,6	7,3	22,6
Fora de AP (%)	99,5	86,4	64,0	88,4	58,6	90,3	88,4	42,8
Total (%)	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0
Total (N)	7.278	4.139	73.938	51.797	194.815	213.888	152.009	878.648

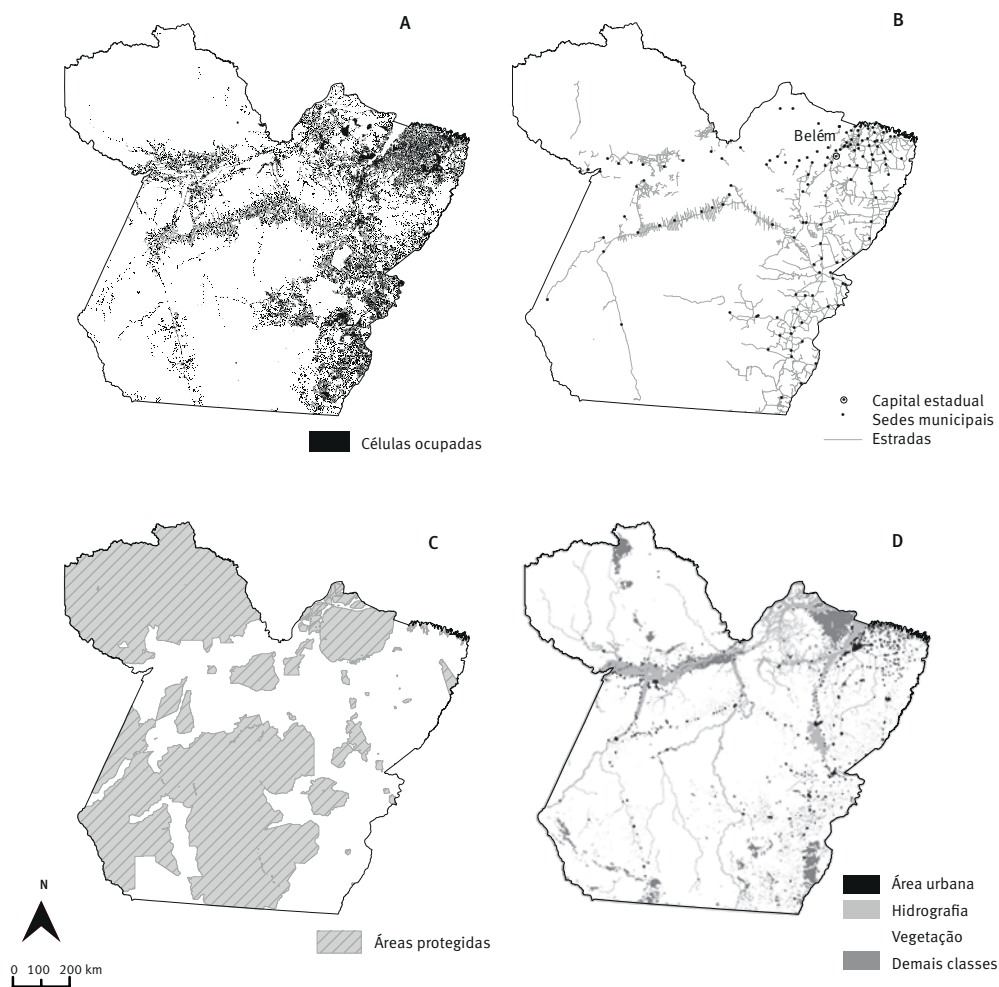
Fonte: IBGE (2011a); Inpe (2011); Bueno (2014).

Nota: Uma mesma célula pode conter mais de uma classe de uso e cobertura da terra.

Na Figura 1, apresenta-se um painel de mapas que se complementam e permitem verificar que: (A) a maior concentração de células ocupadas ocorre no leste, desde a porção nordeste até o sudeste paraense, reduzindo-se em direção ao oeste; (B) a concentração da ocupação coincide com o entorno das sedes municipais e da Região Metropolitana de Belém, mas também ao longo das rodovias que cortam o estado horizontalmente (BR-230) e verticalmente (BR-163); (C) a grande porção do território destinada às Áreas Protegidas está mais concentrada no centro-oeste do estado; e (D) as classes de uso e cobertura da terra com predomínio de vegetação estão, sobretudo, nas Áreas Protegidas, enquanto as áreas urbanas distribuem-se ao longo das principais rodovias e nas margens dos Rios Tapajós e Amazonas. Grandes mosaicos de conservação como as APs da Terra do Meio, entre os Rios Xingu e Iriri, na porção centro-sul do estado, e muitas áreas classificadas como hidrografia, algumas delas dentro de AP, respondem por expressiva porção dos 90% do território do estado que não contém domicílios ocupados.

De modo geral, a maior concentração da ocupação do leste para o oeste, a baixa densidade de população em APs e a contiguidade de células sem domicílios ocupados ajudam a visualizar padrões e os significados dos valores anteriormente mencionados.

FIGURA 1
Distribuição dos domicílios (A), sedes municipais e rodovias (B), Áreas Protegidas (C) e principais classes de uso e cobertura da terra (D)
Estado do Pará – 2010



Fonte: IBGE. Censo Demográfico 2010; Brasil (s/d); Inpe (2011); Bueno (2014).

Considerações finais

A aplicação de uma grade estatística ao caso do Estado do Pará, com o propósito de estudar a distribuição de sua população, potencializa o entendimento da ocupação de Áreas Protegidas (AP) e de como tal ocupação se situa no quadro mais geral. Menos populosas e mais florestadas em comparação ao conjunto do Estado do Pará, as APs apresentam concentração de domicílios ocupados em um número diminuto de células. Os dados permitem identificar nas Áreas Protegidas ocupações urbanas – densidades de domicílios

relativamente altas (IBGE, 2011a) conjugadas a células classificadas como “área urbana”, pelo TerraClass (INPE, 2011) – que se associam a outros usos e coberturas da terra.

Uma das principais constatações decorrentes da sobreposição de dados de cobertura da terra aos dados de domicílios é a existência de arranjos distintos entre quantidade de domicílios ocupados e tipos de cobertura da terra. Tais arranjos incluem a esperada coincidência de maiores densidades populacionais e a classe “urbana”, mas também incluem outras combinações de domicílios ocupados e coberturas associáveis a usos agropecuários e agroflorestais.

As APs caracterizam-se como o lugar das reservas florestais, mas também parecem ter lugar na rede urbana dada a identificada concentração da população em conjuntos de células classificadas como rurais ou urbanas. A expansão das cidades não está necessariamente evitando os espaços protegidos, como se estes fossem barreiras. Os resultados apontam para a necessidade de estudos que aprofundem o entendimento das articulações entre cidade e floresta nas APs, das APs e a rede urbana e dos aglomerados identificados. Cabe realizar estudos de caso que permitam verificar, principalmente em unidades de uso sustentável, como (e se) a criação dessas unidades estimula a redistribuição com concentração da população.

O caso aqui considerado utilizando uma abordagem híbrida de técnicas de agregação e desagregação de dados, de metodologias de álgebra de mapas e sobreposição de planos de informação, bem como cálculo dos coeficientes de Gini e de Pearson, enseja o desenvolvimento de outras análises pertinentes ao campo de população e ambiente, incluindo as demográficas e estatísticas espaciais, as de ecologia da paisagem (como o cálculo de fragmentação florestal) e as baseadas em trabalhos de campo que permitam perceber localmente as dinâmicas que afetam a mobilidade e a redistribuição daqueles indivíduos nas (ou junto das) Áreas Protegidas da Amazônia.

Referências

- BARBIERI, A. F. Mobilidade populacional, meio ambiente e uso da terra em áreas de fronteira: uma abordagem multiescalar. *Revista Brasileira de Estudos de População*, v. 24, n. 2, p. 225-246, 2007.
- BARRETTO FILHO, H. Populações tradicionais: introdução à crítica da ecologia política de uma noção. In: ADAMS, C.; MURRIETA, R.; NEVES, W. A. *Sociedades caboclas amazônicas: modernidade e invisibilidade*. São Paulo: Annablume, 2006. p. 109-143.
- BECKER, B. K. *A urbe amazônida: a floresta e a cidade*. Rio de Janeiro: Garamond, 2013.
- _____. Fronteira e urbanização repensadas. *Revista Brasileira de Geografia*, v. 51 n. 3/4, p. 357-371, 1985.
- _____. Undoing myths: the Amazon – an urbanized forest. In: CLUSENER, G. M.; SACHS, I. *Brazilian perspectives on sustainable development of the Amazon region*. Paris: Unesco e Parthenon Publish Group Limited, 1995. p. 53-89 (Man and Biosphere Series).
- BRASIL. *Constituição da República Federativa do Brasil*. Texto promulgado em 05 de outubro de 1988. Brasília, 1988.

_____. **Decreto n. 4.340**, de 22 de agosto de 2002. Regulamenta artigos da Lei n. 9.985, de 18 de julho de 2000, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza – SNUC, e dá outras providências. Brasília, 2002.

_____. **Lei n. 9.985**, de 18 de julho de 2000. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza do Brasil (SNUC). Brasília, 2000.

_____. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. **Banco de Dados Geográficos - i3geo**. Brasília, s/d. Disponível em: <<http://mapas.mma.gov.br/i3geo/datadownload.htm>>. Acesso em: 10 jan. 2012.

BRINEGAR, S. J.; POPICK, S. J. A comparative analysis of small area population estimation methods. **Cartography and Geographic Information Science**, v. 37, n. 4, p. 273-84, 2010.

BUENO, M. C. **Grade estatística: uma abordagem para ampliar o potencial analítico de dados censitários**. Tese (Doutorado em Demografia) – Universidade Estadual de Campinas – Unicamp, Campinas, 2014.

CARNEIRO DA CUNHA, M.; ALMEIDA, M. Populações tradicionais e conservação ambiental. In: CARNEIRO DA CUNHA, M. **Cultura com aspas**. São Paulo: Cosac Naify, 2009. p. 277-300.

CARVALHO, M. S.; CÂMARA, G.; CRUZ, O. G.; CORREA, V. Análise espacial de áreas. In: DRUCK, S.; CARVALHO, M. S.; CAMARA, G.; MONTEIRO, A. M. V. (Ed.). **Análise espacial de dados geográficos**. Brasília: Embrapa, 2004.

CASTRO, M. C. Spatial demography: an opportunity to improve policy making at diverse decision levels. **Population Research and Policy Review**, v. 26, n. 5, p. 477-509, 2007.

CHAMPION, T.; HUGO, G. **New forms of urbanization: beyond the urban-rural dichotomy**. Aldershot: Ashgate Publishing, 2003.

CÔRTEZ, J. C.; D'ANTONA, A. O. Dinâmicas no uso e cobertura da terra: perspectivas e desafios da Demografia. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v. 31, n. 1, p. 191-210, jan./jun. 2014.

D'ANTONA, A.; BUENO, M. C.; DAGNINO, R. Estimativa da população em unidades de conservação na Amazônia Legal brasileira: uma aplicação de grades regulares a partir da Contagem 2007. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v. 30, n. 2, p. 401-428, 2013.

DE SHERBININ, A.; BALK, D.; YAGER, K.; JAITEH, M.; POZZI, F.; GIRI C.; WANNEBO, A. **A CIESIN thematic guide to social science applications of remote sensing**. Nova York: Center for International Earth Science Information Network (CIESIN), 2002.

DIEGUES, A. As populações tradicionais: conflitos e ambigüidades. In: DIEGUES, A. **O mito moderno da natureza intocada**. 5. ed. São Paulo: NUPAUB-USP, 2004.

EICHER, C. L.; BREWER, C. A. Dasyetric mapping and areal interpolation: implementation and evaluation. **Cartography and Geographic Information Science**, v. 28, n. 2, p. 125-138, 2001.

GARDNER, T. A. et al. A social and ecological assessment of tropical land uses at multiple scales: the Sustainable Amazon Network. **Philosophical Transactions of the Royal Society B-Biological Sciences**, v. 368, n. 1619, Jun. 5, 2013.

GOODCHILD, M. F. **Research initiative 1: accuracy of spatial databases**. Final report. Santa Barbara: National Center for Geographic Information and Analysis, University of California, 1992.

GOTWAY, C. A.; YOUNG, L. J. Combining Incompatible Spatial Data. **Journal of the American Statistical Association**, v. 97, n. 458, p. 632-648, 2002.

GRASLAND, C.; MADELIN, M. **The modifiable areas unit problem**. Final report. ESPON – European Spatial Planning Observation Network, 2006.

GUEDES, G. R.; COSTA, S.; BRONDÍZIO, E. Revisiting the hierarchy of urban areas in the Brazilian Amazon: a multilevel approach. **Population and Environment**, v. 30, n. 4/5, p. 159-192, 2009.

GUIMARÃES, R. R.; RIOS-NETO, E. G. Comparação entre metodologias de idade-período-coorte para o estudo de uma medida da progressão escolar no Brasil. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v. 28, n. 2, p. 349-367, 2011.

GUZMÁN, J. M.; SCHENSUL, D.; ZHANG, S. Understanding vulnerability and adaptation using census data. In: MARTINE, G.; SCHENSUL, D. (Ed.). **The demography of adaptation to climate change**. New York, London and Mexico City: UNFPA, IIED e El Colegio de México, 2013.

HOGAN, D. J. População e meio ambiente: a emergência de um novo campo de estudos. In: HOGAN, D. J. (Org.). **Dinâmica populacional e mudança ambiental: cenários para o desenvolvimento brasileiro**. Campinas: Unicamp, 2007.

HOLT, J. B.; LO, C. P.; HODLER, T. W. Dasyetric estimation of population density and areal interpolation of census data. **Cartography and Geographic Information Science**, v. 31, n. 2, p. 103-121, 2004.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo 2010 – Sinopse do Censo Demográfico 2010**. Rio de Janeiro, 2011a.

_____. **Base de informações do Censo Demográfico 2010: resultados do universo agregados por setor censitário**. Rio de Janeiro, 2011b.

_____. **Censo 2010: malhas digitais dos setores censitários**. Rio de Janeiro, 2011c.

_____. **Censo Demográfico 2010 – Características gerais dos indígenas: resultados do universo**. Rio de Janeiro, 2012.

INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **TerraClass 2010: levantamento de informações sobre usos e cobertura da terra na Amazônia**. Belém, Inpe/CRA/CPATU, 2011. Disponível em: <http://www.inpe.br/cra/projetos_pesquisas/terraclass2010.php>. Acesso em: 28 jul. 2015.

LANGFORD, M.; UNWIN, D. J. Generating and mapping population density surfaces within a geographical information system. **The Cartographic Journal**, v. 31, n. 1, p. 21-26, 1994.

LUTZ, W.; PRSKAWETZ, A.; SANDERSON, W. C. Population and environment: methods of analysis. **Population and Development Review**, v. 28, suppl., 2002.

MARTINE, G. O lugar do espaço na equação população/meio ambiente. **Revista Brasileira de Estudos de População**, v. 24, n. 2, p. 181-190, 2007.

MEDEIROS, R. Evolução das tipologias e categorias de áreas protegidas no Brasil. **Ambiente e Sociedade**, v. 9, n. 1, junho 2006.

MONTEIRO, A.; CARDOSO, A. Project URBISAmazônia: what is the nature of the urban phenomenon in the contemporary Amazônia? Cities, places, and networks in the multi-scale configuration of the urban setting in contemporary Amazônia. **GLP News**, n. 8, p. 26-28, March 2012.

MONTE-MÓR, R. **O que é o urbano, no mundo contemporâneo**. Belo Horizonte: UFMG/Cedeplar, 2006 (Texto para discussão, n. 281).

MOUW, T. Visions of the future: new directions in population research. In: POPULATION ASSOCIATION OF AMERICA ANNUAL MEETING, Los Angeles, USA, 2000.

MROZINSKI JR., R. D.; CROMLEY, R. G. Singly-and doubly-constrained methods of areal interpolation for vector-based GIS. **Transactions in GIS**, v. 3, n. 3, p. 285-301, 1999.

NICHD – National Institute of Child Health and Human Development. **Goals and opportunities: 2002-2006**. Bethesda, MD, 2002.

OIT – Organización Internacioal del Trabajo. **Convenio sobre pueblos indígenas y tribales**. Organización Internacioal del Trabajo, 1989 (Convenção 169 da OIT aprovada em 27 de junho de 1989, com entrada em vigor em 5 de setembro de 1991). Disponível em: <<http://www.ilo.org/ilolex/cgi-lex/convds.pl?C169>>.

OPENSHAW, S. The modifiable areal unit problem. **Concepts and Techniques in Modern Geography**, n. 38. Norwich: Geo Books, 1984.

OPENSHAW, S.; RAO, L. Algorithms for reengineering 1991 census geography. **Environment and Planning A**, v. 27, n. 3, p. 425-446, 1995.

PEREIRA, P.; SCARDUA, F. Espaços territoriais especialmente protegidos: conceito e implicações jurídicas. **Ambiente e Sociedade**, v. 11, n. 1, jun. 2008.

PLUMEJEAUD, C.; PRUD'HOMME, J.; DAVOINE, P.; GENSEL, J. Transferring indicators into different partitions of geographic space. In: TANIAR, D.; GERVASI, O.; MURGANTE, B.; PARDEDE, E.; APDUHAN, B. (Ed.). *Proceedings International Conference on Computational Science and its Applications – ICCA'10*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2010. v. 1, part 1.

RAMOS, F. **Três ensaios sobre a estrutura espacial urbana em cidades do Brasil contemporâneo: economia urbana e geoinformação na construção de novos olhares**. Tese (Doutorado em Administração Pública e Governo) – Escola de Administração de Empresas de São Paulo, Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2014.

RASE, D. Dealing with the modifiable areal unit problem: spatial transformation methods for the analysis of geographic data. In: EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY. **Towards agri-environmental indicators: integrating statistical and administrative data with land cover information**. Copenhagen: EEA, 2001. p. 25-38.

REIBEL, M.; AGRAWAL, A. Areal interpolation of population counts using pre-classified land cover data. **Population Research and Policy Review**, v. 26, n. 5, p. 619-633, 2007.

REIBEL, M.; BUFALINO, M. E. Street-weighted interpolation techniques for demographic count estimation in incompatible zone systems. **Environment and Planning A**, v. 37, n. 1, p. 127-139, 2005.

ROLLA, A.; RICARDO, F. Mapas das sobreposições. In: RICARDO, F. (Org.). **Terras Indígenas & Unidades de Conservação da natureza: o desafio das sobreposições**. São Paulo: Instituto Socioambiental, 2004. p. 591-619.

SATHLER, D.; MONTE-MÓR, R. L.; CARVALHO, J. A. M. As redes para além dos rios: urbanização e desequilíbrios na Amazônia brasileira. **Nova Economia**, v. 19, n. 1, p. 11-39, 2009.

SCHURMAN, N.; LESZCZYBSKI, A.; FIEDLER, R.; GRUND, D.; BELL, N. Building an integrated cadastral fabric for higher resolution socioeconomic spatial data analysis. In: RIEDL, A.; KAINZ, W.; ELMES, G. A. (Ed.). **Progress in spatial data handling: 12th International Symposium on Spatial Data Handling**. Berlin, Heidelberg, New York: Springer, 2006.

SILVA, J. G. O novo rural brasileiro. **Nova Economia**, v. 7, n. 1, maio 1997.

TATEM, A. J.; NOOR, A. M.; VON HAGEN, C.; DI GREGORIO, A.; HAY, S. I. High resolution population maps for low income nations: combining land cover and census in east Africa. **PLoS ONE**, v. 2, n. 12, e1298, 2007.

TOBLER, W.; DEICHMANN, U.; GOTTSEGEN, J.; MALOY, K. World population in a grid of spherical quadrilaterals. **International Journal of Population Geography**, v. 3, p. 203-225, 1997.

VOSS, P. R. Demography as a spatial social science. **Population Research and Policy Review**, v. 26, n. 5/6, p. 457-476, 2007.

WEEKS, J. R. The role of spatial analysis in demographic research. In: GOODCHILD, M. F.; JANELLE, D. G. (Ed.). **Spatially integrated social science**. New York: Oxford University Press, 2004.

WRIGLEY, N. Revisiting the modifiable areal unit problem and the ecological fallacy. In: CLIFF, A.; GOULD, P.; HOARE, A.; THRIFT, N. (Ed.). **Diffusing geography: essays for Peter Haggett**. New York: Wiley-Blackwell, 1995.

XIE, Y. The overlaid network algorithms for areal interpolation problem. **Computers, Environment and Urban Systems**, v. 19, n. 4, p. 287-306, 1995.

ZHU, Y. Changing urbanization processes and in situ rural-urban transformation: reflections on China's settlement definitions. In: CHAMPION, A. J.; HUGO, G. J. (Ed.). **New forms of urbanization: beyond the urban-rural dichotomy**. Aldershot: Ashgate, 2004. p. 207-228.

ZHU, Y.; QI, X.; SHAO, H.; HE, K. The evolution of China's in situ urbanization and its planning and environmental implications: case studies from Quanzhou municipality. In: DE SHERBININ, A.; RAHMAN, A.; BARBIERI, A.; FOTSO, J.; ZHU, Y. (Ed.). **Urban population-environment dynamics in the developing world: case studies and lessons learned**. Paris: Committee for International Cooperation in National Research in Demography, 2009.

Sobre os autores

Álvaro de Oliveira D'Antona é doutor em Ciências Sociais. Professor na Faculdade de Ciências Aplicadas da Universidade Estadual de Campinas (FCA/Unicamp).

Ricardo de Sampaio Dagnino é doutor em Demografia e pós-doutorando em Análises Demográficas Espaciais na Faculdade de Ciências Aplicadas da Universidade Estadual de Campinas (FCA/Unicamp), com bolsa da Fapesp (2015/16270-2).

Maria do Carmo Dias Bueno é engenheira, doutora em Demografia. Tecnologista em informações geográficas e estatísticas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE).

Endereço para correspondência

Álvaro de Oliveira D'Antona
Av. José Bonifácio, 1111 apto. 23
13091-140 – Campinas-SP, Brasil

Ricardo de Sampaio Dagnino
Rua Ângelo Grigol, 88
13085-460 – Campinas-SP, Brasil

Maria do Carmo Dias Bueno
Rua Uberaba, 86 apto. 203, Grajaú
20561-240 – Rio de Janeiro-RJ, Brasil

Abstract

Population distribution and land cover: the protected areas in Pará, Brazil in 2010

The objective of this study is to analyze population distribution in the state of Pará in Brazil using data from the 2010 Population Census in association with the land use and land cover data from TerraClass arranged in a statistical grid. The role of 113 Protected Areas (including 46 Indigenous Lands, 51 Sustainable Use Conservation Units and 16 Integral Protection Conservation Units) is

analyzed from the standpoint of their demographic rural-urban gradients and in terms of their land use cover. Information on the use and cover of land in Protected Areas along with census data were incorporated into a statistical grid using GIS. The spatial relationship of information layers in the cells indicates that the state's population is highly concentrated in a few areas, a pattern that is reproduced to some extent in the Protected Areas (Gini coefficient for the distribution of households is higher than 0.9). The area of the Protected areas is less populated and retains a greater extension of forested areas, by comparison to the state. Despite having extensive segments devoid of occupied households and the largest expanse of forest coverage (57%) in the state, Protected Areas also have urban areas associated with other uses and land cover change. The results indicate that population dynamics and changes in the uses and covering of land are related in a broader manner, thereby suggesting the need for reflection on urbanization and changes in land use and land cover change within a more integrated approach.

Keywords: Pará. Protected areas. Spatial distribution. Statistical grid. Land use and land cover.

Resumen

Distribución de la población y cobertura de la tierra: el lugar de las Áreas Protegidas en Pará, Brasil en 2010

El objetivo de este trabajo es analizar la distribución de la población del estado de Pará en Brasil a partir de información del Censo Demográfico de 2010 asociada a datos de uso y cobertura de la tierra provenientes de TerraClass, dispuestos en una cuadrícula estadística. Se examina el papel que desempeñan 113 Áreas Protegidas, 46 Tierras Indígenas, 51 Unidades de Conservación de Uso Sustentable y 16 Unidades de Conservación de Protección Integral en el gradiente rural-urbano desde el punto de vista de la población y en relación con los usos y la cobertura de la tierra existentes en ellas. La información relativa a las Áreas Protegidas, al uso y la cobertura de la tierra y los datos censales fueron incorporados a la cuadrícula estadística usando un Sistema de Información Geográfica. La relación espacial entre los estratos de información en la cuadrícula indica que la población del estado está bastante concentrada, una tendencia que se reproduce en las Áreas Protegidas (el coeficiente de Gini de la distribución de las viviendas es superior a 0,9). Las Áreas Protegidas se configuran como zonas menos pobladas y con más forestación que el resto del estado. A pesar de la presencia de extensas áreas sin viviendas ocupadas y de la mayor extensión de los bosques de Pará (57%), se identifican en estas áreas usos urbanos asociados a otros usos y coberturas de la tierra. Los resultados indican que las dinámicas de la población y los cambios en los usos y la cobertura de la tierra están relacionados de manera más amplia, estimulando por lo tanto una reflexión más integrada sobre la vinculación entre la urbanización y estos cambios.

Palabras clave: Pará. Áreas Protegidas. Distribución espacial. Cuadrícula estadística. Uso y cobertura de la tierra.

Recebido para publicação em 31/07/2015

Recomendado para publicação em 16/09/2015

Aceito para publicação em 30/10/2015

Os 70 anos da ONU e a agenda global para o segundo quindênio (2015-2030) do século XXI

José Eustáquio Diniz Alves*

Introdução

O ano de 2015 marca o septuagésimo aniversário da criação da Organização das Nações Unidas (ONU). Visando a tomada de decisões importantes para o desenvolvimento sustentável, a luta contra as mudanças climáticas e as crises humanitárias, foram construídos três grandes eventos para formatar a agenda internacional pós-2015: a Terceira Conferência Internacional sobre Financiamento para o Desenvolvimento (FpD3), em Addis Abeba, capital da Etiópia, de 13 a 16 de julho; a Cúpula do Desenvolvimento Sustentável da ONU, em Nova Iorque, de 25 a 27 de setembro, para aprovação dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS); e a 21ª Conferência do Clima (Conferência das Partes, COP-21), em Paris, de 30 de novembro a 11 de dezembro, tendo como principal finalidade costurar um novo acordo global entre os países para diminuir a emissão de gases de efeito estufa e reduzir o ritmo de aumento do aquecimento global, objetivando limitar o aumento da temperatura global em 2°C até 2100.

Difícilmente estas reuniões terão o sucesso esperado. Mas, como disse Dag Hammarskjöld – segundo secretário geral da entidade –, a ONU “Foi criada não para conduzir a humanidade para o céu, mas para salvá-la do inferno” (McGREAL, 2015, p. 1). Mesmo com todas as dificuldades e contradições do processo de negociação internacional, há, sem dúvida, um esforço bem intencionado para lidar com os principais desafios do mundo contemporâneo. Porém, a realidade mundial é complexa e a capacidade de governança é pequena. O objetivo deste texto é apresentar os principais pontos da agenda pós-2015 da ONU e fazer uma avaliação crítica dos três marcantes eventos do corrente ano.

* Escola Nacional de Ciências Estatísticas (Ence) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Rio de Janeiro-RJ, Brasil (jed_alves@yahoo.com.br).

Terceira Conferência Internacional sobre Financiamento para o Desenvolvimento (FpD3)

O financiamento ao desenvolvimento, que é parte essencial do processo de Conferências das Nações Unidas e visa ampliar a capacidade de recursos financeiros para a cooperação internacional, iniciou-se em março de 2002, com a Primeira Conferência Internacional sobre Financiamento ao Desenvolvimento (FpD1), no México, objetivando formular recomendações sobre comércio internacional, ajuda oficial externa, investimento estrangeiro direto, redução da dívida, mobilização interna de recursos e estruturação financeira global eficaz. O Consenso de Monterrey, como ficou conhecido o documento assinado na ocasião, buscou incentivar uma nova era na cooperação econômica entre as nações desenvolvidas, em desenvolvimento e as instituições financeiras globais, tais como Fundo Monetário Internacional, Banco Mundial e Organização Mundial do Comércio. Na Conferência de Monterrey (2002), a questão da dívida externa dos países e a alta taxa de juros foram temas relevantes, como foi visto no protagonismo da Campanha Jubileu 2000, que buscava a reestruturação da dívida externa dos países endividados, e na campanha TTF –Taxação sobre Transações Financeiras (REIS, 2015).

Em 2008 foi realizada a segunda Conferência em Doha, que, assim como a primeira, contou com a participação de líderes empresariais, ministros, chefes de Estado e sociedade civil, além de autoridades dos organismos internacionais a fim de reafirmar as metas preestabelecidas na elaboração da Declaração de Doha, buscando assegurar o financiamento ao desenvolvimento. Porém, a segunda Conferência sobre Financiamento ao Desenvolvimento – FpD2 foi prejudicada pelo cenário de incerteza da crise internacional, após a quebra do banco Lehman Brothers.

A Conferência de Addis Abeba – FpD3 aconteceu em um momento em que o financiamento ao desenvolvimento requer uma cifra em torno de três trilhões de dólares, mas, em 2014, a ajuda oficial para o desenvolvimento e a filantropia global, juntas, somaram apenas 134 bilhões de dólares. Evidentemente, a Agenda de Ação de Adis Abeba (AAAA) não foi capaz de enfrentar as injustiças estruturais do sistema econômico financeiro global e de garantir o financiamento ao desenvolvimento e o combate ao aquecimento global no marco da Agenda Pós-2015. Segundo o Fórum Internacional das Plataformas Nacionais de ONGs:

A Agenda de Ação de Adis Abeba (AAAA) perdeu a oportunidade de enfrentar as injustiças estruturais no atual sistema econômico global e garantir que o financiamento ao desenvolvimento seja centrado nas pessoas e proteja o meio ambiente. Esta agenda não se dirige aos múltiplos desafios atuais do mundo, tampouco faz emergir a liderança, a ambição e as ações práticas necessárias. Ela mina os acordos feitos no Consenso de Monterrey e na Declaração de Doha e é quase totalmente desprovida de resultados implementáveis. Lamentamos que as negociações tenham diminuído a autoridade do Financiamento ao Desenvolvimento para tratar de questões sistêmicas internacionais em macroeconomia, finanças, comércio, impostos e políticas monetárias, e, ao mesmo tempo, que tenham falhado em redimensionar os recursos existentes e em comprometer

novos recursos. A AAAA também é profundamente inadequada para dar sustentação aos Meios de Implementação operacionais para a Agenda de Desenvolvimento Pós-2015, expondo um abismo sem pontes existente entre a retórica das aspirações e a realidade das ações (FIP, 2015, p. 1).

Parece até ironia, mas não se pode deixar de destacar que a FpD3 começou quando a crise financeira da Grécia estava no auge, após duas semanas com os bancos fechados por falta de dinheiro. Se um país que pertence à União Europeia tem sérias dificuldades para conseguir financiamento, não é difícil imaginar os obstáculos dos países realmente pobres. Logo depois da Conferência de Adis Abeba, o mundo assistiu bestificado a crise migratória, sendo que a imagem do corpo do menino sírio Aylan Kurdi, de três anos, numa praia da Turquia, gerou comoção internacional diante da tragédia de milhares de refugiados que tentam chegar à Europa. De fato, as desigualdades entre os países estão atingindo níveis preocupantes. Há guerras e conflitos trágicos acontecendo, como na Síria, Iraque, Ucrânia, Iêmen, Sudão, etc. Com isso, aumenta o número de migrantes e refugiados do Terceiro Mundo, que sofrem com as guerras locais, a pobreza e as mudanças climáticas. A raiz do problema está na pobreza, na falta de democracia e na insegurança em que vive grande parte das populações africanas, do Oriente Médio e da Ásia e na incapacidade de diversas nações em garantir o desenvolvimento econômico e humano justo.

Mas a crise tem um escopo mais amplo e nem mesmo os países ricos estão imunes às suas consequências. A consultoria Mackinsey (2015) publicou um relatório mostrando que a dívida global dos domicílios (famílias), governos, empresas e setor financeiro aumentou de US\$ 87 trilhões no quarto trimestre de 2000 para US\$ 142 trilhões no quarto trimestre de 2007 e para US\$ 199 trilhões no segundo trimestre de 2014. Em proporção do PIB, a dívida total ampliou-se de 246% para 269%, entre 2000 e 2007, e atingiu 286% em 2014. Isso quer dizer que a economia internacional tem sido sustentada por uma bolha de crédito que vem crescendo de forma exponencial, chegando praticamente a 200 trilhões de dólares em meados de 2014, ou quase três vezes o valor do PIB mundial. Evidentemente esta dívida terá que ser paga em algum momento do futuro pelas atuais ou posteriores gerações. Portanto, são grandes as chances de uma enorme recessão global e pequenas as probabilidades de se conseguir um financiamento justo para os países pobres (DAVEY, 2015).

Devido às políticas monetárias expansionistas, jamais as taxas de juros internacionais foram tão baixas. Aparentemente este fato poderia ajudar a recuperação econômica mundial. Mas, como mostrou Herman Daly, uma taxa de juros mantida artificialmente baixa no longo prazo gera uma série de distorções na alocação dos fatores de produção e uma demanda agregada quase infinita que pode ser colocada em xeque pela elevação do preço dos recursos naturais e pela degradação ambiental. A desenfreada criação de crédito pelo sistema financeiro geralmente leva ao surgimento de bolhas e à quebra de bancos e empresas. Daly (2015) propõe mudar as regras do sistema financeiro para evitar o desmoronamento do “castelo de cartas” da criação de créditos artificiais: “O sistema bancário de reservas fracionárias suporta toda a estrutura, tipo Ponzi, da pirâmide financeira, e

para escapar da instabilidade precisamos urgentemente mover em direção a um sistema bancário de reservas completo” (DALY, 2015, p. 1, tradução nossa).

Nas condições atuais, a manutenção de baixas taxas de juros pode elevar de maneira insustentável o endividamento das famílias e das empresas, enquanto o aumento das taxas de juros pode criar uma crise de liquidez que afete principalmente os países em desenvolvimento, dependentes de capital externo. Portanto, as perspectivas para o financiamento ao desenvolvimento no próximo quinquênio não são nada boas. O Fundo Monetário Internacional (FMI) alertou, no início de outubro de 2015, em reunião realizada em Lima, Peru, para a possibilidade de uma fuga abrupta e expressiva de capital dos países emergentes. Na mesma reunião, o FMI reduziu as previsões de crescimento da economia internacional para 2015 e apontou uma recessão de 3% para o Brasil e de 0,3% para América Latina e Caribe. A ONG Oxfam divulgou estudo no final de setembro mostrando que existem 200 milhões de latino-americanos sob risco de voltar à situação de pobreza (ESCAMILLA, 2015).

Com o fim do ciclo das *commodities*, a conjuntura atual não parece favorável aos países emergentes. Como mencionado, a Conferência de Addis Abeba deveria ter articulado fontes de recursos e meios de implementação dos ODS no valor aproximado de 3 trilhões de dólares por ano durante o próximo quinquênio. Todavia, isso não foi feito e será ainda mais difícil de ser realizado diante da possibilidade de uma nova crise internacional de dimensões desastrosas.

Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)

O termo desenvolvimento sustentável entrou definitivamente na pauta internacional após a divulgação do Relatório Brundtland, intitulado *Nosso futuro comum*, publicado em 1987. Nos anos seguintes, a ideia de sustentabilidade incorporou, além da dimensão ambiental, os aspectos social e econômico. Em geral, o tripé do desenvolvimento sustentável pretende ser, concomitantemente, socialmente justo, economicamente inclusivo e ambientalmente responsável.

O sonho da efetivação da sustentabilidade, em suas três dimensões, encontrou uma janela de oportunidade para ser debatida na década de 1990, quando o mundo conseguiu realizar uma série de conferências globais no âmbito da Organização das Nações Unidas (ONU). O fim da Guerra Fria e a maior distensão internacional criaram um ambiente de maior governança, cooperação e de enfrentamento dos problemas nacionais e mundiais.

Todas estas conferências, que tiveram ampla participação de governos, empresas e sociedade civil, produziram vários documentos de dezenas de páginas, com uma lista enorme de propostas e reivindicações. Portanto, havia uma ampla e avançada agenda para orientar as políticas de ação do século XXI, mas não foi definida uma proposta de monitoramento do progresso a ser alcançado. Porém, em 2000, o secretário geral da ONU, Kofi Annan, promoveu a Cúpula do Milênio, em Nova Iorque, que criou os Objetivos de Desenvolvimento

do Milênio (ODM), estabelecendo oito pontos a serem alcançados pelos diversos países do mundo até 2015, buscando incorporar alguns temas das agendas internacionais.

Assim, como mostraram Correa e Alves (2005), os ODMs foram fruto de pouca discussão e baixo envolvimento da sociedade civil, representando uma redução e simplificação da agenda dos anos 1990, além de colocar uma “régua” muito baixa¹ nos objetivos a serem implementados:

A inflexão de rota identificada na elaboração final do mapa dos ODMs não chega a ser surpreendente. A conjuntura geopolítica dos anos 2000 tem sido – como bem analisam o embaixador Gelson da Fonseca e Benoni Belli – marcada por um forte sentimento de ‘frustração’. Esse clima decorre das promessas não cumpridas da primeira metade da década de 90, quando a agenda das Nações Unidas se pautava por um projeto bastante ambicioso de governança global solidária e justiça. Essa promessa, como bem sabemos, vem sendo solapada pelo unilateralismo imperial norteamericano, pós-2001, pelo recrudescimento dos conflitos internacionais e, conseqüentemente, pelo crescimento dos investimentos militares em detrimento do financiamento do desenvolvimento, para não mencionar a sobrevivência do chamado ‘fundamentalismo de mercado’ como princípio, meio e fim da gestão macroeconômica (CORREA; ALVES, 2005, p. 177).

Embora ainda não se disponha de dados conclusivos para 2015, a ONU avalia que os ODMs devem atingir suas principais metas (UN, 2015). Sem querer entrar numa avaliação mais ampla, cabe destacar, para os objetivos deste texto,² que a primeira versão dos ODMs ignorou completamente as questões populacionais e os direitos sexuais e reprodutivos. Na revisão de 2005, depois de muita pressão da sociedade civil, embora não tenha sido incorporado o tema dos direitos sexuais, foi acrescentada a meta “# 5b. Alcançar, até 2015, o acesso universal à saúde reprodutiva”. Esta meta já tinha sido aprovada na CIPD do Cairo e visava atender ao significativo montante de 222 milhões de mulheres, no mundo, sem acesso aos meios de regulação da fecundidade (OMS, 2014).

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) vieram na esteira dos ODMs, mas foram propostos como resolução da Conferência das Nações Unidas sobre Desenvolvimento Sustentável (Rio + 20), realizada em 2012. A agenda mundial aprovada conta com 17 objetivos, 169 metas e, até o momento, tem mais de 300 indicadores propostos para o seu seguimento. A definição oficial dos ODS, com o acordo sobre os objetivos e metas, ocorreu entre 25 e 27 de setembro, em Nova York, durante a Assembleia Geral deste ano,³ sendo que seu parágrafo 75 afirma que os objetivos e as metas deverão ser monitorados e revisados por um conjunto de indicadores globais, além de indicadores regionais e nacionais. A Comissão Estatística da ONU, encarregada da definição deste conjunto de indicadores, constituiu para esta atividade um grupo interagencial (IAEG) composto por especialistas,

¹ Adicionalmente, como mencionado por Cunha e Rodriguez-Vignoli (2009), devido à natureza dos ODMs, a concentração da população em áreas urbanizadas e, principalmente, a aglomeração em grandes metrópoles facilitam para a América Latina atingir as metas estabelecidas.

² Uma avaliação mais detalhada dos objetivos e metas dos ODM pode ser encontrada em Carvalho e Barcellos (2014).

³ O documento oficial, intitulado “Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development”, está disponível em <http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E>.

o qual apresentará a proposta na 47ª sessão da Comissão, em março de 2016, para ser posteriormente enviada para a Comissão Econômica e Social e para a Assembleia Geral da ONU de 2016.

Importante destacar que, ao contrário dos ODMs, a definição dos objetivos, metas e indicadores dos ODS ocorreu com ampla e democrática participação de várias instituições, organizações da sociedade civil e especialistas. Este processo obviamente não acontece de maneira tranquila, visto que os interesses dos vários grupos envolvidos nem sempre vão na mesma direção. No caso específico da definição dos indicadores, foi considerado o processo iniciado ainda com a Comissão do Desenvolvimento Sustentável (CDS),⁴ criada logo após o acordo da Agenda 21, além do processo dos ODMs. Adicionalmente, é importante mencionar que a Comissão Estatística da ONU é composta pelos institutos de estatística oficiais dos países membros, que obviamente não possuem a expertise em todos os temas dos ODS. Dessa forma, as agências multilaterais, entre outras, foram chamadas para colaborar na apresentação da primeira lista a ser discutida, com a simples indicação de que cada meta poderia ter no máximo dois indicadores, mas sem nenhuma diretriz mais específica sobre a metodologia a ser seguida, a não ser que deveriam ser priorizados recortes de idade, sexo, situação urbana e rural e outras características relevantes, quando justificado.⁵ Assim, o primeiro rascunho divulgado pela Comissão de Estatística contém alguns indicadores repetidos dos ODMs, outros novos bem definidos, outros pessimamente definidos, indicadores simples, compostos, indicadores praticamente impossível de serem mensurados, etc., mas praticamente todos sem a definição exata de mensuração e fonte de dados (inexistência de metadados).

Segundo Cavenaghi (2015), um dos grandes problemas apresentados na lista de indicadores foi a definição inadequada de muitas metas. Algumas delas são tão específicas que praticamente correspondem ao próprio indicador a ser seguido; em outros casos, são tão amplas (quase a declaração de uma aspiração) que se torna muito difícil identificar a população de interesse e, ainda, em inúmeras vezes, apresentam várias dimensões do problema em questão, impossibilitando medir com apenas um ou dois indicadores a situação específica a ser monitorada.

Em um segundo momento, a Comissão de Estatística enviou esta lista aos institutos de estatística, para investigação sobre a viabilidade de construção dos indicadores propostos e apresentação de revisão dos mesmos, bem como aos organismos multilaterais. A proposta revista, a qual está em discussão neste momento, foi apresentada em 11 de

⁴ Para um histórico detalhado sobre este processo e acesso a vários documentos, consultar <<https://sustainabledevelopment.un.org/topics/indicators>>.

⁵ Em adição ao grupo de especialistas (IAEG) estabelecido pela Comissão de Estatística da ONU, não faltaram trabalhos paralelos, e alguns complementares, com a intenção de colaborar no processo de definição dos indicadores, como o grupo do Sustainable Development Solutions Networks, dirigido por Jeffrey Sachs, e o Partnership in Statistics for Development in the 21st Century (Paris21), que aglutina várias instituições como a ONU, o Banco Mundial e o FMI, entre outras, com o slogan "Melhorando a vida utilizando melhores estatísticas".

agosto de 2015.⁶ A lista mostra claramente que a maioria das sugestões recebidas e, principalmente, aquelas levadas em consideração são as apresentadas pelas agências e organismos multilaterais. No entanto, a proposta ainda repete problemas presentes no primeiro rascunho e as negociações continuarão até o momento de sua aprovação, inclusive sobre a necessidade de se definir a periodicidade para a realização das avaliações de implementação da agenda.

A partir da definição oficial em 2016, haverá uma ampla campanha de divulgação dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, a despeito da conjuntura econômica global bastante conturbada. Todavia, como firmou Alves (2015), “Os ODS apresentam uma boa intenção, mas vendem uma grande ilusão”. No mesmo artigo, o autor comenta as vantagens e desvantagens de cada um dos 17 objetivos. Sem querer entrar nos detalhes de cada objetivo, cabe destacar que o crescimento demoeconômico continua sendo o fundamento da agenda pós-2015. Por exemplo, entre 2000 e 2015, nada foi feito para mudar a situação da gravidez indesejada e a falta de acesso aos métodos contraceptivos. Nos ODS a meta “*Alcançar o acesso universal à saúde reprodutiva*” foi repetida, mas com data limite de 2030. Nada foi reportado sobre o adiamento da meta # 5b dos ODMs e pouco tem sido feito para que desta vez a universalização dos direitos reprodutivos seja uma realidade. A dinâmica demográfica mundial tem sido ignorada na formulação da agenda pós-2015.

Mas o mais grave é o apelo ao crescimento econômico como panaceia para todos os problemas sociais. O ODS # 8 fala em crescimento econômico sustentado, sendo que o ícone que o representa tem uma seta apontando para cima. O ODS # 12 diz: “Assegurar padrões de consumo e produção sustentáveis”, mas não apresenta uma definição clara de sustentabilidade. Sintomaticamente, o símbolo utilizado no ícone de propaganda é o oito deitado, que representa o infinito. Mais contundente é o objetivo # 8.1: “*Sustentar o crescimento econômico per capita, de acordo com as circunstâncias nacionais e, em particular, pelo menos um crescimento anual de 7% do PIB nos países menos desenvolvidos*”. A ONU – pressionada pelo *lobby* dos países pobres a favor do crescimento econômico e pelo *lobby* dos países ricos contra a redistribuição da renda mundial – rendeu-se à lógica simplista de que o crescimento econômico é solução para os problemas sociais.

Pois bem, consideremos então o caso dos países mais pobres da África. As projeções demográficas apontam que a população da África Subsaariana, entre 2015 e 2100, deve aumentar de um bilhão para algo em torno de 3 a 5 bilhões de habitantes, com a média de 4 bilhões como o cenário mais provável. O PIB da África Subsaariana (em poder de paridade de compra) está estimado em US\$ 3,5 trilhões em 2015, com uma renda *per capita* de US\$ 3,8 mil, segundo dados do Fundo Monetário Internacional (FMI). Se a economia crescer 7% ao ano, a África Subsaariana terá um PIB 16 vezes maior em 40 anos, podendo chegar a US\$ 56 trilhões em 2055, com renda *per capita* de US\$ 22,4 mil em 2055. Este montante é superior aos PIBs atuais dos EUA, União Europeia e América Latina juntos. Se a taxa de 7%

⁶ O documento com o conjunto de indicadores pode ser encontrado em <<https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/7981List%20of%20Indicator%20Proposals%202011-8-2015.pdf>>.

continuar por 80 anos, o PIB da África Subsaariana será de, no mínimo, US\$ 896 trilhões em 2100 (10 vezes superior ao PIB mundial de 2015). O que faltou explicar é como, neste quadro, garantir a sustentabilidade entre economia e meio ambiente.

Os formuladores dos ODS ignoraram o alerta feito pelos estudiosos da economia ecológica, que não cansam de repetir que é impossível manter o contínuo crescimento das atividades antrópicas no contexto incontornável do fluxo metabólico entrópico. Segundo Nicholas Georgescu-Roegen (1971), com base na segunda lei da termodinâmica – lei do aumento da entropia –, as atividades antrópicas ocorrem por meio do aumento de energia não utilizável para realizar trabalho. O crescimento da produção econômica resulta numa constante elevação de energia não aproveitável e do grau de desordem do sistema. Para o autor, há um constante aumento da entropia (e do caos) associado ao processo de produção de bens realizado pelo desenvolvimento. Herman Daly (2005) mostra que estamos em um “mundo cheio” e caminhando para um crescimento deseconômico. Outros estudiosos da economia ecológica, como Cechin e Veiga (2010), também reforçam o ponto de vista de Daly e Georgescu-Roegen, quando tratam da entropia e da impossibilidade de um crescimento econômico exponencial em um planeta finito.

O que mais interessa, portanto, é entender que a Terra é atravessada por um fluxo de energia extremamente significativo, que é finito e não crescente. Entra na forma de luz solar e sai como calor dissipado. Não haveria limite à expansão da economia se ela não fosse um subsistema aberto desse imenso sistema fechado. Mas se o pressuposto for inverso – e este é o ponto de partida da economia ecológica – então qualquer expansão da macroeconomia terá um custo. Qualquer aumento do subsistema exige algum tipo de contrapartida natural, fazendo com que tal decisão não possa ignorar seu ‘custo de oportunidade’ (CECHIN; VEIGA 2010, p. 36).

A despeito de todos objetivos e metas colocados nos temas ambientais, a natureza já se encontra degradada atualmente e a manutenção do ritmo de crescimento pode levar o planeta ao colapso ambiental, pois a ampliação das atividades antrópicas tem esbarrado nos limites do possível (RESENDE, 2013). Dessa forma, os ODS não conseguem, de fato, resolver as incompatibilidades do tripé da sustentabilidade e nem avança o suficiente na capacidade de governança global para reverter o rumo do modelo injusto de acumulação de riqueza.

A 21ª Conferência das Partes (COP-21)

A Conferência para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (Rio/92) estabeleceu a Conferência Quadro das Nações Unidas para as Alterações Climáticas, que é um tratado internacional com o objetivo de estabilizar a concentração de gases do efeito estufa (GEE) na atmosfera em níveis que evitem o aquecimento perigoso da temperatura média do planeta. Ficou decidido que os atuais 194 países membros da Convenção do Clima reunir-se-iam anualmente nas reuniões chamadas Conferência das Partes (COP) para deliberar sobre as ações em defesa da atmosfera terrestre. A primeira Conferência das Partes (COP-1)

ocorreu na cidade de Berlim, em 1995. Na COP-3, realizada na cidade de Kyoto, em 1997, foi aprovado o Protocolo de Kyoto, que, contudo, não conseguiu reverter as emissões de gases de efeito estufa (GEE).

A COP-21, que acontecerá em Paris, entre 30 de novembro e 11 de dezembro, terá como principal objetivo estabelecer um novo acordo global para diminuir a emissão de GEE, buscando limitar o aumento da temperatura global em 2º C até 2100. Para tanto, o mundo só pode emitir 1.000 gigatoneladas (Gt) de CO₂ (um trilhão de toneladas), entre 2012 e 2010. Porém, segundo Girardi (2015), o cálculo preliminar realizado em meados de setembro, com base nas INDCs (Contribuição Nacionalmente Determinada Pretendida, na sigla em inglês) – compromisso que os 196 países membros da convenção têm de propor até 1º de outubro para fundamentar o novo acordo climático global –, indicou que o mundo está perdendo a janela de oportunidade para resolver a crise do clima. Segundo dados do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), o mundo emitiu 49 Gt de GEE em 2010 e precisaria baixar para 11,3 Gt de CO₂ por ano até 2100. Segundo Nobre (2015, p. 2):

As trajetórias mais seguras para a humanidade exigem redução de emissões da ordem de 60% a 70% até meados deste século. Em outras palavras, as emissões per capita devem convergir para não mais do que duas toneladas de CO₂ equivalente (CO₂e) em 2050. Atualmente, as emissões anuais per capita de EUA (18,6 t de CO₂e), Rússia (15,8 t), Alemanha (10 t), China (7,9 t) e Brasil (7,5 t) estão acima da emissão per capita global (6,4 t). A soma das INDCs apresentadas até aqui, no entanto, é pouco auspiciosa: perfaz apenas 2% das reduções necessárias. Em 2030, cada americano estaria emitindo 17 t de CO₂; cada russo, 13 t, cada alemão, 8,8 t; e cada chinês, 9,6 t. Sob a ótica das emissões per capita, percebe-se que a convergência para os valores desejáveis é muito lenta.

A organização Climate Action Tracker (2015) divulgou uma análise de 19 INDCs, que são documentos com as metas de cada país para reduzir as emissões de gases do efeito estufa. Os países avaliados respondem por 71% das emissões globais. A soma das propostas analisadas indica que, a despeito da boa vontade dos países, os resultados da COP-21 levariam a um aumento de temperatura de 2,7°C até o ano 2100. A conclusão é que ainda não existem bases suficientes para limitar o aumento da temperatura a 2°C até o fim do século em relação ao período pré-industrial.

Porém, os eventos climáticos extremos, cada vez mais frequentes, tornam urgente evitar os piores cenários do aumento da temperatura média da Terra. O ano de 2014 foi o mais quente do planeta, desde que se iniciou o registro de temperaturas, em 1880, segundo dados da Administração Nacional Oceânica e Atmosférica dos Estados Unidos (NOAA, 2015). Segundo a mesma Agência, os anos de 2015 e 2016 devem bater novos recordes de aquecimento, agravado pelo fenômeno El Niño. Se nada for feito para se chegar a um acordo mais avançado, a COP-21 pode ser marcada pelo binômio: muito pouco, muito tarde. Se o clima ultrapassar os 2 graus centígrados de aquecimento – desde o início da Era Industrial –, as consequências serão danosas para o meio ambiente, a economia e a vida na Terra.

Considerações finais

Em muitos aspectos a agenda internacional pós-2015 repete a receita de fazer mais do mesmo – crescimento econômico pelo crescimento – apenas com a tentativa de redução de danos ambientais e sociais. Pelo princípio da precaução, a humanidade deveria evitar continuar em sua marcha gananciosa pela dominação e exploração dos recursos naturais e de agressão à biodiversidade. Não faz sentido a corrida pelo crescimento econômico ilimitado se o rumo vai na direção de um precipício.

Vale a pena lembrar a pergunta de Celso Furtado, no livro *O mito do desenvolvimento econômico*, feita ainda nos idos de 1974, sobre o que aconteceria se o desenvolvimento econômico chegar efetivamente a se concretizar e se universalizar:

A resposta a essa pergunta é clara, sem ambiguidades: se tal acontecesse, a pressão sobre os recursos não renováveis e a poluição do meio ambiente seriam de tal ordem (ou alternativamente, o custo do controle da poluição seria tão elevado) que o sistema econômico mundial entraria necessariamente em colapso (FURTADO, 1974, p. 19).

Dito de maneira clara: é impossível manter um crescimento econômico infinito em um planeta finito. Porém, existem pensadores cornucopianos, geralmente defensores do fundamentalismo de mercado (DIAMONDIS; KOTLER, 2012; RIFKIN, 2014), que consideram ser possível manter o modelo de crescimento, mas desmaterializando os bens de consumo, seja pelo crescimento da sociedade da informação e do conhecimento, seja pelo desacoplamento (*decoupling*) entre bens de consumo e recursos naturais.

A ideia do desacoplamento é tema central do Painel Internacional de Recursos da ONU, que busca estabelecer políticas que possibilitem dissociar os efeitos do crescimento econômico do uso dos recursos naturais e dos seus impactos ambientais. O próprio Painel de Recursos da ONU reconhece que o uso global *per capita* de materiais (biomassa, combustíveis fósseis, minerais metálicos e minerais não metálicos) continua crescendo, pois passou de seis para oito toneladas, entre 1970 e 2000, e chegou a dez toneladas, em 2010. Houve, portanto, aumento absoluto no uso dos materiais extraídos do meio ambiente. Mas também ocorreu crescimento relativo, pois a quantidade de material (kg) para produzir uma unidade de PIB (US\$) passou de 1,2 kg, em 2000, para 1,4 kg, em 2010 (UNEP, 2015). Além disso, o nível de reciclagem é muito baixo e os ganhos microeconômicos são minimizados pela ampliação da demanda agregada, em decorrência do efeito rebote e do Paradoxo de Jevons (SMIL, 2013).

Nesse contexto, os três grandes eventos da ONU em 2015, embora articulados e bem intencionados, não têm se mostrado capazes de dar um novo rumo ao modelo hegemônico de desenvolvimento, que continua sustentado na produção de mercadorias e na acumulação de capital. O modelo carece, por um lado, de sustentação ecológica e, por outro, de justiça distributiva em sua arquitetura social. O “ser humano” está sendo transformado, pela onipresente máquina de propaganda, em “ter humano” (TAVARES, 2010). O consumo assumiu ares de religião e, conforme mostra Gali (2014), o desenvolvimento sustentável

se mostra incapaz de mudar o vício da dependência ao consumo conspícuo. Nesse quadro, em vez da continuidade do progresso civilizatório pregado pela agenda pós-2015 da ONU, o mundo pode ser vítima do seu próprio veneno, expresso no vício do *consumicídio*.

Referências

ALVES, J. E. D. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS): boa intenção, grande ilusão. *Ecodebate*, 11/03/2015.

CARVALHO, P. G. M.; BARCELLOS, F. C. Os Objetivos de Desenvolvimento do Milênio – ODM: uma avaliação crítica. *Sustentabilidade em Debate*, v. 5, n. 3, p. 222-244, set./dez. 2014.

CAVENAGHI, S. Data revolution: is Latin America prepared and ready to engage? In: ANNUAL MEETING POPULATION ASSOCIATION OF AMERICA, 2015. San Diego. **Program of the 2015 Annual Meeting of the Population Association of America**. San Diego: PAA, 2015. Disponível em <<http://paa2015.princeton.edu/uploads/153763>>. Acesso em: 01 out. 2015.

CECHIN, A.; VEIGA, J. E. O fundamento central da economia ecológica. In: MAY, P. (Org.). **Economia do meio ambiente: teoria e prática**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier/Campus, 2010. p. 33-48.

CLIMATE ACTION TRACKER. **INDCs lower projected warming to 2.7°C: significant progress but still above 2°C**. London: Climate Action Tracker, 1st October 2015.

CORREA, S.; ALVES, J. E. D. As Metas de Desenvolvimento do Milênio: grandes limites e oportunidades estreitas. *Revista Brasileira de Estudos de População*, v. 22, n. 1, p. 177-189, 2005.

CUNHA, J. M. P.; RODRIGUEZ-VIGNOLI, J. Urban growth and mobility in Latin America. In: CAVENAGHI, S. (Org.). **Demographic transformations and inequalities in Latin America: historical trends and recent patterns**. 1. ed. Rio de Janeiro: Alap, 2009. p. 25-64 (Serie Investigaciones, v. 8).

DALY, H. What is wrong with a zero interest rate? **The Daly News**. Center for the Advancement of the Steady State Economy, 17/09/2015.

_____. Economics in a full world. **Scientific American**, September 2005.

DAVEY, B. **Austerity and degrowth: dealing with the economic crisis and the ecological crisis together**. Resilience, 13/08/2015.

DIAMANDIS, P.; KOTLER, S. **Abundance: the future is better than you think**. New York, London, Toronto, Sydney, New Delhi: Free Press, 2012.

ESCAMILLA, T. **200 million in Latin America at risk of poverty again**. Oxfam, 30/09/2015.

FIP. **Terceiro FfD: fracasso no Financiamento ao Desenvolvimento**. Fórum Internacional das Plataformas Nacionais de ONGs, 11/08/2015.

FURTADO, C. **O mito do desenvolvimento econômico**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1974.

GALI, J. M. **Consumicídio: ensayo sobre el consumo (in)sostenible**. Omniabooks, 2014.

GEORGESCU-ROEGEN, N. **The entropy law and the economic process**. Cambridge: Harvard University Press, 1971.

McGREAL, C. 70 years and half a trillion dollars later: what has the UN achieved? **The Guardian**, 07/09/2015.

McKINSEY GLOBAL INSTITUTE. **Winning the \$30 trillion decathlon: going for gold in emerging markets**. 2012.

NOAA. **The recent global surface warming hiatus**. May 2015.

NOBRE, C. Oportunidade histórica. **Folha de S. Paulo**, 20/08/2015.

OMS. 222 milhões de mulheres que não querem engravidar não têm acesso a contraceptivos. ONU Brasil, 07/03/2014.

PIETRICOVSKY, I. Caminhos percorridos da Rio 92 à Pós-2015. *Inesc*, 10/09/2014.

REIS, M. III Conferência FpD: quem paga a conta dos países mais pobres? *Abong*, 2015.

RESENDE, A. L. **Os limites do possível: a economia além da conjuntura**. São Paulo: Portfolio-Penguin, 2013.

RIFKIN, J. **The zero marginal cost society: the internet of things, the collaborative commons, and the eclipse of capitalism**. Palgrave MacMillan, 2014.

SMIL, V. **Making the modern world: materials and dematerialization**. Sussex: Wiley, 2013.

TAVARES, F. Do ser humano ao ter humano. O comportamento do consumidor e a Teoria do Mosaico Fluído, 22/01/2010. Disponível em: < http://www.portaldomarketing.com.br/Artigos2/Do_ser_humano_ao_ter_humano_o_comportamento_do_consumidor_e_a_teorias_do_mosaico_fluido.htm>.

UN. **The millennium development goals report 2015**. New York: United Nations, 2015.

UNEP. **The International Resource Panel (IRP) United Nations Environment Programme**, 2011.

Sobre o autor

José Eustáquio Diniz Alves é doutor em Demografia pelo Centro de Desenvolvimento e Planejamento Regional – Cedeplar da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, com pós-doutorado no Núcleo de Estudos de População – Nepo, da Universidade Estadual de Campinas – Unicamp. Professor titular do Programa de Pós-graduação em População, Território e Estatísticas Públicas da Escola Nacional de Ciências Estatísticas – Ence, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE.

Endereço para correspondência

José Eustáquio Diniz Alves
Escola Nacional de Ciências Estatísticas
Rua André Cavalcanti, 106, sala 502, Bairro de Fátima
20231-050 – Rio de Janeiro-RJ, Brasil

Recebido para publicação em 20/09/2015
Recomendado para publicação em 26/10/2015
Aceito para publicação em 30/10/2015

Sustentabilidad y equidad: reflexiones en torno a la agenda latinoamericana post 2015

Landy Sánchez Peña*

La reciente adopción de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en septiembre de 2015, pone en evidencia una transformación en la forma en que se conciben globalmente las estrategias y la cooperación para el desarrollo. Si bien el concepto de desarrollo sostenible ha sido parte de la agenda internacional y objeto de un amplio debate desde hace ya un par de décadas, lo novedoso es la incorporación de la sustentabilidad de los ecosistemas y su articulación con la agenda social y económica como parte integral de las metas de desarrollo (DONOHUE; BIGGS, 2015). Los nuevos ODS demandan la incorporación transversal de la dimensión ambiental en las metas, los indicadores y la infraestructura institucional para la planeación y evaluación del desarrollo. Este cambio no está exento de incertidumbre, tanto respecto de lo que significaría llevarlo a cabo como en relación a los posibles compromisos que esa incorporación podría suponer para las metas de desarrollo social. Esta última preocupación se manifiesta de manera particular en América Latina, pues la marcada desigualdad que caracteriza a la región pareciera requerir la supeditación de la sustentabilidad ambiental al logro de la equidad.

En este texto sugiero que el debate regional en torno a esta temática demanda una redefinición de la noción de sustentabilidad, además de una expansión de la forma en que se conciben las interconexiones entre las condiciones ambientales, los modos y la calidad de vida de la población. En una primera sección discuto la necesidad de incorporar más cabalmente la noción de sustentabilidad en la discusión sobre población y desarrollo, para luego abordar estos dilemas a partir de la revisión de la Guía Operacional para la implementación y el seguimiento del Consenso de Montevideo (CEPAL, 2015) y su articulación con los ODS en América Latina. El énfasis puesto en la dimensión ambiental busca sostener el argumento de que el cambio ambiental global ha transformado la discusión contemporánea

* El Colegio de México, Ciudad de México, México (lsanchez@colmex.mx).

y, por lo tanto, es necesario encontrar nuevas formas de responder a las necesidades de provisión generadas por una dinámica demográfica cambiante. Ello supone hallar articulaciones entre las distintas dimensiones del desarrollo, partiendo del principio de que, sin asegurar las condiciones actuales y futuras de los ecosistemas, no hay equidad posible. La tercera sección cierra discutiendo los retos que supone integrar las discusiones del cambio demográfico y la sustentabilidad a los indicadores de seguimiento en los años próximos.

No es un adjetivo simple

Es ampliamente conocida la definición de desarrollo sustentable de la Comisión Brundtland, que alude a “asegurar la satisfacción de las necesidades del presente sin comprometer la habilidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades” (WCED, 1987, p. 8). Si bien esta definición ha sido criticada por su ambigüedad, también es cierto que sentó las bases de la discusión en torno a las metas y mecanismos para alcanzar el desarrollo sustentable, así como el horizonte temporal de las medidas para lograrlo. En particular, la definición orienta normativamente las acciones en términos de justicia intergeneracional, al subrayar que, en relación a su propia base demográfica, cada generación debe dejar a su sucesora un nivel de bienestar (humano, social, natural) tan amplio como el recibido de sus antecesores (DASGUPTA, 2008). La cuestión, por supuesto, es cómo definir dicho límite. Para algunos deben asegurarse niveles óptimos de los recursos naturales, de modo que permitan el crecimiento estable, para otros hay que garantizar la robustez de los ecosistemas, en tanto prerequisite para la vida humana (ver PARRIS; KATES, 2003). Desde la mirada demográfica, la discusión atañe a la forma de entender las interrelaciones entre el cambio demográfico y las condiciones de viabilidad ambiental, tanto presentes como futuras.

Es generalmente aceptado, *grosso modo*, el principio básico de que los modos de vida y el bienestar de la población dependen de las condiciones ambientales, a la par que las tendencias demográficas inciden sobre estas condiciones. Menos claras, sin embargo, son las implicaciones de esta interdependencia en la definición de las metas de desarrollo. El dilema reside en la forma de proveer a la población presente satisfactores básicos en materia de alimentación, energía, agua y bienestar¹ y, simultáneamente, salvaguardar los sistemas de sostenimiento de la vida, de los cuales depende el bienestar de las generaciones futuras (GRIGGS et al., 2013). El tamaño, la composición y distribución de la población importan para la sustentabilidad, pues dan forma tanto a las necesidades de provisión como a la manera en que dicha dotación se resuelve. La dinámica demográfica y los cambios en las normas, valores y comportamientos que la acompañan revelan transformaciones en la relación sociedad-naturaleza, es decir, en las “estructuras y prácticas histórica y culturalmente específicas, a través de las cuales los individuos y las sociedades regulan su relación con la naturaleza, tanto en términos de los aspectos materiales y energéticos como en relación a los

¹ Concepto que alude a la educación, la salud, la vivienda y otras condiciones de calidad de vida mínimas que a su vez generen condiciones para el desarrollo de las personas y el ejercicio de sus derechos.

aspectos simbólicos y culturales” (HUMMEL; JANOWICZ; LUX., 2008, p. 5). Dichas formas de regulación —formales e informales, micro y macro— reflejan, por una parte, concepciones, desigualdades y estilos de vida y, por la otra, buscan resolver el problema de la provisión bajo constreñimientos ecológicos en un contexto económico y sociodemográfico determinado.

Entonces, el cambio demográfico transforma las maneras en que se atiende socialmente la provisión de las necesidades, y a su vez incide en los recursos disponibles para una sociedad. Por ejemplo, hay estudios que sugieren que el envejecimiento está transformando los volúmenes y la distribución territorial de la demanda de agua en las ciudades, además de modificar la población económicamente activa y, consecuentemente, las bases fiscales de las localidades para atender los nuevos requerimientos (LUX, 2008). De manera similar, otros trabajos señalan que el crecimiento del número de hogares y la reducción de su tamaño aumentan el consumo energético per cápita y las emisiones de gases de efecto invernadero (MATTEW; NEUMAYER, 2004), junto con reconfigurar el crecimiento de las ciudades y, consecuentemente, constreñir la oferta pública. Abrir caminos para la sustentabilidad implica incorporar metas que anticipen el cambio demográfico y produzcan nuevos esquemas regulatorios para la provisión sustentable. Ello supone combinar políticas que incidan sobre la dinámica demográfica con medidas orientadas a fortalecer la resiliencia frente al cambio socioambiental. En este mismo sentido pueden también entenderse los diversos trabajos que llevan a expandir la mirada más allá del volumen poblacional, para preocuparse por las implicaciones, directas e indirectas, que el cambio poblacional (de su distribución, estructura y composición) puede tener sobre los problemas ambientales específicos y sobre la exposición y vulnerabilidad de la población (SCHENSUL; DODMAN, 2013; UNFPA, 2012; GUZMÁN, 2009; DE SHERBININ et al., 2007).

Objetivos e indicadores para el desarrollo en la agenda latinoamericana

¿Qué implica esta discusión para las metas de desarrollo post 2015? Los nuevos programas de acción pueden orientarse a modificar las estructuras y prácticas de mediación entre población y medio ambiente. Así, los indicadores propuestos deben permitir dar seguimiento a las transformaciones en los sistemas de provisión, para que den cuenta de la dinámica demográfica y la atiendan considerando la viabilidad de los sistemas de vida. Ello supone diseñar metas e indicadores considerando tres elementos: a) direccionalidad y cabalidad, en tanto coadyuven a transitar a sistemas de provisión sustentable, b) transversalidad e integralidad entre objetivos y dimensiones, y c) operacionalidad en cuanto a su implementación y seguimiento.

América Latina es escenario de dos discusiones simultáneas. Por una parte, se ha producido un avance importante en torno a las líneas de acción, metas e indicadores de seguimiento del Consenso de Montevideo sobre Población y Desarrollo, que es la expresión regional del Programa de Acción de la Conferencia Internacional sobre la Población y el Desarrollo de El Cairo. Justamente se aprobó en la Ciudad de México, en octubre de 2015,

la Guía Operacional para la implementación y el seguimiento de este Consenso², que es un instrumento voluntario para los gobiernos nacionales de la región. Por otra parte, también ha tenido lugar la discusión de los ODS, impulsados por las Naciones Unidas tras el cumplimiento de plazo fijado para los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), y que fueron aprobados en septiembre de 2015, pero cuyos indicadores de seguimiento están todavía en discusión. Una buena parte de la agenda post 2015 en América Latina girará en torno a la necesidad de encontrar los puntos de coincidencia y los indicadores útiles en ambos marcos, así como identificar la especificidad de la agenda regional para avanzar respecto del Consenso de Montevideo. En relación a la dimensión ambiental, existe amplio margen para progresar en las metas e indicadores propuestos.

Pese a diversas limitaciones, los ODS representan un avance importante respecto de los ODM, en tanto proveen una mirada más comprensiva del desarrollo sostenible en términos de la orientación del cambio buscado, la expansión de los temas atendidos y su articulación. En particular, la agenda ambiental dejó de estar constreñida a un objetivo para ampliarse a nueve y contar con metas específicas en tres más (de un total de 17 objetivos) (Anexo). Asimismo, los ODS suponen un cambio en la dirección hacia la transformación de las bases del desarrollo, en tanto se incorporan preocupaciones sobre la sustentabilidad en temas variados, desde el saneamiento y el agua potable hasta asuntos emergentes como el consumo sustentable, la salud y el desarrollo de las ciudades. Sin embargo, falta avanzar en la revisión de la completud, complementariedad y contradicción entre los objetivos. Los indicadores específicos tienen la tarea de atender los posibles desequilibrios entre los objetivos, además de promover sinergias. Por ejemplo, es preciso encontrar mecanismos que permitan compatibilizar las metas de seguridad alimentaria, vía expansión agrícola, con las de conservación del agua y de los ecosistemas terrestres. De manera semejante, se requiere impulsar las interconexiones entre consumos sustentables, nuevas energías y ciudades resilientes. Asimismo, la factibilidad de los ODS se verá favorecida con la incorporación más amplia de la dinámica demográfica, pues si bien se señalan algunos grupos de atención prioritaria, la discusión de los cambios poblacionales no está cabalmente integrada, sobre todo en relación a cómo transformará las necesidades futuras, los ecosistemas y las vulnerabilidades socioambientales.

En contraste, la Guía Operacional para la implementación y el seguimiento del Consenso de Montevideo sobre Población y Desarrollo avanza de manera importante en hacer patentes las implicaciones del componente demográfico para el desarrollo y en plantear una nueva institucionalidad que la estudie y la incorpore en la planeación. En la Guía se plantean propuestas de seguimiento claras en materia de envejecimiento, derechos sexuales y reproductivos, niños y jóvenes, migración, afrodescendientes, entre otros temas. Llama la atención, sin embargo, la escasa presencia de la dimensión ambiental, tanto respecto

² Resultado de las deliberaciones de la Mesa Directiva de la Conferencia Regional sobre Población y Desarrollo, y que fue preparada por el Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía (CELADE)- División de Población de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), con la colaboración de la División de Género de la CEPAL y del Fondo de Población de las Naciones Unidas (UNFPA).

de su incorporación a lo largo de los objetivos como en las temáticas efectivamente abordadas. Si bien la Guía se enmarca en la discusión del desarrollo sostenible, son pocos los objetivos que integran la dimensión ambiental. De las 98 líneas de acción prioritarias (LAP), solo ocho hacen referencia explícita a esta dimensión, aunque son de gran alcance. Como puede apreciarse en el anexo, la LAP 5 enmarca la discusión del desarrollo sostenible y la número 6 se aboca a promover la producción y el consumo sostenibles, mientras que las LAP 80 y 81 se enfocan en el desarrollo urbano sostenible, con particular énfasis en reducir las vulnerabilidades y facilitar la adaptación al cambio climático y su mitigación. La LAP 83 propone el aprovechamiento inclusivo de los recursos, mientras que las LAP 76, 82 y 85 se concentran en la reducción del riesgo y la exposición a desastres naturales.

Un primer elemento a advertir es que los indicadores específicos de estas metas no alcanzan para realizar un seguimiento, dada la amplitud de sus miras. En algunos casos todavía no se proponen líneas de acción concretas (LAP 5 y 6), en otros se abocan a indicadores de prevención y protección en casos de desastres por eventos catastróficos climáticos que, si bien son relevantes, atienden una dimensión limitada de la relación población-medio ambiente (LAP 76, 80, 81, 82 y 85). Se señalan algunas metas sobre energía limpia, manejo de residuos, calidad del aire, transporte limpio y tratamiento de aguas residuales, pero se requiere avanzar en su articulación con la discusión de los procesos de cambio demográfico y urbanización esperados en la región. Por otra parte, se aprecia una limitada transversalidad de la búsqueda de sustentabilidad a lo largo de las metas de desarrollo social. En buena medida, pareciera reproducirse una lógica en la que lo ambiental está contenido en ciertas temáticas sin asumir plenamente la perspectiva del papel que juegan las condiciones de los ecosistemas en el bienestar de la población. En el futuro inmediato se requiere entonces ampliar los temas cubiertos, reforzar la transversalidad de la sustentabilidad e integralidad a lo largo de las medidas propuestas. La necesidad de articular esta agenda con los ODS abre posibilidades en este sentido.

La agenda post 2015 en América Latina

La acción humana está transformando el medio ambiente local, regional y global en grados y formas que amenazan las ganancias logradas en materia de desarrollo, a la par que abren caminos inciertos hacia el futuro. Los cambios ambientales dependerán no solo de las transformaciones de los sistemas físicos, sino también de las trayectorias demográficas y de desarrollo socioeconómico que tendrán lugar en el futuro. Un cabal entendimiento de los efectos que tendrán estos cambios y de las opciones de política pública requiere una perspectiva que considere la forma en que se interrelacionan los cambios ambientales con las transformaciones sociales y que reconozca la heterogeneidad de la población. Esta mirada debe incorporarse en el diseño de las políticas ambientales, considerando los impactos heterogéneos de los grupos poblacionales sobre el medio ambiente así como su dispar exposición a los riesgos ambientales.

La agenda puesta sobre la mesa por los ODS no es sencilla. Implica modificar el paradigma bajo el cual entendemos el proceso de cambio social, cuáles son los mecanismos institucionales desde los que debe impulsarse y dársele seguimiento, así como los recursos humanos y financieros necesarios para lograrlo. A lo largo de este texto he argumentado que un primer paso para ello es tejer vínculos más estrechos entre las distintas dimensiones del desarrollo y atender las cambiantes condiciones demográficas. ¿Cómo podemos avanzar en la agenda post 2015? En seguida ejemplifico esta tarea a partir de una breve revisión de la sección C de la Guía operacional, referida al envejecimiento.

La meta prioritaria 25 enfatiza la necesidad de capitalizar el bono demográfico a partir de la conexión entre capital humano y desarrollo económico. Sin embargo, esta imagen deja fuera los posibles efectos que tendrán sobre el medio ambiente el cambio en la estructura por edad y el crecimiento económico esperado, así como también la consideración de la medida en que las condiciones ambientales constreñirán las posibilidades de aprovechamiento de este bono. Estudios realizados a nivel macro postulan que los cambios de la estructura por edad de la población se traducirán, primero, en un crecimiento de las emisiones de carbono como resultado de la expansión de la capacidad productiva de una población joven, para después decrecer, toda vez que el envejecimiento incide sobre las tasas de participación laboral y la productividad (O'NEILL et al., 2010; DALTON et al., 2008). Los efectos ambientales favorecedores del envejecimiento pueden verse contrarrestados por el aumento de hogares unipersonales (con mayor consumo energético per cápita) y prácticas energéticas intensivas (LIDDLE; LUNG, 2010), así como por posibles ajustes futuros en la edad de retiro como un mecanismo para compensar los requerimientos fiscales. Por otra parte, las investigaciones también sugieren que el envejecimiento incide sobre las capacidades adaptativas ante el cambio climático, tanto a nivel individual como comunitario. Poblaciones más envejecidas enfrentarán el reto de transformar rápidamente sus modos de vida ante condiciones climáticas marcadas por la creciente variabilidad (ADAMO; RAZAFINDRAZ; DE SHERBININ, 2012; OVEN et al., 2012), mientras sus miembros de mayor edad afrontarán condiciones de vulnerabilidad más agudas en materia de salud, recursos materiales y financieros (HAINES et al., 2006; HAQ; WHITELEGG; KOHLER, 2008). La medida prioritaria 24 recoge parcialmente esta última arista, al proponer planes de prevención y atención para las personas mayores en caso de desastres, pero es preciso ampliarla, en tanto la vulnerabilidad ambiental va más allá de los eventos catastróficos.

Planear para el desarrollo sostenible requiere entonces incorporar esta asociación bidireccional entre cambios en la estructura por edad de la población y medio ambiente. Tres elementos pueden anotarse en este sentido. Primero, la necesidad de contar con indicadores que interconecten metas prioritarias tales como introducir principios de infraestructura sustentable (bienes y servicios) que acompañen el aprovechamiento del bono demográfico. Segundo, dada la marcada heterogeneidad de las condiciones sociodemográficas y ambientales, es necesario acompañar el análisis global del cambio de la estructura etaria con una mirada sobre las diferencias en el territorio y entre los grupos poblacionales respecto

de cómo se experimentarán el proceso de envejecimiento y sus implicaciones socioambientales. Ello porque la propia desigualdad, tanto social como demográfica, jugará un papel importante para alcanzar las metas de desarrollo. Tercero, una característica central de las instituciones de provisión debe ser su flexibilidad y adaptabilidad a las cambiantes condiciones demográficas. Así, los indicadores necesitan establecer mecanismos de revisión y ajuste para que las metas anticipen demandas cambiantes, tanto en materia de inversiones en infraestructura básica como en grandes proyectos de movilidad o salud.

La desigualdad continúa siendo un rasgo definitorio de América Latina. Se espera que el cambio ambiental global exacerbe múltiples ejes de esa desigualdad, no solo sumándose a las desventajas existentes, sino transformando las bases del bienestar de las generaciones presentes y futuras. Incorporar más cabalmente la sustentabilidad a nuestros planes de desarrollo es una condición para alcanzar la equidad.

Referencias

ADAMO, S.; RAZAFINDRAZA, L.; DE SHERBININ, A. Áreas de alta vulnerabilidad ambiental en América Latina y el Caribe: una perspectiva regional a escala subnacional. **Notas de Población**, v. 39, n. 94, p. 177-209, 2012.

CEPAL. Guía Operacional para la Implementación y el Seguimiento del Consenso de Montevideo sobre Población y Desarrollo. Las dinámicas de población como eje del desarrollo sostenible: la implementación del consenso de Montevideo para la superación de las desigualdades en el marco de los derechos humanos. In: SEGUNDA REUNIÓN DE LA CONFERENCIA REGIONAL SOBRE POBLACIÓN Y DESARROLLO DE AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE. Ciudad de México, 6 - 9 de Octubre de 2015.

DALTON, M.; O'NEILL, B.; PRSKAWETZ, A.; JIANG, L.; PITKIN, J. Population aging and future carbon emissions in the United States. *Energy Economics*, n. 30, p. 642-675, 2008.

DASGUPTA, P. Natural capital and economic growth. In: CULTER, J. (Ed.). **Encyclopedia of Earth**. Washington, D.C.: Environmental Information Coalition, and National Council for Science and the Environment. 2008. Disponible en: <<http://www.eoearth.org/view/article/154792/>>. Acceso en: 07 Mayo 2015.

DE SHERBININ, A.; CARR, D.; CASSELS, S.; JIANG, L. Population and environment. **Annual Review of Environment and Resources**, v. 32, n. 5, p. 21-47, Julio 2007.

DONOHUE, C.; BIGGS, E. Monitoring socio-environmental change for sustainable development: Developing a Multidimensional Livelihoods Index (MLI). **Applied Geography**, Volume 62, p. 391-403, August 2015,

GRIGGS, D.; STAFFORD-SMITH, M.; GAFFNEY, O.; ROCKSTRÖM, J.; ÖHMAN, M.; SHYAMSUNDAR, P.; STEFFEN, W.; GLASER, G.; KANIE, K.; NOBLE, I. Policy: sustainable development goals for people and planet. **Nature**, n. 495, p. 305-307, 21 March 2013.

GUZMÁN, J. M. The use of population census data for environmental and climate change analysis. In: GUZMÁN, J. M.; MARTINE, G.; McGRANAHAN, G.; SCHENSUL, D. TACOLI, C. **Population dynamics and climate change**. New York: UNFPA-IEED, 2009.

HAINES, A.; KOVATS, R. S.; CAMPBELL-LENDRUM, D.; CORVALAN, C. Climate change and human health: impacts, vulnerability and public health. **Public Health**, v. 120, n. 7, p. 585-596, July 2006.

HAQ, G.; WHITELEGG, J.; KOHLER, M. Growing old in a changing climate: meeting the challenges of an ageing population and climate change. Stockholm Environment Institute, 2008. Disponible en: <http://www.sei-international.org/mediamanager/documents/Publications/Future/climate_change_growing_old.pdf>. Acceso en: 01 ago. 2015.

HUMMEL, D.; JANOWICZ, C.; LUX, A. Population dynamics, adaptive capacity, and regulation of supply systems. In: BERLIN CONFERENCE OF SOCIAL-ECOLOGICAL RESEARCH PROGRAM, 22-23 Febrero 2008.

LIDDLE, B.; LUNG, S. Age structure, urbanization, and climate change in developed countries: Revisiting STIRPAT for disaggregated population and consumption-related environmental impacts. *Population and Environment*, v. 31, n. 5, p. 317-343, 2010.

LUX, A. Shrinking cities and water supply. In: HUMMEL, D. (Ed.). *Population dynamics and supply systems*. Frankfurt, New York: Campus Verlag, 2008.

MATTEW, C.; NEUMAYER, E. Examining the impact of demographic factors on air pollution. *Population and Environment*, v. 26, n. 1, p. 5-21, Sep. 2004.

O'NEILL, B.; DALTON, M.; FUCHS, R.; JIANG, L.; PACHAURI, S. I.; ZIGOVA, K. Global demographic trends and future carbon emissions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 107, n. 41, p. 17521-17526, 2010.

OVEN, K. J.; CURTIS, S. E.; REANEY, S.; RIVA, V.; STEWART, M. G.; OHLEMÜLLER, R.; DUNN, C. E.; NODWELL, S.; DOMINELLI, L.; HOLDEN, R. Climate change and health and social care: defining future hazard, vulnerability and risk for infrastructure systems supporting older people's health care in England. *Applied Geography*, v. 33, p. 16-24, Apr. 2012.

PARRIS, T.; KATES, R. Characterizing and measuring sustainable development, *Annual Review of Environment and Resources*, n. 28, p. 559-86, 2003.

SCHENSUL, D.; DODMAN, D. Populating adaptation: incorporating population dynamics in climate change adaptation policy and practice. In: MARTINE, G.; SCHENSUL, D. (Ed.). *The demography of adaptation to climate change*. New York, London and Mexico City: UNFPA, IIED and El Colegio de México, 2013.

UNFPA – United Nation Population Fund. *Population matters for sustainable development*. New York: UNFPA, 2012.

WCED – World Commission on Environment and Development. *Our common future*, New York: Oxford University Press, 1987.

Sobre la autora

Landy Sánchez Peña es Doctora en Sociología por la Universidad de Wisconsin-Madison y profesora-investigadora del Centro de Estudios Demográficos, Urbanos y Ambientales de El Colegio de México.

Dirección de contacto

Landy Sánchez Peña
CEDUA, El Colegio de México
Camino al Ajusco No. 20
Pedregal de Santa Teresa,
México, D.F. México

Anexo

Objetivos de desarrollo sostenible	Metas con dimensión ambiental*
1. Poner fin a la pobreza en todas sus formas en todo el mundo	1.4, 1.5 (7)
2. Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible	2.4, 2.5 (8)
3. Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades	3.8 (13)
4. Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos	Ninguna (10)
5. Lograr la igualdad entre los géneros y empoderar a todas las mujeres y las niñas	Ninguna (9)
6. Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos	6.3, 6.4, 6.5, 6.6 (4)
7. Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos	7.2, 7.3 (5)
8. Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos	8.4, 8.9 (12)
9. Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación	9.1, 9.2, 9.4 (8)
10. Reducir la desigualdad en y entre los países	Ninguna (10)
11. Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles	11.2, 11.3, 11.5, 11.6, 11.7, 11.9 (11)
12. Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles	Todas (11)
13. Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos	Todas (5)
14. Conservar y utilizar en forma sostenible los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible	14.1-14.8, 14.10 (10)
15. Proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar los bosques de forma sostenible, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y poner freno a la pérdida de la diversidad biológica	Todas (12)
16. Promover sociedades pacíficas e inclusivas para el desarrollo sostenible, facilitar el acceso a la justicia para todos y crear instituciones eficaces, responsables e inclusivas a todos los niveles	Ninguna (12)
17. Fortalecer los medios de ejecución y revitalizar la Alianza Mundial para el Desarrollo Sostenible	Ninguna (19)
Operacionalización de las medidas prioritarias del Consenso de Montevideo	Líneas Prioritarias con dimensión ambiental
A. Integración plena de la población y su dinámica en el desarrollo sostenible, con igualdad de género y respeto a los derechos humanos	5, 6 (6)
B. Derechos, necesidades, responsabilidades y demandas de niños, niñas, adolescentes y jóvenes	Ninguna (11)
C. Envejecimiento, protección social y desafíos socioeconómicos	24 (15)
D. Acceso universal a los servicios de salud sexual y reproductiva	Ninguna (14)
E. Igualdad de género	Ninguna (19)
F. La migración internacional y la protección de los derechos humanos de todas las personas migrantes	Ninguna (10)
G. Desigualdad territorial, movilidad espacial y vulnerabilidad	76, 80, 81, 82, 83 (9)
H. Pueblos indígenas, interculturalidad y derechos	Ninguna (7)
I. Afrodescendientes, derechos y combate al racismo y la discriminación racial	Ninguna (7)

* Se señalan las metas o líneas prioritarias con propósitos claramente ambientales. Entre paréntesis se indica el número total de objetivos contemplados.

Recebido para publicação em 08/11/2015
Recomendado para publicação em 14/11/2015
Aceito para publicação em 18/11/2015

About mitigation, adaptation and the UNFCCC's 21st Conference of the Parties*

Susana B. Adamo**

Introduction

Concern over global climate change increases daily as extreme weather events multiply and scientific evidence accumulates on planetary borders, challenging humankind to take effective measures to both counteract the drivers of ongoing climate change and improve public response to its consequences. Global governance on this matter is critical and the Conference of the Parties (COP) is the highest decision-making body of the UN Convention Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). All the States that are part of the Convention are represented in the COP, whose main tasks are to review the implementation of the Convention and any other legal instruments that the COP adopts, and to take decisions necessary to promote the implementation of the Convention.

As shown in Annex, there have been twenty Conferences between 1995 and 2014 and overall results have admittedly been less than spectacular. Well-known political obstacles and the general lack of enthusiasm at the level of participating countries for necessary measures in the economic domain are generally at the root of these disappointments. This note, however, focuses on two other less prominent aspects of the negotiations that have obstructed analyses and problem-solving efforts at the technical level: the failure to deal with mitigation and adaptation within a balanced approach and the insufficient consideration of population dynamics in the overall structure of both problems and solutions in mitigation and adaptation.

* I am grateful to George Martine for his suggestions and comments to a previous version of this note.

** Center for International Earth Science Information Network (CIESIN), Columbia University, Palisades, NY, United States of America (sadamo@ciesin.columbia.edu).

COP21

The 21st Conference of the Parties will take place in Paris during November-December of 2015. Great expectations surround this meeting, wherein the Parties aim to reach “for the first time, a universal, legally binding agreement that will enable us to combat climate change effectively and boost the transition towards resilient, low-carbon societies and economies” (UNITED NATIONS, 2015). In practical terms, this means achieving the goal of keeping global warming at or below 2^oC.

COP21 has some very ambitious new goals. First, the final agreement (to enter in force in 2020) should focus *equally* on mitigation (gas emissions reduction) *and* adaptation, while taking into account each country's need and capacities.¹ Second, countries should make public their intended nationally determined contributions (INDCs)² to the reduction of emissions before the realization of COP21, in order to have an indicator of the cumulative impact of these contributions by the time of the meeting.³ Finally, the COP21 aims to mobilize \$100 billion per year by developed countries, to be applied to enabling developing countries to combat climate change and promote sustainable development (UNITED NATIONS, 2015).

These are challenging goals and compromises will likely be needed in order to advance. Just working on a negotiated draft to be discussed and agreed upon during the COP21 has already been a daunting task.⁴

Mitigation and adaptation in the “road to Paris”

Seeing that mitigation and adaptation are the core elements of the Convention, this section focuses on the aforementioned first goal of the COP21, exploring the extent to which the goal of a balanced approach has been actually present in the negotiations so far.

The UNFCCC conceptualizes mitigation and adaptation from different angles. On the one hand, mitigation⁵ is approached in terms of *actions* needed for stabilizing greenhouse gases (GHGs) concentrations in the atmosphere, either by reducing GHG emissions, enhancing

¹ In agreement with the principle of “common but differentiated responsibilities” (art 4 of the UNFCCC, available at <<https://unfccc.int/resource/docs/convkp/conveng.pdf>>).

² An outcome of the COP19 (Warsaw, 2013), the INDCs replace the traditional model of setting a global central target for tackling emissions and then dividing commitments amongst different countries (the model which collapsed in Copenhagen, 2009). In the new system, countries submit their individual plans for reducing emissions, collectively agreeing to limit temperature rise to two degrees above pre-industrial levels. On paper, this approach would encourage countries to commit to emission reductions at the national level, and to be transparent about what they're prepared to do (WEBSTER, 2015).

³ As in October 11, 122 parties (out of 196) have presented their INDCs, a list is available at <<http://www4.unfccc.int/submissions/indc/Submission%20Pages/submissions.aspx>>.

⁴ The draft text for discussion, prepared in the COP20 (Lima, December of 2014), illustrates this over 43 pages, with numerous items marked for further discussion and many options presented for some of the more heatedly debated articles. This text grew to 86 pages by February 2015 at the Geneva meeting, but the current (as of October 5th, 2015) version of the text is just 20 pages long, although it will very likely get longer again before the actual COP21 discussions.

⁵ Available at <<http://unfccc.int/focus/mitigation/items/7169.php#intro>>. This concept agrees with the IPCC 5AR WGII and III, which define mitigation (of climate change) as “a human intervention to reduce the sources or enhance the sinks of greenhouse gases (GHGs)”. Available at <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg3/ipcc_wg3_ar5_annex-i.pdf>.

sinks and reservoirs, or both. It is recognized that the capacity to implement any or all of these reduction paths will depend on socio-economic and environmental circumstances, and on the availability of information and technology. A wide variety of policies and instruments are available to governments to create the incentives for mitigation actions, essential for meeting UNFCCC's objectives.

On the other hand, the UNFCCC defines adaptation⁶ more broadly as *adjustments* in ecological, social, or economic systems in response to actual or expected climatic stimuli and their effects or impacts. These adjustments include changes in processes, practices, and structures to moderate potential damages, or to benefit from, opportunities associated with climate change. The five general components of adaptation activities are: observation; assessment of climate impacts and vulnerability; planning; implementation; and monitoring and evaluation of adaptation actions.

Mitigation and adaptation have had a somewhat uneasy relationship during the history of the UNFCCC, which would explain the emphasis of the COP21 on equal focus. Venturini et al. created an interesting “map” of the network space of topics discussed in the COPs between 1995 and 2013 (VENTURINI et al., 2014, p. 6, fig.1), locating the relative position of the mitigation and adaptation frameworks. They found that the “climate diplomacy” around mitigation and its sub-topics (e.g. carbon sinks, measurement of GHGs, technology transfers, etc.) have had a preeminent role (VENTURINI et al., 2014, p. 16). This assessment is echoed by Briner and collaborators (BRINER et al., 2014, p. 12). Meanwhile, adaptation has been a very specific, clearly defined topic included in the negotiations since the beginning of the UNFCCC, but mainly centered on the issue of *adaptation finance*.

However, these authors conclude that there could be an “adaptation turn”, judging by the emergence and rising visibility of the topics of “vulnerability” (from the COP9 to the COP 14) and “climate impacts” (COP15) (BRINER et al., 2014, p. 17). The Loss and Damage agreement (outcome of the COP19, in Warsaw 2013) would be yet another example of this apparent “turn”. Officially, the “Warsaw International Mechanism for Loss and Damage”,⁷ aims to be the main instrument – under the Convention – to address loss and damage associated with climate change impacts in those developing countries that are particularly vulnerable to the adverse effects of climate change in a comprehensive, integrated and coherent manner.

⁶ Available at <<http://unfccc.int/focus/adaptation/items/6999.php>>. As with mitigation, this concept agrees with the definition of the IPCC 5AR WGII and III: “the process of adjustment to actual or expected climate and its effects. In human systems, adaptation seeks to moderate or avoid harm or exploit beneficial opportunities. In some natural systems, human intervention may facilitate adjustment to expected climate and its effects”. Available at <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/WGIIAR5-AnnexII_FINAL.pdf>. It is interesting to observe that the WGII glossary also includes a definition of mitigation related to disaster risk and disaster, and to some extent, to loss and damage: “the lessening of the potential adverse impacts of physical hazards (including those that are human-induced) through actions that reduce hazard, exposure, and vulnerability”.

⁷ Available at <http://unfccc.int/adaptation/workstreams/loss_and_damage/items/6056.php>. The Warsaw International Mechanism for Loss and Damage associated with Climate Change Impacts was established in the COP19 (Warsaw 2013), after two years of deliberations on this issue (see decision 2/COP19 for the details).

These differences as to how mitigation and adaptation are addressed seem to mirror the never-ending controversies between developed and developing countries during the different COPs. Their disagreements range from what issues to include in the negotiations, to how to address the respective responsibilities in GHG emission reduction goals (usually involving the interpretation and re-interpretation of the “common but differentiated responsibilities” article 4); and to how to address human impacts and adaptation, including the touchy issue of how to address financial support for adaptation actions (OTT et al., 2014; SOLÓN, 2015).

Mitigation, adaptation and the road to Paris

In the discussions leading to Paris 2015, the handling of mitigation and adaptation seems to have followed the familiar path, at least judging by the texts of the Annex of the Call for Action (December 2014) and the October 5th draft agreement (2015).⁸ As on previous occasions, mitigation and adaptation are first considered in separate chapters and references to each other are minimal or non-existing. This is not necessarily an issue since the stated goal is to focus on them *equally*, but not necessarily *jointly* (UNITED NATIONS, 2014, p. 6; AD HOC WORKING GROUP ON THE DURBAN PLATFORM FOR ENHANCED ACTION, 2015, p. 1).

One such mention is found in the Adaptation Section of the Draft Agreement, effectively recognizing the links between mitigation and adaptation: “Parties recognize that, the greater their mitigation efforts, the less adaptation will be needed” (AD HOC WORKING GROUP ON THE DURBAN PLATFORM FOR ENHANCED ACTION, 2015, p. 2, art. 4.2). A second one is in the Mitigation Section of the Draft Decision (but marked for discussion), suggesting to finance adaptation with funds from mitigation:

Requests the SBSTA⁹ to elaborate modalities and procedures for the mechanism for sustainable development [...] that inter alia: (a) Provide, where desired by the participating Parties, for the creation and issuance of real, permanent, additional and verified mitigation outcomes that may be used to meet nationally determined [contributions] [commitments] [other] in a manner that is supplementary to domestic action, is consistent with the rules and guidance for accounting, and provides for a share of proceeds for adaptation (AD HOC WORKING GROUP ON THE DURBAN PLATFORM FOR ENHANCED ACTION, 2015, p. 20, art. 34 [Option 1], emphasis added).¹⁰

⁸ This note is based on these two drafts, the first and last ones available at the moment of this writing. More draft texts are likely to be available before the actual meeting in Paris at the end of November, for example the draft document of the Bonn Climate Change Conference October 19-23, 2015 (formally the Eleventh Part of the Second Session of the Ad Hoc Working Group on the Durban Platform for Enhanced Action).

⁹ Subsidiary Body for Scientific and Technological Advice.

¹⁰ Articles 22 (Mitigation Section) and 28 (Adaptation Section) of the Annex to the Call for Action (Lima 2014) asked for Parties to take into account joint mitigation and adaptation approaches for the integral and sustainable management of forests. In the Draft Agreement, there is instead a mention to forests in Article 6 (Finance), “Parties should strive to balance adaptation support relative to mitigation support, bearing in mind country-driven strategies, priorities and needs, including in relation to forests, technology transfer and capacity-building”.

There are several other instances in both draft texts where the urgent need to balance mitigation and adaptation actions is mentioned, outside the specific Mitigation and Adaptation chapters. A sample of those that were still alive in the October 5th document are listed in Table 1, including the section from where they were taken.

TABLE 1
Selected examples of paragraphs mentioning both mitigation and adaptation

A. Draft agreement	B. Draft decision
<p>Purpose Art.2.1: The purpose of this Agreement is to enhance the implementation of the objective of the Convention and strengthen and support the global response to the urgent threat of climate change by further <u>addressing its causes and by further increasing resilience and the ability to adapt to its adverse impacts</u>, with a view to promoting the global transformation to <u>low-emission and climate-resilient societies and economies</u>. It reflects common but differentiated responsibilities and respective capabilities, in light of different national circumstances.</p> <p>Finance Art.6.6. Parties should <u>strive to balance adaptation support relative to mitigation support</u>, bearing in mind country-driven strategies, priorities and needs, including in relation to forests, technology transfer and capacity-building.</p> <p>Technology development and transfer 7.1. All Parties, noting the <u>importance of technology to support the implementation of mitigation and adaptation efforts</u> under this Agreement and recognizing existing deployment and dissemination efforts, [shall] [should] [other] strengthen cooperative action to promote and enhance technology development and transfer, improve enabling environments for and address barriers to the dissemination and uptake of technology, and foster cooperative approaches to research and development.</p> <p>Capacity-building Art.8.1. Capacity-building under this Agreement should facilitate the ability of Parties, particularly developing countries, to <u>identify, design and implement adaptation and mitigation actions</u>; facilitate technology development and the absorption of technology and finance; and facilitate the transparent, timely and accurate communication of information.</p> <p>Art.8.4. [Option 2: An international capacity-building mechanism shall be established to serve this Agreement with the intention of <u>enhancing the planning and implementation of mitigation and adaptation actions</u>, including by improving coordination and coherence in the provision of capacity-building and by identifying gaps and needs.]</p> <p>Transparency Art.9.2. The purpose of the system for transparency of action is to: (b) Ensure clarity and tracking of progress made in <u>implementing and achieving individual Parties' respective nationally determined mitigation [contributions] [commitments] [other] under Article 3, as well as tracking progress in implementing adaptation actions under Article 4.</u></p>	<p>III. DECISIONS TO GIVE EFFECT TO THE AGREEMENT</p> <p>Technology development and transfer Art.48. Decides to strengthen the technology needs assessment (TNA) process taking into account existing efforts, including under the Poznan strategic programme on technology transfer, by enhancing: (b) The synergy between the TNA process and other arrangements related to the <u>implementation of mitigation and adaptation actions</u>, as appropriate;</p> <p>IV. [WORKSTREAM 2]¹ Art.69. Resolves to strengthen, in the period 2016–2020, the <u>technical examination of opportunities with high mitigation potential, including those with adaptation, health and sustainable development co-benefits</u>, with a focus on accelerating the implementation of actions,</p>

Source: Ad Hoc Working Group on the Durban Platform for Enhanced Action (2015), emphasis added.

¹ Enhancing pre-2020 mitigation ambition.

These texts suggest that, in addition to equal attention, mitigation and adaptation should be considered simultaneously, and be provided with similar levels of funding. Similarly, both should be included in technology transfer and capacity-building efforts, and both should have ways to evaluate progress. Finally, there is a call for taking advantage of opportunities that could improve both mitigation and adaptation efforts.

It should be pointed out that a particular aspect of adaptation, Loss and Damage, is still not included in this conversation, and actually, the topic is hardly mentioned in the October 5th text. However, even when it is a contested and contentious issue (OTT et al., 2014; FLANNERY, 2015), there is still hope it will be reinstated during negotiations in Paris, and that it will be part of the final agreement.

Also missing from the draft text is any mention of potential conflicts between mitigation and adaptation measures or actions. And yet, it has been noted that mitigation and adaptation measures influence each other in complicated ways, requiring integrative approaches that also take into account their tradeoffs, conflicts and disconnections (MOSER, 2012). For example, actions and measures may present different spatial and temporal scales (BERRY et al., 2015) or may involve different social groups within a country, or even different countries (e.g. AYERS; HUQ, 2009; DE SHERBININ et al., 2011, p. 456).

Mitigation, adaptation and population dynamics

Several characteristics of current population dynamics are important for understanding potential changes in population-environment relationships under climate change and yet, have not been given sufficient consideration in the COP process. Regional differences in socio-demographic dynamics (for instance in aging, lower or higher fertility, changes in socioeconomic status, variations in spatial distribution related to increasing spatial mobility and to the urban transition) are critical in both mitigation and adaptation efforts. Demographic characteristics, structures and dynamics are linked, for example, to changes in consumption patterns (CURRAN; DE SHERBININ, 2004; LEVY; MOREL, 2012; THE ROYAL SOCIETY SCIENCE POLICY CENTRE, 2012), and to changes in the patterns of exposure and vulnerability to environmental events, including those related to climate change such as rising sea levels or changes in water availability (see for example ADAMO; DE SHERBININ, 2011; CEPAL; UNIVERSIDAD DE CANTABRIA, 2012; RUNFOLA et al., forthcoming).

Population dynamics, then, are yet another important link between mitigation and adaptation. They have a role in the implementation of mitigation policies, and in understanding the differences in vulnerability, exposure and adaptive capacity among diverse social groups that may be crucial for adaptation practices. Aspects such as age structure, gender or spatial distribution have a direct connection to adaptation and mitigation (JIANG; HARDEE, 2011; LUTZ; STRIESSNIG, 2015), and more aspects of population dynamics are being incorporated into models, scenarios and forecasts (HUNTER; O'NEILL, 2014; O'NEILL et al., 2014).

New approaches to scenario building are taking these links into consideration. For example, one of the incentives for the development of the Shared Socioeconomic Pathways¹¹ was to identify challenges common to both mitigation and adaptation, which may need to

¹¹The Shared Socioeconomic Pathways is a set of possible socioeconomic futures combining emissions drivers and mitigative capacity with exposure, sensitivity and adaptive capacity (HUNTER; O'NEILL, 2014, p. 233).

be considered *together*, especially at the local level (see for example AYERS; HUQ, 2009; LAUKKONEN et al., 2009; FIELD et al., 2014, p. 89).

In conclusion

This brief note looked at mitigation and adaptation in the context of the COP21's preparations and through the consideration of selected draft texts for negotiation. Even when the goal of focusing equally on both aspects is clear in the discussions, there are still certain aspects that would need to be incorporated in order to address adaptation in equal terms with mitigation.

Following the international climate negotiations can sometimes be an arid and even dull endeavor. Nevertheless, it is crucial that analysts from different scientific fields scrutinize this process and help transform the obvious connections between mitigation and adaptation efforts in the context of climate change into more effective policy agreements. Population dynamics are an important component of problem solving and practical implementation. In return, the population-environment field benefits from the analysis of the COP processes because they offer a clear example of the recursive relationship between demographic behavior, population dynamics, and environmental processes and impacts.

The World Science Report 2013 states that “global environmental change is about humans changing global environments, and about humans, individually and collectively, shaping the direction of planetary and social evolution” (INTERNATIONAL SOCIAL SCIENCES COUNCIL AND UNESCO, 2013, p. 4). This conceptualization is behind the growing interest on mitigation and, specially, adaptation issues within the social sciences in general, and within the population-environment community in particular.

References

- AD HOC WORKING GROUP ON THE DURBAN PLATFORM FOR ENHANCED ACTION. **Informal Note:** A. Draft Agreement; B. Draft Decision. 5 October 2015.
- ADAMO, S. B.; DE SHERBININ, A. The impact of climate change on the spatial distribution of populations and migration. In: UNDESA. Population Division (Ed.). **Population distribution, urbanization, internal migration and development: an international perspective.** New York: UNDESA, 2011. p.161-195.
- AYERS, J.; HUQ, S. The Value of linking mitigation and adaptation: a case study of Bangladesh. **Environmental Management**, v. 43, n. 5, p. 753-764, 2009. Available at: <<http://dx.doi.org/10.1007/s00267-008-9223-2>>.
- BERRY, P. et al. Cross-sectoral interactions of adaptation and mitigation measures. **Climatic Change**, v. 128, n. 3-4, p. 381-393, 2015. Available at: <<http://dx.doi.org/10.1007/s10584-014-1214-0>>.
- BRINER, G. et al. **Taking stock of the UNFCCC process and its inter-linkages.** Paris: OECD/IEA, 2014.
- CEPAL; UNIVERSIDAD DE CANTABRIA. Instituto de Hidráulica Ambiental. **Efectos del cambio climático en la costa de América Latina y el Caribe: impactos.** Santiago de Chile: CEPAL, 2012.

CURRAN, S.; DE SHERBININ, A. Completing the picture: the challenges of bringing 'consumption' into the population-environment equation. **Population and Environment**, v. 26, n. 2, p. 107-31, 2004. Available at: <<http://www.springerlink.com/content/184t106362160774/fulltext.pdf>>.

DE SHERBININ, A. et al. Preparing for resettlement associated with climate change. **Science**, v. 334, n. 6055, p. 456-457, October 2011. Available at: <<http://www.sciencemag.org/content/334/6055/456.short>>.

FIELD, C. B. et al. Technical summary. In: FIELD, C. B. et al. (Ed.). **Climate change 2014: impacts, adaptation, and vulnerability. Part A: Global and sectoral aspects. Contribution of working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.** Cambridge, United Kingdom and New York, USA: Cambridge University Press, 2014. p. 35-94.

FLANNERY, B. P. **The state of climate negotiations.** Clermont-Ferrand, France: Fondation pour les Études et Recherches sur le Développement International (FERDI), 2015 (Working paper, n. 134).

HUNTER, L.; O'NEILL, B. Enhancing engagement between the population, environment, and climate research communities: the shared socio-economic pathway process. **Population and Environment**, v. 35, n. 3, p. 231-242, 2014. Available at: <<http://dx.doi.org/10.1007/s11111-014-0202-7>>.

INTERNATIONAL SOCIAL SCIENCES COUNCIL; UNESCO. **World Social Science Report 2013: changing global environments.** Paris: OECD Publishing & UNESCO Publishing, 2013.

JIANG, L.; HARDEE, K. How do recent population trends matter to climate change? **Population Research and Policy Review**, v. 30, n. 2, p. 287-312, 2011. Available at: <<http://dx.doi.org/10.1007/s11113-010-9189-7>>.

LAUKKONEN, J. et al. Combining climate change adaptation and mitigation measures at the local level. **Habitat International**, v. 33, n. 3, p. 287-292, 2009. Available at: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0197397508000623>>.

LEVY, M.; MOREL, A. Drivers. In: UNEP (Ed.). **Global Environmental Outlook (GEO) 5: environment for the future we want.** Nairobi: UNEP, 2012. p. 10-26.

LUTZ, W.; STRIESSNIG, E. Demographic aspects of climate change mitigation and adaptation. **Population Studies**, v. 69, suppl., p. S69-S76, 2015. Available at: <<http://dx.doi.org/10.1080/00324728.2014.969929>>. Access: 08 Oct. 2015

MOSER, S. C. Adaptation, mitigation, and their disharmonious discontents: an essay. **Climatic Change**, v. 111, n. 2, p. 165-175, 2012. Available at: <<http://dx.doi.org/10.1007/s10584-012-0398-4>>.

O'NEILL, B. et al. A new scenario framework for climate change research: the concept of shared socioeconomic pathways. **Climatic Change**, v. 122, n. 3, p. 387-400, 2014. Available at: <<http://dx.doi.org/10.1007/s10584-013-0905-2>>.

OTT, H. et al. A first assessment of the Climate Conference in Lima – COP20 moves at a snail's pace on the road to Paris 2015. **Environmental Law & Management**, v. 26, p. 151-158, 2014.

RUNFOLA, D. M. et al. The influence of internal migration on exposure to extreme weather events in Mexico. **Society and Natural Resources**, forthcoming.

SOLÓN, P. Behind the climate negotiating text for COP21. **Focus on the Global South**. 12 March 2015. Available at: <<http://focusweb.org/content/behind-climate-negotiating-text-cop21>>.

THE ROYAL SOCIETY SCIENCE POLICY CENTRE. **People and the Planet.** London: The Royal Society London, 2012.

UNITED NATIONS. Climate Change Conference. COP21 main issues. Paris, 2015. Available at: <<http://www.cop21.gouv.fr/en/cop21-cmp11/cop21-main-issues>>. Access: 26 Sep. 2015.

_____. **Conference of The Parties (COP)**. Annex: elements for a draft negotiating text. Lima call for action. Lima: UNFCCC, 2014.

VENTURINI, T. et al. Three maps and three misunderstandings: a digital mapping of climate diplomacy. **Big Data & Society**, v. 1, n. 2, 2014. Available at: <<http://bds.sagepub.com/content/1/2/2053951714543804>>.

WEBSTER, R. **Adding up INDSs**: what country commitments could mean for climate change. Road to Paris: Science for Smart Policy, 2015. Available at: <<http://roadtoparis.info/2015/03/06/adding-up-indcs-what-country-commitments-could-mean-for-climate-change/>>.

About the author

Susana B. Adamo holds a B.S. in geography from the University of Buenos Aires, an M.S. in population studies from FLACSO-Mexico, and a Ph.D. in demography/sociology from the University of Texas at Austin, is a research scientist at the Center for International Earth Science Information Network (The Earth Institute, Columbia University) and an adjunct assistant professor in the Undergraduate Program in Sustainable Development in the same university. She is also a member of the Scientific Advisory Committee of IAI (Inter American Institute for Global Change Research) and co-coordinator of the Population and Environment Research Network (PERN).

Contact address

Susana B. Adamo
CIESIN, The Earth Institute at Columbia University
Lamont Campus
61 Route 9W, Palisades, NY 10964 USA

Annex**Sessions of the UNFCCC's Conference of the Parties**

Session year	Location	Session
2015	Paris, France	COP 21
2014	Lima, Peru	COP 20
2013	Warsaw, Poland	COP 19
2012	Doha, Qatar	COP 18
2011	Durban, South Africa	COP 17
2010	Cancun, Mexico	COP 16
2009	Copenhagen, Denmark	COP 15
2008	Poznan, Poland	COP 14
2007	Bali, Indonesia	COP 13
2006	Nairobi, Kenya	COP 12
2005	Montreal, Canada	COP 11
2004	Buenos Aires, Argentina	COP 10
2003	Milan, Italy	COP 9
2002	New Delhi, India	COP 8
2001	Marrakech, Morocco	COP 7
2001	Bonn, Germany	COP 6-2
2000	The Hague, The Netherlands	COP 6
1999	Bonn, Germany	COP 5
1998	Buenos Aires, Argentina	COP 4
1997	Kyoto, Japan	COP 3
1996	Geneva, Switzerland	COP 2
1995	Berlin, Germany	COP 1

Source: UNFCCC. Available at <<http://unfccc.int/meetings/items/6237.php?filtbody=53>>.

Received for publication in 21/10/2015
 Recommended for publication in 30/10/2015
 Accepted for publication in 08/11/2015

Mudanças climáticas e mitigação no setor florestal: REDD+, políticas nacionais e desenvolvimento sustentável local na Amazônia Legal*

Douglas Sathler**
Susana B. Adamo***
Everton E. C. Lima****

Existe uma mobilização global em prol de iniciativas de mitigação e adaptação às mudanças climáticas, com a intensificação das discussões sobre o tema na academia e nos fóruns internacionais. Diante disso, a preservação das florestas tropicais tem ganhado especial atenção, tendo em vista seu potencial mitigador (BUSCH; FERETTI-GALLON, 2014) e, também, as consequências regionais do desmatamento e da degradação das florestas (NOBRE et al., 2009). Nesse contexto, a REDD+ (Reducing Emissions from Deforestation and Forest Degradation and Enhancement of Carbon Stocks) tem desenvolvido parcerias para disseminar conhecimento e alavancar fundos para a promoção de iniciativas de proteção às florestas dos países em desenvolvimento (ANGELSEN, 2012; UN-REDD, 2015). A inserção do Brasil na REDD+ e as políticas nacionais para a redução do desmatamento na Amazônia Legal¹ têm sido largamente discutidas em fóruns domésticos e internacionais.

* Este trabalho contou com o financiamento da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), Brasil.

** Universidade Federal dos Vales de Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), Unaí-MG, Brasil, visiting scholar Center for International Earth Science Information Network (Ciesin), Columbia University, Palisades, NY, Estados Unidos (doug.sathler@gmail.com).

*** Center for International Earth Science Information Network (Ciesin), Columbia University, Palisades, NY, Estados Unidos (sadamo@ciesin.columbia.edu).

**** Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Campinas-SP, Brasil (everton.emanuel@gmail.com).

¹ A Amazônia Legal é formada por 771 municípios, distribuídos em nove estados (Acre, Amazonas, Rondônia, Roraima, Mato Grosso, Pará, Maranhão, Tocantins e Macapá).

Na Amazônia Legal, é preciso avançar nas ações que têm demonstrado bons resultados no curto prazo, a exemplo do monitoramento e controle do desmatamento, assim como investir em iniciativas que irão estancar definitivamente o desmatamento na região (NEPSTAD et al., 2009). As contribuições da comunidade internacional e a atuação dos diferentes níveis de governo na região devem avançar na promoção do desenvolvimento sustentável local, para garantir a criação de um ciclo de preservação duradouro em sintonia com as principais demandas da população (MER et al., 2011).

Nas discussões sobre mudanças climáticas, mitigação no setor florestal e desenvolvimento sustentável local, cabe ressaltar a contribuição das ciências sociais por meio da promoção de estudos interdisciplinares que exploram as interseções entre as dinâmicas social, econômica e demográfica da Amazônia Legal. Nesse espírito, uma parceria recente entre pesquisadores da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), do Center for International Earth Science Information Network (Ciesin) da Columbia University e do Núcleo de Estudos de População (Nepo) da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) tem contribuído para a ampliação destas discussões.

Esta nota de pesquisa oferece, inicialmente, uma análise da atuação da REDD+ e das políticas nacionais no combate ao desmatamento na Amazônia Legal. Posteriormente, o texto traz reflexões sobre a importância do desenvolvimento sustentável local para a mitigação na região e as interações entre o desmatamento e os padrões de desenvolvimento local na Amazônia Legal. Mais adiante, são feitos alguns apontamentos sobre as possíveis contribuições da demografia nos estudos sobre desmatamento e desenvolvimento sustentável local na Amazônia Legal. Ao final, apresenta-se uma breve descrição dos próximos passos da pesquisa.

Desmatamento, REDD+ e políticas nacionais na Amazônia Legal

O quinto relatório de avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) revelou que o desmatamento e a degradação das florestas formam a segunda maior fonte de emissões humanas de CO² em 2013, sendo responsáveis por cerca de 10% das emissões de gases estufa do mundo (IPCC, 2015). Estes achados justificam o crescente interesse na comunidade internacional por políticas de preservação da floresta e mitigação no setor florestal, envolvendo países desenvolvidos e em desenvolvimento (SUMIT CAKRAVARTY et al., 2012; BUSCH; FERRETI-GALLON, 2014).

Em 2007, a terceira conferência das partes (COP13) da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre as Mudanças Climáticas (UNFCCC) amadureceu um importante instrumento para recompensar nações em desenvolvimento por suas práticas de mitigação no setor florestal: a REDD+, que atualmente tem várias iniciativas para promover a conservação, o manejo sustentável das florestas e o melhoramento dos estoques de carbono, com destaque para o UN-REDD Programme, a FCPF (Forest Carbon Partnership Facility) e o FIP (Forest Investment Program) (ANGELSEN et al., 2012).

Nos circuitos internacionais, as potenciais contribuições do Brasil para a mitigação em escala planetária merecem atenção especial. O país abriga um terço das florestas tropicais do mundo, incluindo 65% da Amazônia. Diante disso, os efeitos ecológicos do desmatamento no Brasil são potencialmente grandes e o sistema climático global pode ser afetado significativamente (HOUGHTON et al., 2001; SOARES-FILHO, 2006). O Brasil é considerado um parceiro-chave pela REDD+ não apenas por abrigar 413.152 km² de florestas tropicais em seu território (INPE, 2014), mas também pela sua capacidade de financiar iniciativas e estimular cooperações Sul-Sul. De fato, o Brasil estabeleceu uma meta ambiciosa para redução do desmatamento: 80% em relação ao valor de referência (19.500 km² por ano) até 2020 (BRASIL, 2009).

Não obstante a liderança natural do Brasil nos fóruns da REDD+, o país optou por não se tornar um parceiro oficial do UN-REDD Programme e do FCPF. O Ministério do Meio Ambiente (MMA) argumenta que as estratégias de combate ao desmatamento devem ser determinadas domesticamente. Contudo, o Brasil deverá ser o primeiro país a ter seus resultados de REDD+ reconhecidos pela UNFCCC de acordo com o MMA (BRASIL, 2015).

Nesse contexto, o desmatamento e a degradação florestal na Amazônia estão no centro dos esforços brasileiros para a mitigação das mudanças climáticas. Em 2004, o país apresentou seu Plano de Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAm), concebido para guiar ações multissetoriais no combate ao desmatamento, estabelecendo prioridade e criando diálogo com outras iniciativas complementares. Este plano definiu estratégias para as seguintes áreas: monitoramento e controle ambiental; ordenamento fundiário e territorial; e fomento às atividades produtivas sustentáveis. O PPCDAm prevê iniciativas em sintonia com as metas da REDD+, com o Plano Amazônia Sustentável (PAS, 2008), com a Política Nacional sobre Mudanças do Clima (Lei n. 12.187/2009) e com o Fundo Amazônia.

Assunção et al. (2012) demonstraram que as políticas do PPCDAm têm contribuído significativamente para reduzir o ritmo do desmatamento na Amazônia Legal. Os autores estimaram que, entre 2005 e 2009, estas políticas evitaram de 27% a 62% do desmatamento na região, o que representa de 270 a 621 toneladas de CO² que deixaram de ser lançadas na atmosfera. O sucesso das políticas brasileiras de proteção da Amazônia Legal também é descrito em estudos que destacam a melhoria do monitoramento (INPE, 2014), a recente expansão das reservas indígenas e de áreas protegidas (SOARES-FILHO et al., 2010), o fortalecimento das leis para exploração madeireira (UCS, 2011) e as parcerias do setor público com organizações não governamentais (ONGs) e com o setor privado (GREEN PEACE, 2009).

De fato, o Inpe registrou, em 2014, uma taxa de desmatamento 5,54 vezes menor do que a observada em 2004. De acordo com Nepstad et al. (2009, p. 1350), as políticas internacionais e esta desaceleração das taxas “finalmente torna viável o fim do desmatamento na Amazônia Legal, o que resultaria numa redução de 2 a 5% das emissões globais de carbono”. Entretanto, não existe garantia de que este será um padrão definitivo.

O Instituto de Pesquisas Econômicas e Aplicadas (Ipea), a Sociedade Alemã para Cooperação Internacional (GIZ) e a Comissão Econômica das Nações Unidas para a América Latina e Caribe (Cepal) avaliaram recentemente os impactos do PPCDAm. Esta avaliação, disponibilizada em 2011, indicou que a maior parte das ações efetivas do PPCDAm esteve focada no controle e monitoramento do desmatamento da Amazônia Legal. Conforme este estudo, as ações que devem garantir uma redução duradoura do desmatamento (ordenamento fundiário e territorial e fomento às atividades produtivas sustentáveis) não tiveram um nível satisfatório de efetividade (IPEA; GIZ: CEPAL, 2011).

Nos anos 2000, o desmatamento da Amazônia Legal esteve muito atrelado às variações do preço da carne e da soja no mercado internacional (HARGRAVE; KIS-KATOS, 2003; MACEDO et al., 2011). Ainda, Andersen (1996), Barreto e Silva (2009) e Assunção et al. (2013) concluíram que existe uma forte relação entre a disponibilidade de crédito agrícola e as taxas de desmatamento na Amazônia Legal. Não obstante os esforços do MMA na última década, estes estudos sugerem que o ritmo do desmatamento na Amazônia Legal ainda continua perigosamente relacionado às oscilações de investimentos.

De maneira geral, as discussões sobre o desmatamento na Amazônia Legal promovidas pelo governo brasileiro nos fóruns da REDD+ e, também, com a sociedade civil avançaram nos últimos anos. Entretanto, o combate ao desmatamento na região requer a ampliação de melhorias em áreas estratégicas. Nos próximos anos, o Brasil deve avançar no ordenamento fundiário e nas políticas de gestão territorial, fortalecendo a presença das instituições públicas nos municípios da Amazônia Legal. Uma mudança definitiva nos padrões de desmatamento da região requer um conjunto de iniciativas que devem ser acompanhadas da melhoria geral dos indicadores sociais de desenvolvimento local, o que desencadearia um ciclo virtuoso de prosperidade em harmonia com os interesses preservacionistas na região.

Desenvolvimento sustentável local na Amazônia Legal

A literatura recente demonstra que a mitigação e o sucesso da REDD+ na Amazônia Legal dependem de políticas que considerem as interações multiescalares, abordagens *bottom-up*, ações multissetoriais e participação local. As interações multiescalares são fundamentais e as abordagens *bottom-up* devem ser incluídas como parte de um conjunto integrado de soluções (SANDBROOK et al., 2010; KORHONEN-KURKI et al., 2012; SATHLER, 2014). Ainda, para a otimização dos resultados, governos, setor privado e a sociedade civil devem trabalhar em harmonia com as metas estabelecidas regional e localmente. A falta de coordenação entre as partes interessadas pode prejudicar a gestão sustentável da floresta e limitar o alcance das metas estabelecidas no contexto da REDD+ pelo Brasil (GEBARA et al., 2014). É importante estimular o envolvimento das comunidades tradicionais e da sociedade civil, promovendo diálogos que reúnam todas as partes interessadas, tendo em vista as possibilidades e os desafios do que tem sido

chamado de gerenciamento florestal comunitário (community-based forest management – CBFM) (AGRAWAL et al., 2008).

O desenho e a implementação desses arranjos devem ser acompanhados de desenvolvimento sustentável local. Ao contrário, a proteção da floresta irá, necessariamente, exigir grandes esforços e uma quantia infindável de recursos financeiros. De acordo com Mer et al. (2011), a preservação da integridade do bioma amazônico atrelada à promoção do desenvolvimento sustentável local é um grande desafio para a estratégia global de mitigação e, também, para a manutenção do equilíbrio ecológico na região.

Estudos sugerem que o desmatamento na Amazônia irá provavelmente reduzir a precipitação e aumentar a temperatura na superfície e a extensão do período de seca na região (FINDELL et al., 2006; KILLEM; SOLÓRZANO, 2008; NOBRE et al., 2009). A destruição da Amazônia e as mudanças no ciclo hidrológico na região deverão impedir a reconstituição da floresta (SHUKLA et al., 2015). A possibilidade de profundas mudanças ecológicas locais sugere a necessidade, também, de soluções locais, que se replicadas muitas vezes poderão ter impactos ambientais na escala global.

Os municípios da Amazônia Legal não estão articulados em iniciativas e projetos que buscam o desenvolvimento sustentável local e a preservação da floresta. O planejamento e a formulação de projetos para o desenvolvimento sustentável na Amazônia Legal estão mais presentes na escala regional. Em 2008, o governo federal lançou o Plano Amazônia Sustentável, propondo um conjunto de diretrizes integradas para estimular o desenvolvimento da Amazônia Legal. O PAS incorporou muitas políticas estratégicas no nível regional que, potencialmente, podem impactar não apenas o PPCDAm e as metas REDD+ na região, mas também as ações de desenvolvimento sustentável no nível local. O PAS e seus possíveis desdobramentos podem auxiliar municípios no estabelecimento e no cumprimento de metas, em conformidade com suas especificidades. Mesmo que as políticas de mitigação e de desenvolvimento sustentável na Amazônia Legal tenham se disseminado muito mais por iniciativas *top-down* do que por ações locais, encontrar o equilíbrio certo nesta equação é fundamental.

Ademais, o desenvolvimento sustentável local vai muito além do aumento dos níveis de renda e da diminuição das desigualdades. Caso não sejam acompanhados de outros elementos a serem incorporados nas políticas públicas locais, maiores ganhos econômicos não serão capazes de reduzir o desmatamento na região e, em alguns casos, podem até estimular a destruição da floresta.

Desmatamento e padrões de desenvolvimento na Amazônia Legal

A avaliação dos processos sociais, econômicos e demográficos é fundamental para formulação e implementação de políticas públicas que busquem o desenvolvimento sustentável regional e local na Amazônia Legal. Também é bastante útil para identificação de áreas e de municípios sob risco de ampliação do desmatamento num futuro próximo.

Existe um debate em curso a respeito da interpretação dos padrões sociais e econômicos na Amazônia Legal. Rodrigues et al. (2009) encontraram o padrão *boom-and-bust*² na região ao estudar as variações no nível de desenvolvimento em 286 municípios em diferentes estágios de desmatamento. De acordo com este estudo, padrões de vida, alfabetismo e expectativa de vida aumentam com o início do desmatamento, mas declinam com a evolução do desmatamento. Celentano et al. (2012) também encontraram o padrão *boom-and-bust* na Amazônia Legal num estudo que envolveu 408 municípios.

Entretanto, Weinholds et al. (2014) questionam os resultados que indicam a existência desse padrão na Amazônia Legal. Após apresentarem vários exercícios empíricos, os autores destacam que os resultados de Rodrigues et al. (2009) “são artefatos espúrios da correlação espacial, devido principalmente às diferenças de tamanho e heterogeneidades entre os municípios do Amazonas e Maranhão” e ainda defendem que os resultados de Calentano et al. (2012) “também são frágeis e sensíveis a mudanças na sua especificação e amostra, sendo que o padrão encontrado desaparece com a inclusão das reservas florestais e de outros efeitos” (WEINHOLDS et al., 2014, p. 1). Finalmente, os autores citam vários estudos que sugerem que, em vez de um padrão *boom-and-bust* na Amazônia brasileira, na verdade, existe um padrão de crescimento contínuo no bem-estar e nos níveis locais de desenvolvimento (ver PINEDO-VASQUEZ et al., 2001; SEARS et al., 2007; MANGABEIRA, 2010).

Este debate permanece aberto. A Amazônia Legal é heterogênea e existem muitos fatores que diretamente interferem nas variáveis usadas pelos autores citados. Também, não seria plausível não considerar os efeitos negativos da depreciação dos recursos naturais na região. Para esta questão, especificamente, estudos de caso que apresentem maior controle de variáveis intervenientes podem ser mais promissores. Ademais, é importante ter em mente que os estudos citados por Weinholds et al. (2014) não objetivam especificamente avaliar a existência ou não de um padrão *boom-and-bust* na região.

Mesmo diante das melhorias gerais no bem-estar da população brasileira nos últimos 15 anos, a Amazônia Legal ainda apresenta níveis inaceitáveis de pobreza, desigualdade e vulnerabilidade social (CALENTANO; VEDOVETO, 2011). No arco do desmatamento, os municípios de pequeno e médio porte populacional estão muito longe dos centros de decisão, formando uma rede urbana desequilibrada e com vários tipos de restrições ao desenvolvimento regional (infraestrutura, investimentos públicos e privados, capacidade de financiamento, serviços educacionais, etc.) (SERRA; FERNANDES, 2004). Os diferentes padrões nos níveis de desenvolvimento na Amazônia Legal devem ser continuamente explorados, oferecendo suporte para políticas públicas que visam a promoção da sustentabilidade e a redução do desmatamento na região (SATHLER, 2009; GUEDES et al., 2012).

² Nos anos 1980, surgiu a hipótese de que o aumento no nível de desenvolvimento com o início das atividades de exploração de recursos naturais nos trópicos seria seguido de uma posterior queda estimulada pela depreciação dos recursos naturais. Este padrão, similar a um U invertido, ficou conhecido como *boom-and-bust* (MORAN, 1982; HECHT, 1983; SCHNEIDER et al., 2002; BARBIER, 2004).

Desmatamento e desenvolvimento local na Amazônia Legal: possíveis contribuições da demografia

A análise e a interpretação de parâmetros demográficos têm grande potencial para diagnósticos, avaliações e desenhos de políticas para o desenvolvimento sustentável local e para a preservação da floresta. As variáveis demográficas estão intimamente entrelaçadas aos indicadores de desenvolvimento humano, sendo fundamentais para o entendimento da dinâmica social nas áreas de fronteira. No nível local temos várias demografias de diferentes grupos populacionais, reforçando a relevância de abordagens interdisciplinares que levam em conta as especificidades históricas e geográficas nesta escala de análise.

Os componentes da dinâmica demográfica se comportaram com bastante dinamismo no último século ao redor do mundo (PRB, 2004; UNITED NATIONS, 2015) e ainda existe muito para entender sobre as relações entre as variáveis populacionais e o ambiente (O'NEILL, 2008). Na Amazônia Legal, assim como em outras partes do mundo, a evolução da fronteira do desmatamento trouxe fortes mudanças nas dinâmicas social e demográfica de populações tradicionais, pequenos agricultores e habitantes das cidades.

O fortalecimento da demografia ambiental e, também, a ampliação das contribuições potenciais da demografia para os estudos sobre desmatamento e desenvolvimento sustentável local exigem o aprofundamento de iniciativas já percebidas na comunidade científica, mesmo que de maneira tímida, por demógrafos e não demógrafos (FREIRE DE MELLO; SATHLER, 2015). Entre elas, destacam-se o desenho e a implementação de plataformas inteligentes voltadas para a integração de diferentes fontes de dados e informações. Os levantamentos censitários e a possibilidade de integração de dados demográficos e socioeconômicos com informações sobre a dinâmica do desmatamento na Amazônia Legal abrem um interessante universo de possibilidades analíticas. Os dados censitários (IBGE, 1970, 1980, 1991, 2000, 2010) e as informações sobre o desmatamento na Amazônia Legal (Projeto Prodes, 2000-2014) estão disponíveis em plataformas gratuitas que permitem integração em escala municipal.

No entanto, dois avanços fundamentais se fazem necessários:

- apesar do seu acesso imediato e gratuito, seria interessante que os dados censitários e também de desmatamento estivessem reunidos numa mesma plataforma virtual, mais dinâmica e atrativa, de modo a despertar interesse não apenas de pesquisadores, mas também de estudantes, jornalistas e do público em geral. A geração instantânea de tabelas, gráficos e cartogramas sobre a dinâmica demográfica e social do desmatamento da Amazônia Legal seria um avanço importante, com reflexos inclusive na educação ambiental e na maior disponibilização destes dados pela mídia;
- a exemplo dos dados sobre o desmatamento, que estão disponíveis tanto para unidades administrativas (municípios, microrregiões, macrorregiões, mesorregiões,

estados) como para unidades de conservação, os dados censitários no país deveriam ser disponibilizados em recortes espaciais mais condizentes com as questões ambientais contemporâneas (bacias hidrográficas, Unidades de Conservação, biomas, domínios morfoclimáticos, áreas de vulnerabilidade socioambiental, etc.), o que reduziria boa parte das limitações existentes e, também, a necessidade de esforços contínuos para a compatibilização de bases cartográficas.

Ademais, a demografia ambiental deve permanecer influente e ampliar sua participação não apenas nos estudos sobre o desmatamento e o desenvolvimento sustentável local, mas também em todas as grandes questões ambientais que afligem o planeta (HOGAN, 2007). De modo geral, deve-se garantir uma participação mais efetiva da demografia nos grandes relatórios sobre o meio ambiente (IPCC, UNFCCC, Word Bank, REDD+, etc.). Estes estudos servem de referência para toda a comunidade científica internacional, com a indicação de campos de pesquisa promissores (FREIRE DE MELLO; SATHLER, 2015).

As possibilidades de análise da demografia não devem se limitar aos estudos de esboço, estrutura e distribuição populacional. Existe um horizonte promissor de trabalho para demógrafos e cientistas sociais envolvidos nos estudos sobre população, espaço e ambiente e, mais especificamente, nas abordagens que vislumbram o desenvolvimento sustentável local e a mitigação nos municípios da Amazônia Legal.

Algumas considerações e próximos passos

As iniciativas da comunidade internacional, sobretudo a REDD+, devem combinar soluções práticas e de curto prazo com estratégias mais arrojadas para ampliar a mitigação às mudanças climáticas no setor florestal. Na Amazônia Legal, é fundamental encorajar a participação de todos os níveis de governo na promoção de políticas integradas de desenvolvimento sustentável local e de preservação da floresta. Os *stakeholders* devem entender que as preocupações ambientais em todo o mundo em torno das mudanças climáticas trazem boas oportunidades para a retomada de velhas demandas, geralmente esquecidas ou de difícil solução, nas agendas locais.

As ações locais relacionadas ao desenvolvimento sustentável e à preservação da floresta podem ser ampliadas com a criação de uma rede de conhecimento que agregue municípios da Amazônia Legal. Esta rede seria importante para o compartilhamento de expertise e de propostas, estimulando a cooperação e a atração de recursos. Se esta ideia for ambiciosa demais, a participação de mais municípios da região no ICLEI (Governos Locais pela Sustentabilidade) poderia trazer bons resultados.

Ademais, análises empíricas com a integração de dados demográficos, socioeconômicos e ambientais são fundamentais para avaliações constantes na escala local. A pesquisa em curso trará, num futuro próximo, o resultado de uma série de análises de dados censitários e de desmatamento na escala municipal, com o intuito de identificar padrões estatísticos e espaciais na Amazônia Legal. Estas análises estão concentradas nos pequenos e médios

municípios da Amazônia Legal (não capitais e com população inferior a 140 mil habitantes) que registraram altos níveis de desmatamento entre 2001 e 2010 (superior a 200 km² no período). Serão exploradas 27 variáveis que representam as seguintes dimensões: território; desmatamento e floresta; demografia; educação; desenvolvimento humano; economia; desigualdade; pobreza; e serviços básicos. Métodos multivariados serão utilizados no tratamento estatístico, tendo em vista o potencial da análise de componentes principais e da análise de cluster para descrição da variabilidade das variáveis e identificação de agrupamentos. Ainda, espera-se que o mapeamento dos resultados com a utilização de ferramentas de geoprocessamento auxilie na descrição dos padrões espaciais destes agrupamentos. As análises empíricas e a identificação de padrões espaciais deverão, necessariamente, subsidiar reflexões sobre as implicações dos resultados encontrados para as políticas públicas.

Referências

- AGRAWAL, A.; CHHATRE, A.; HARDIN, R. Changing governance of the world's forests. *Science*, n. 320, p. 1460-1462, 2008.
- ANDERSEN, L. The causes of deforestation in the Brazilian Amazon. *The Journal of Environment & Development*, v. 5, n. 3, p. 309-328, 1996.
- ANGELSEN, A. et al. (Ed.). *Analysing REDD+*: challenges and choices. Cifor, 2012.
- ASSUNÇÃO, J.; GANDOUR, C.; ROCHA, R. Deforestation slowdown in the Legal Amazon: prices or policies? Rio de Janeiro: Climate Policy Initiative, 2012. Disponível em: <<http://climatepolicyinitiative.org/publication/deforestation-slowdown-in-the-legal-amazonprices-or-policy/>>. Acesso em: jun. 2012.
- _____. **Does credit affect deforestation?** Evidence from a rural credit policy in the Brazilian Amazon. Rio de Janeiro: Núcleo de Avaliação de Políticas Climáticas, 2013.
- BARBIER, E. B. Agricultural expansion, resource booms and growth in Latin America: implications for long-run economic development. *World Development*, v. 32, n. 1, p. 137-157, 2004.
- BARRETO, P.; SILVA, D. The challenges to more sustainable ranching in the Amazon. *The State of the Amazon*, v. 14, p. 554-556, 2009.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. COP-15. Copenhagen. MMA, 2009.
- _____. Ministério do Meio Ambiente. **REDD+ Brasil**. 2015. Disponível em: <<http://redd.mma.gov.br>>. Acesso em: set. 2015.
- BUSCH, J.; FERRETTI-GALLON, K. **Stopping deforestation**: what works and what doesn't. Center for Global Development, 29 Apr. 2014 (CGD Climate and Forest Paper Series # 3). Disponível em: <<http://www.cgdev.org/publication/stopping-deforestation-what-works-and-what-doesnt>>.
- CALENTANO, D.; VEDOVETO, M. **A Amazônia e os objetivos de desenvolvimento do milênio**. ARA, 2011.
- CELENTANO, D. et al. Welfare outcomes and the advance of the deforestation frontier in the Brazilian Amazon. *World Development*, v. 40, n. 4, p. 850-864, 2012.
- FREIRE DE MELLO, L.; SATHLER, D. A Demografia Ambiental e a emergência dos estudos sobre População e Consumo. *Revista Brasileira de Estudos de População*, v. 32, n. 2, 2015.

FINDELL, K. L.; KNUDSON, T. R.; MILLY, P. C. D. Weak simulated extratropical responses to complete tropical deforestation. *Climate*, v. 19, n. 12, p. 283-2850, 2006.

GEBARA, M. F.; FATORELLI, L.; MAY, P.; ZHANG, S. REDD+ policy networks in Brazil: constraints and opportunities for successful policy making. *Ecology and Society*, v. 19, n. 3, p. 53, 2014.

GREENPEACE. **Slaughtering the Amazon**. Amsterdam, 2009. Disponível em: <<http://www.greenpeace.org/international/en/publications/reports/slaughtering-the-amazon>>.

GUEDES, G.; BRONDÍZIO, E.; BARBIERI, A.; ANNE, R.; PENNA-FIRME, R.; D'ANTONA, Á. Poverty and inequality in the rural Brazilian Amazon: a multidimensional approach. *Human Ecology*, v. 40, n. 1, p. 41-57, 2012.

HARGRAVE, J.; KIS-KATOS, K. Economic causes of deforestation in the Brazilian Amazon: a panel data analysis for the 2000s. *Environmental Resource Economics*, n. 54, p. 471-494, 2003.

HECHT, S. B. Cattle ranching in the Eastern Amazon: environmental and social implications. **The Dilemma of Amazonia Development**. Colorado: Westview Press, 1983.

HOGAN, D. J. População e meio ambiente: a emergência de um novo campo de estudos. In: HOGAN, D. J. (Org.). **Dinâmica populacional e mudança ambiental: cenários para o desenvolvimento brasileiro**. Campinas: Nepo/Unicamp, 2007.

HOUGHTON, R. A.; LAWRENCE, K. T.; HACKLER, J.; BROWN, L. S. The spatial distribution of forest biomass in the Brazilian Amazon: a comparison of estimates. *Global Change Biology*, v. 7, p. 731-746, 2001.

INPE. **Projeto PRODES – Divulgação da taxa consolidada do desmatamento da Amazônia Legal para período ago./2013–jul./2014**. São José dos Campos, 2014. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/prodes/Prodes_Taxa2014.pdf>.

IPEA; GIZ; CEPAL. **Avaliação do Plano de Ação para Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal**: PPCDam 2007-2010. Brasília: Ipea; GIZ; Cepal, 2011.

IPCC. **Climate change 2014: synthesis report**. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (Ed.)]. Geneva, Switzerland, 2015.

KILLEEN, T. J.; SOLORZANO, L. A. Conservation strategies to mitigate impacts from climate change in Amazonia. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, v. 363, n. 1.498, p. 1881-1888, 2008.

KORHONEN-KURKI, K.; BROCKHAUS, M.; DUCHELLE, A.; ATMADJA, S.; TPHAM, T. T. Multiple levels and multiple challenges for REDD+. P. 91-110. In: ANGELSEN, A.; BROCKHAUS, M.; SUDERLIN, W.; VERCHOT, L. **Analysing REDD+**: challenges and choices. Bogor, Indonesia: Center for International Forestry Research, 2012.

MACEDO, M. N. et al. Decoupling of deforestation and soy production in the southern Amazon during the late 2000s. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 109, n. 4, p. 1341-1346, 09 Jan. 2012.

MANGABEIRA, J. A. de C. **Serviços ecossistêmicos e trajetória de capitalização agrícola: o caso de Machadinho D'Oeste-RO**. Tese (PhD) – Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Campinas, 2010.

MER, P. et al. **Ecosystem services for poverty alleviation in Amazonia**. Edimburgo: Global Canopy Programme and University of Edinburgh, 2011.

MORAN, E. F. Ecological, anthropological, and agronomic research in the Amazon basin. **Latin American Research Review**, v. 17, n. 1, p. 3-41, 1982.

NEPSTAD, D. et al. The end of deforestation in the Brazilian Amazon. **Science**, v. 326, p. 1350-51, 04 Dec. 2009.

NOBRE, P. et al. Amazon deforestation and climate change in a coupled model simulation. **Journal of Climate**, v. 22, n. 21, p. 5686-97, 2009.

O'NEILL, B. et al. **Population and climate change: relationships, research, and responses**. Institute for the Study of Society and Environment, National Center for Atmospheric Research (NCAR) e International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA), 2008.

PINEDO-VASQUEZ, M.; ZARIN, D. J.; COFFEY, K.; PADOCH, C.; RABELO, F. Post-boom logging in Amazonia. **Human Ecology**, v. 29, n. 2, p. 219-239, 2001.

PRB – Population Reference Bureau. **World Population Data Sheet**. 2004. Disponível em: <<http://www.prb.org>>.

RODRIGUES, A.; EWERS, R.; PARRY, L.; SOUZA, C.; VERÍSSIMO, A.; BALMFORD, A. Boom-and-bust development patterns across the Amazon deforestation frontier. **Science**, v. 324, n. 1, p. 1435-1437, 2009.

RODRIGUES-FILHO, S. et al. Road development and deforestation in Amazonia, Brazil. In: McNEILL, D.; NESHEIM, I.; BROUWER, F. **Land use policies for sustainable development: exploring integrated assessment approaches**, Cheltenham: Edward Elgar Publishing Limited, 2012. p. 191-216.

SANDBROOK, C.; NELSON, F.; ADAMS, W.; AGRAWAL, A.; Carbon, forests and the REDD paradox. **Oryx**, v. 44, n. 3, p. 330-334, 2010.

SATHLER, D. **As redes para além dos rios: urbanização e desequilíbrios na Amazônia Brasileira**. Belo Horizonte: Cedeplar/UFMG, 2009.

_____. Repercussões locais das mudanças climáticas globais: urbanização, governança e participação comunitária. **Caminhos de Geografia**, v. 15, n. 51, 2014.

SCHNEIDER, R. R. (Ed.). **Sustainable Amazon: limitations and opportunities for rural development**. Washington, DC: World Bank, 2012 (Collection World Bank Technical Paper n. 515).

SEARS, R. R.; PADOCH, C.; PINEDO-VASQUEZ, M. Amazon forestry transformed: integrating knowledge for smallholder timber management in Eastern Brazil. **Human Ecology**, v. 35, n. 6, p. 697-707, 2007.

SERRA, M. A.; Fernández, R. G. Perspectivas para o desenvolvimento da Amazônia: motivos para o otimismo e para o pessimismo. **Economia e Sociedade**, v. 13, n. 2, p. 107-131, 2004.

SHUKLA, J.; NOBRE, C.; SELLERS, P. Amazon deforestation and climate change. **Science**, v. 247, p. 1322-25, 2015.

SOARES-FILHO, B. S. et al. Modelling conservation in the Amazon basin. **Nature**, v. 440, n. 7083, p. 520-23, 2006.

SUMIT CHAKRAVARTY, S. K. et al. Deforestation: causes, effects and control strategies. In: AKAIS, O, C. (Ed.). **Global perspectives on sustainable forest management**. InTech, Chapters published, 2012. p. 3-28.

UCS. **Brazil's success in reducing deforestation**. Cambridge, MA: Union of Concerned Scientists, Feb. 2011 (Briefing, n. 8).

UNITED NATIONS. **World population prospects**. New York, 2015. Disponível em: <http://esa.un.org/unpd/wpp/Publications/Files/Key_Findings_WPP_2015.pdf>.

UN-REDD. **UN-REDD Programme Strategic Framework 2016-20**. Research document. UN-REDD Programme, 2015. Disponível em: <http://www.unredd.net/index.php?option=com_docman&view=document&alias=14096-un-redd-pb14-2015-strategic-framework&category_slug=session-3-strategic-and-policy-issues&Itemid=134>. Acesso em: 15 jul. 2015.

WEINHOLD, D. et al. **Sustainability in the tropics: does a boom in deforestation lead to a bust in development?** Londres: Grantham Research Institute on Climate Change and the Environment, 2012.

Sobre os autores

Douglas Sathler é graduado em geografia (Instituto de Geociências, UFMG) e doutor em Demografia (Cedeplar-UFMG). Professor da Faculdade Interdisciplinar de Humanidades (FIH) e pesquisador do Núcleo de Geociências (Nugeo) da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e do Mucuri (UFVJM). Atualmente, trabalha como bolsista pós-doc da Capes no Center for International Earth Science Information Network (Ciesin, Columbia University).

Susana B. Adamo é graduada em geografia (University of Buenos Aires), mestre em população, recursos naturais e ambiente (Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, FLACSO) e Ph.D em Demografia (University of Texas at Austin). Pesquisadora do Center for International Earth Science Information Network (Ciesin, Columbia University).

Everton E. C. Lima é graduado em Ciências Políticas e Sociais (Université Libre de Bruxelles), mestre em Sociologia (Université Libre de Bruxelles) e doutor em demografia (Cedeplar-UFMG). Professor da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) e pesquisador do Núcleo de Estudo de População (Nepo) da Unicamp.

Endereço para correspondência

Douglas Sathler

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e do Mucuri, *campus JK*
Rodovia MGT 367, Km 583, n. 5000, Alto da Jacuba
39100-000 – Adamantina-MG, Brasil

Susana B. Adamo

Ciesin. Columbia University
61 Route 9w. PO Box 1000. Palisades
10964 – Nova Iorque, Estados Unidos.

Everton E. C. Lima

Nepo/Unicamp
Cidade Universitária Zeferino Vaz – Barão Geraldo
13083-970, Campinas-SP, Brasil

Recebido para publicação em 13/10/2015

Recomendado para publicação em 25/10/2015

Aceito para publicação em 08/11/2015

Reviving or interring global governance on sustainability? Sachs, the UN and the SDGs

George Martine*

SACHS, J. D. **The age of sustainable development**. New York: Columbia University Press, January 2015. 544 p.

Planetary boundaries, Sachs and the UN

The science is out and undisputable: Humankind is heading rapidly towards ecological disaster on several fronts, the most visible of which is climate change (STEFFEN, 2015; McNUTT, 2015; BARNOSKY, 2012). Radical measures are urgently needed to alter this trajectory yet they are not forthcoming. Getting a majority of governments to act effectively on these issues has repeatedly proved impossible. The latest multilateral initiative to deal with impending environmental catastrophes is the 2015 UN Sustainable Development Summit, an event that culminates a negotiating process spanning more than two years. The agenda? The approval of 17 “Sustainable Development Goals” (SDGs) that will succeed the 15-year tenure of the Millennium Development Goals (MDGs) at the forefront of UN operations. Both of these UN enterprises owe much of their intellectual inspiration to the work of Jeffrey Sachs. Ban Ki Moon identifies Sachs as his special advisor in the Foreword to *The Age of Sustainable Development* and many of the book’s ideas are easily recognized in the SDG’s formulations. In brief, it is an important and influential book that needs to be reviewed and discussed in some detail.

The acclaims received by Sachs for *The Age of Sustainable Development* are numerous and compelling. *Inter alia*, Lord Stern states that the book “explains clearly where we can go and how to get there”; Rajenda Pachauri finds that the book “is clear on what we need to make sustainable development a reality”; Harvard biologist Edward O. Wilson sees this book as “the most important in circulation”. The nature and amount of praise for Sachs’

*Independent consultant, Brasília-DF, Brazil (georgermartine@yahoo.com).

book, plus the fact that its ideas are reflected in the SDGs would appear to signal the dawn of a new era, one in which humankind is finally going to find a way out of the ecological mess it has created. Can we bank on it? My take is that we might need to take a longer look at Sachs' fundamental message and its ideological underpinnings before committing all our hopes to it.

Scope, analytical framework and ideology

Without a doubt, *The age of sustainable development* constitutes a tremendous *tour de force* in the encyclopaedist mode. It provides a cogent and eminently readable treatment of varied topics that are related in some way to sustainable development in 500 plus pages. Sachs' analysis ranges over economics, development and history and delves into such topics as health, education, gender issues, food supply, poverty, overpopulation, urbanization and social mobility, while also discussing authoritatively the origins and scale of species extinction, over-extraction from oceans, climate change and biological diversity. While the linkages between topics is not always evident, several of the individual chapters are so well researched and admirably presented that they can serve as self-standing references.

Despite this breadth of useful information, I would argue that the analytical framework of *The Age of Sustainable Development* is flawed and that, therefore, its basic message is dangerously misleading. Sachs generally describes the nature and gravity of the dangers created in the Anthropocene era accurately, but his proposed path to resolution is ultimately founded on the notion that we can essentially continue doing more of the same, only better. In a nutshell, his goal is to achieve "socially inclusive and environmentally sustainable *economic growth*". This objective needs to be carefully evaluated.

Since economic growth as we know it is the primary source of global environmental threats as well as of divisive inequality, Sachs' formulation immediately begs the question – how can this same growth become quickly inclusive and sustainable? The author's basic response is that this transformation can be accomplished through the promotion of an appropriate combination of better policies and improved technology, especially in the energy domain. Would that it were possible! Unfortunately, Sachs' analysis seriously underestimates the obstacles in the domain of political economy, while overrating the miracles to be operated by the markets and by technology. He also fails to perceive that economic growth, *per se* and into the foreseeable future, conflicts with atmospheric limits because the process involves continually-increasing consumption of dwindling resources.

Policy, technology and consumption

The critical environmental issues faced by humankind today are not new but have become more evident and acute in recent decades. Why has global governance been so inept at acting upon the analyses and recommendations that environmentalists have clamored

for since Rio '92? In large part because those early warnings coincided with, and were superseded by, the global expansion of economic fundamentalism on the wings of free trade and deregulation policies imposed by international financial agencies.

Above and beyond the threat of economic sanctions to poor countries that did not conform to free trade precepts, the motor that drove the wildfire acceptance of this model was the rapid spread of the culture of consumption. Over the course of several decades since WW2, the culture of consumption had been carefully nurtured and successfully implemented in the United States and other richer countries, guaranteeing continuous increases in production and, thus, 'economic growth'. Globalization quickly spread this set of values and behavior patterns to the rest of the world and the desire to consume underlies global economic growth in today's 'civilization'.

The constellation of actors that support and implement this paradigm throughout the world is practically unassailable. Economic growth based on continuous increases in consumption has indeed been largely responsible for the outstanding reductions in global poverty, particularly in the last few decades. It has also assuaged the aspirations for increased consumption of billions (while leaving out more billions) over the same period. This process has been underwritten by the unsustainable use of non-renewable resources and the reduction of biodiversity while energy consumption from stored biomass has greatly increased carbon dioxide and methane emissions.

The fact that such economic growth is our only accepted path to poverty reduction and to the ever-greater consumption that we have all learned to desire has transformed it into the very *raison d'être* of governments and international development agencies. Not surprisingly, it finds its way into the well-meant proposals of multilateral organizations, such as in the SDGs. However, the fact remains that this paradigm stands directly in the path of attempts to mobilize governments towards effective agreements altering the current trajectory towards ecological chaos. Meanwhile, rich countries refuse to implement effective environmental measures for fear of indisposing their consumption-oriented electorates, as Sachs notes in the opposition of the United States to global environmental proposals. Poor countries, in turn, understandably aspire to growth that will reduce poverty and increase their populations' access to goods and products that are readily available in the rest of the world.

Given the institutional and political strength of economic growth based on constantly increasing consumption, where can we expect to find the political will to focus the economy on poverty reduction and sustainability? The power elite that shapes global economic policy is strongly influenced exactly by those agents that are in denial of climate change and planetary boundaries. Free trade has, in fact, meant the adoption of an economic structure based on fossil fuels and the encroachment of biodiversity. Under the logic of indiscriminate economic growth, multinational companies roam the world in search of greater profit, less taxes and lack of environmental controls. Part of the ideology of market fundamentalism involves exactly the reduction of the public sector, despite the fact that

fossil fuel companies receive billions in subsidies, while the companies that have rocked global financial security were rewarded with massive government handouts. As Sachs himself observes – “Multinational companies are often the agents of public corruption, bribing officials to bend regulations or tax policies in their favor and engaging in tax evasion, money laundering and reckless environmental damage.” This has created a smattering of super-rich people, destabilized financial markets and increased inequality within and between countries.

In short, dominant sectors of the market economy are at war with the environment and with social inclusion. It would seem rather irresponsible to trust this framework of economic organization to devise and implement policies and practices that will reverse the current environmental quandary.

If the policies that would alter the trajectory of economic growth from exclusive to inclusive and from unsustainable to sustainable are not likely to be forthcoming under the present configuration of the global political economy, can we expect technological breakthroughs to compensate increased consumption?

Whatever our vantage point, massive technological development, particularly in the energy sector, is clearly essential to remove the ecological Damocles sword currently hovering over the heads of humankind. Nevertheless, it would be foolhardy to believe that technology *per se* could overcome the damage already caused to the planet and counter the ill-effects of our headlong pursuit of economic growth. As noted earlier by Jevons and reiterated by many, including the eminent scientist and philosopher, Vaclav Smil, the rate of technological development, no matter how rapid, is never sufficient to cope with increased demand. The most urgent needs for technological breakthroughs are in the energy sector, which holds tremendous possibilities in terms of lowering emissions. Yet this is exactly the sector dominated by the most important environmental culprits and enemies of sustainability. Denial by the paid lackeys and lobbies of powerful corporations that stand to lose from a change in Business as Usual is a powerful factor opposing change. Sachs himself highlights the folly of banking on technological breakthroughs that will extend the fossil fuel industry through petroleum extraction from oil sands and hydrofracking. As he notes in this connection, “we are on the path of grave long-term planetary danger at the price of short-term market returns” (chapter 5).

In addition to the political obstacles to necessary technological development, fundamental technical problems are glossed over by Sachs. For instance, the literature relates tremendous problems involved in building vast energy grids, as well as in transporting renewable energy. Under the best of circumstances, it would take many years to build up a new system and a lot of fossil fuel would have to be burned to set it up. More generally, technological fixes present several clear limitations, as ably summarized by Tveberg (2014). A basic difference is that no source of energy will ever replace the cheap fossil fuels that made past development possible. Overall, however, the major problem stems from the fact that there are many resource limits besides fossil fuels and that almost

every “solution” that we come up with simply transfers our problems from one area to another if we insist on continuing consumption.

To be fair, Sachs is not a complete techno-fix, nor even a firm believer in the miracle of the markets. Nevertheless, his whole approach is dominated by the hope that minor shifts in the capitalist system will be sufficient to arrest and revert the environmental threats he ably describes throughout his book. In today’s globalized world, every country is trying to get a bigger bite in the global economic pie and very few are willing to give up anything for the sake of sustainability. The culture of consumption has been firmly ingrained as the engine that effectively stimulates further growth while satisfying the populace. Economic growth is the undisputed magical formula that both developed and developing countries adopt in the pursuit of happiness, enrichment and poverty reduction. The fact that it conflicts directly with atmospheric limits is, for the most part, explicitly ignored. Rich countries fully intend to maintain their privileges and their politicians will do anything – including the obstruction of multilateral environmental initiatives and the initiation of bellicose activities to guarantee “our way of life”. Poor countries prioritize the improvement of their economic and social conditions through economic growth; they obviously will not retreat in their efforts if developed countries, who created the problem in the first place, fail to act.

Over-population, over-development or bad development?

Throughout this book, Sachs repeatedly refers to population size and growth as a primary obstacle to sustainable development. One would have to be blind to completely negate the importance of demographic dynamics in the environmental equation. However, Sachs’ constant use of “per capita” and “per person average” in discussing sustainability reiterates some very common and unfortunate errors that surround the population issue. Given the difficulties of reversing the problems caused by our consumer civilization, anodyne solutions that would not oblige us to alter our development paradigm or our chosen ‘way of life’ are usually favored. Reducing population growth through family planning programs is probably the most widespread quick-fix policy espoused by decision-makers and the public-at-large. Although couching his recommendations in the politically-correct language of much needed improvements in reproductive health, Sachs sometimes wanders along the same misleading path.

There are several reasons to be wary of the population control panacea. First of all, it is based on an erroneous perception of the problem’s roots. Our environmental quandary stems from increased consumption, not increased population. One unit of population (a “person”) is not equivalent to one unit of consumption (a “consumer”)! Actually, despite the rapid escalation of consumption in recent decades, two-thirds of the world’s population still does not participate in global consumption and a quarter is frankly ‘poor’. Given the recent concern with increasing environmental degradation in China and other emerging economies, it is easy to forget that the current ecological quandary was generated by a

minority – the low-fertility population in industrial countries and the elites of other countries. The population of poor and high fertility countries only contributes to grave global ecological problems when it “develops” under the current paradigm.

Second, the relation between fertility decline and consumption is ambiguous. On the one hand, a reduction in fertility is associated at least as much with improving living conditions as it is with the availability of family planning programs. People reduce their fertility when there are concrete socio-economic motivations to do so, and such changes are normally associated with much-needed increases in ‘consumption’. Urbanization is a major structural factor, both in providing people with the motivation and the tools to plan their fertility and in improving people’s lives by giving them – on average – greater access to goods and services. This provides a good illustration of the fact that the immediate impact of a reduction in the denominator of the consumption equation tends to be countered by an increase in per capita consumption. It also draws attention to another critically important facet of population dynamics for both development and environmental outcomes that is usually neglected – urbanization.

Thirdly, the impact of fertility decline on global environmental problems is of the longer-term variety. Population inertia – which makes the number of current births dependent on the size of the female cohort born during the previous generation as much as on the present fertility rate – means that declining fertility does not have an immediate impact on population size. For this reason, reducing fertility NOW is very important for sustainability in future generations, but will not resolve the current predicament caused by the infringement of planetary boundaries by this and previous generations of consumers.

Fourth, the disturbing bottom line is that even if population growth rates were suddenly reduced and world population quickly stabilized in accordance with the lowest projections available, there still would not be room at the global consumer table for a substantial proportion of this contingent under current conditions.

The most urgent challenge of the current generation is how to improve the lives of the world’s majority that is still poor without creating a state shift and extrapolating planetary boundaries beyond redemption. Currently, it seems that the only way we know how to ‘develop’ is to incorporate people into the consumer market by using ever-larger quantities of nature’s resources. Since we are already overstepping Nature’s boundaries by more than 50%,¹ the prospect of tripling the number of consumers, even with somewhat better policies and technology, is extremely worrisome. Better than any other argument, it illustrates the futility of trying to fix the Planet’s serious ailments with Band-Aids and aspirins. As argued by prize-winning scientists in the Blue Planet - “There is an urgent need to break the link between production and consumption on the one hand and environmental destruction on the other”.²

¹ Global Footprint Network, 2014 (<http://www.footprintnetwork.org/en/index.php/GFN/>).

² Available at: <http://pt.scribd.com/doc/82268857/Blue-Planet-Synthesis-Paper-for-UNEP>.

Global governance and the SDGs

The 1990s marked a high point in the history of the United Nations as it staged a sequence of seven multilateral conferences to debate critical social issues facing humankind during the *détente*. Meanwhile, however, the real destiny of the world economy was being radically transformed behind closed doors and those decisions ended up deflating the brave social proposals and recommendations of the UN Conferences. The MDGs emerged, under Sachs' inspiration, as a stopgap proposal to fill this void. The UN convinced participating governments that progress would now depend on setting up specific goals and targets in the social domain and on measuring changes in each of these over a 15-year period. Focusing the attention of multilateral organizations and national development agencies on these indicators effectively defused discussion of more weighty matters related to the global political economy, or to the environmental and social bumps in the road that appeared during this period.

Some notable advances were made that can be attributed to the framework of the MDGs, particularly in the health area, but the results are less clear in more complex areas of development. Although Sachs attributes the recent declines in poverty and the improvements on other indicators to this initiative, the impact of the MDGs is likely to be considerably inferior to that wrought by a favorable moment in the global economy, which was itself due largely due to a miracle economic period in China. It is interesting that, given a second chance to influence global policy, Sachs now turns exactly to economic growth as the engine and centerpiece of his proposal. However, the chances of success under the SDGs are considerably lower than they were for the less ambitious MDGs. The world is facing serious and mounting problems in economic growth, social well-being and environmental sustainability. A NASA-funded study warns that “global industrial civilisation could collapse in coming decades due to unsustainable resource exploitation and increasingly unequal wealth distribution”.³ In this light, several critical topics – such as de-growth, throughput growth, entropy, consumerism, Piketty, military spending, Davos, the Arab Spring, fundamentalism, etc. – that are absolutely crucial to the present debate on planetary boundaries and social inclusiveness are glaringly absent from Sachs' encyclopedia.

Viewed in this context, the 2015 UN Sustainable Development Summit is, at best, an inadequate and equivocal approach to the resolution of humankind's major problems. At worse, the SDGs are deflecting attention from much more knotty problems of global governance. Signposts and roadmaps, as Sachs argues, can be useful in attaining certain measurable goals. However, the topics that need discussion are much more complex than the selection of adequate indicators to gauge some questionable progress on limited matters. Under the SDG format, countries and international organizations will again be put

³ *The Guardian*, 14 March 2014. Available at: <<http://www.theguardian.com/environment/earth-insight/2014/mar/14/nasa-civilisation-irreversible-collapse-study-scientists>>.

to work defining and gathering data on a greater or smaller number of partial indicators while critical issues in the world's political economy will continue to be ignored. Reliance on continued economic growth as the pathway to sustainability and inclusion underlies this effort, ensuring that we will further encroach on planetary boundaries in the near future. If such critical issues of global governance are not seriously debated in a United Nations context, where can the discussion take place?

References

STEFFEN, W. et al. Planetary boundaries: guiding human development on a changing planet. *Science*, v. 347, n. 6223, January 2015.

McNUTT, M. **The beyond-two-degree inferno**. 2015. Available at: <www.sciencemag.org>. Access on: July 3, 2015.

BARNOSKY, A. D. et al. Approaching a state shift in Earth's biosphere. *Nature*, v. 486, p. 52-58, June 2012.

TVERBERG, G. Eight pitfalls in evaluating green energy solutions. *Our Finite World*. November 18, 2014. Available at: <<http://ourfiniteworld.com/2014/11/18/eight-pitfalls-in-evaluating-green-energy-solutions/>>. Access on: July 3, 2015.

About the author

George Martine is a sociologist/demographer with a Ph.D from Brown University and M.A. from Fordham University. He is a former President of the Brazilian Population Association, Senior Fellow at the Harvard Center for Population and Development, Director of UNFPA's Technical Team for Latin America and the Caribbean and Director of the Institute for Society, Population and Nature, inter alia. He currently works as a consultant on issues of social development, population and environment.

Contact address

George Martine
SHIS QI 19/6/20
71655-060 – Brasília-DF, Brazil

Received for publication in 02/09/2015

Recommended for publication in 07/09/2015

Accepted for publication in 05/10/2015

A experiência vivida junto ao livro *Habitar em risco*

Ricardo Ojima*

MARANDOLA JR., E. **Habitar em risco**: mobilidade e vulnerabilidade na experiência metropolitana. São Paulo: Blucher, 2014. 248p.

O livro publicado por Eduardo Marandola Jr. em 2014 é resultado da revisão de sua tese de doutorado em geografia pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), defendida em 2008 e orientada pelo prof. Daniel Hogan. Trata-se do segundo livro da Coleção População e Sustentabilidade, da Editora Blucher, e que homenageia a trajetória acadêmica de Hogan nos estudos sobre População e Ambiente. Mas não seria justo se eu não me permitisse lançar mão da minha experiência ao longo dos anos em que convivi com as discussões e debates destes dois parceiros intelectuais. De certa forma, tento de maneira muito rudimentar aplicar aqui a metodologia utilizada pelo autor e que é descrita a partir da página 201 do livro. Enfim, esse texto é escrito na perspectiva de uma experiência que “envolve percepção, cognição, sensação representação e imaginação” (MARANDOLA JR., 2014, p. 201).

Foi ao longo dos anos de orientação da tese de Marandola Jr. que o debate sobre riscos e vulnerabilidades socioambientais proporcionou um conjunto de artigos, livros e capítulos sobre um tema que ainda não estava totalmente consolidado na literatura brasileira. Conceitos de origens diversas e abordagens múltiplas só poderiam ser enfrentados numa

* Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Natal-RN, Brasil (ricardo.ojima@gmail.com).

perspectiva interdisciplinar. Esse era o desafio posto por Daniel Hogan e que o autor do livro aceitou com sua tranquilidade e bom humor típicos. Foram inúmeros textos, debates, congressos, seminários e reuniões ao longo de quatro ou cinco anos de intensa eferescência intelectual da qual os colegas podiam compartilhar e aprender. Havia ali uma cumplicidade intelectual pouco comum nos meios acadêmicos e que muitas vezes causava uma ponta de inveja aos demais envolvidos naquele processo. Mas, ao final, existia ali uma parceria cordial e leve que transbordava inspiração para todo o grupo. E mais do que isso: esse grupo de pesquisa tornou-se o casulo protetor quando a referência já não mais estava presente.

Discutir a vida na metrópole não seria nada novo. Muitos pesquisadores desde Simmel (1902) já tinham percebido elementos distintivos nesse tipo de formação urbana moderna. O que o livro *Habitar em risco* traz de novo é uma abordagem para ajudar a compreender algumas das interfaces que permeiam as (in)certezas vividas na metrópole. Para tanto, o autor empreende uma perspectiva da experiência vivida de base fenomenológica, cuja análise não se limita ao local de moradia, abrangendo o complexo tecido estendido do habitar urbano no contexto da mobilidade metropolitana. A casa, que antes era um refúgio e símbolo de segurança, passa a ser apenas mais um dos contextos nos quais vivemos com medo. Viver na metrópole, portanto, é conviver com diversas vulnerabilidades simultâneas e sobrepostas.

A mobilidade urbana é hoje uma das grandes preocupações sociais e políticas. Portanto, sua compreensão não poderia se limitar ao físico, ao material, ao perceptível aos olhos. Mover-se dentro da metrópole é parte daquilo que constitui a própria metrópole. Ampliamos nossa mobilidade à força, como necessidade das estratégias de reprodução e produção social, e as nossas experiências vão além da casa e do trabalho. Multiplicamos o risco, recriamos nossas vulnerabilidades.

Para explorar essa trama de relações, o autor divide o livro em três partes. Na primeira, “Geografia do riscos”, são abordados com rigor os conceitos que, numa perspectiva interdisciplinar, precisariam ser discutidos. Resgatando o campo geográfico, Marandola Jr. mostra como o objeto analítico dos riscos e vulnerabilidades metropolitanos pode ser apreendido a partir de diversas áreas do conhecimento. Fica clara a influência de seu orientador na trajetória intelectual empreendida ao longo dos textos publicados em conjunto e se engana aquele que se deixa levar pelo título da seção, pois a geografia dos riscos serve aos interesses dos estudos do urbano/metropolitano e de suas vulnerabilidades e não é um tratado sobre geografia propriamente dito.

Trata-se de uma leitura atenta sobre os temas que cercam o debate sobre riscos, desde a sua gênese até a sua interpretação social. Para tanto, o autor lança mão de um conjunto de autores relevantes para a área de estudos que, com certeza, sintetizam parte expressiva dessa literatura de maneira convergente. Embora não seja o objeto do trabalho, mesmo o leitor que se interesse pela busca de indicadores de risco/vulnerabilidade e afins terá elementos para uma boa fundamentação conceitual de formas de mensuração de tais ideias.

Enfim, o autor avança sobre uma abordagem fenomenológica muito pouco explorada pela literatura brasileira e nos permite enxergar o mundo com o olhar diferenciado e, por isso, avança numa fronteira de conhecimento. Em um olhar-se de dentro para fora para pensar o que podemos entender dos riscos contemporâneos.

A segunda parte do livro, “Mobilidade e permanências”, aborda a necessidade de entender a metrópole a partir da região enquanto espaço vivido. Assim, a mobilidade passa para o centro do debate para configurar o contexto metropolitano, lançando mão do conceito de espaço de vida para integrar não apenas uma abordagem micro-macro, mas sobretudo quali-quantitativa para pensar o modo de vida metropolitano. A metrópole deve ser entendida, então, enquanto este complexo sistema de relações materiais e simbólicas que circundam o indivíduo ao longo de seus ciclos de vida, os quais favorecem o complemento e ampliação da experiência de vida na metrópole. A mobilidade aqui transgride o aspecto demográfico e parte para uma leitura da experiência vivida. Mas será que a demografia só se faz com aquilo que se pode mensurar numericamente? Não é nem de longe uma pergunta que o autor se debruça nesta obra, mas com certeza é uma resposta que um demógrafo que acompanha essa leitura buscará. Ou será que o imensurável não afeta a dinâmica populacional?

Sem escapar demais do tema do livro, fica clara a necessidade de se repensar o conceito de mobilidade sob uma leitura demográfica. Com certeza a mobilidade é um fenômeno de interesse demográfico, pois pode interferir diretamente nos componentes demográficos. Enfim, ao relacionar os espaços de mobilidade por meio dos ciclos de vida (que um demógrafo poderia aproximar por grupos de idade), já temos uma análise que pode ser apropriada nos estudos de população.

Assim, o lugar da segurança, onde se vive em um sistema de proteção, é fragmentado pela ampliação do contexto complexo e fragmentado da metrópole. E a mobilidade coloca as pessoas fora do eixo, fora do casulo. Assim, ao mesmo tempo que proporcionam uma ampliação de oportunidades de diversas perspectivas, as metamorfoses do espaço de vida ao longo do tempo também consolidam o contexto das incertezas e inseguranças. Portanto, entender o risco passaria pelo entendimento das formas de viver a cidade/metrópole. E isso ocorre de maneira distinta de acordo com ciclos de vida e seus contextos.

Por fim, a terceira parte do livro, “Habitar a metrópole”, coloca em evidência a aplicação dessas leituras conceituais. Por meio de uma abordagem com foco nas biografias, o fechamento do livro mostra a importância e a interlocução dos esforços teóricos construídos nas partes anteriores. A partir disso, o autor ilustra a abordagem que pretendeu enfatizar desde o início, mostrando com clareza a integração com as leituras teóricas na trajetória dos indivíduos que foram objeto do estudo. Assim, fica claro que é fundamental entender as experiências vividas pelo ser metropolitano para a compreensão dos fenômenos sociais e ambientais que cercam a vulnerabilidade, os riscos e as inseguranças metropolitanas.

Ao fim, o autor reconhece a necessidade de integração com metodologias combinadas de origem quantitativa. De fato, nenhum indicador deve ser confundido com o próprio

fenômeno que se pretende mensurar, portanto, não há metodologia de análise que seja mais verdadeira do que outra. Aqui fica a contribuição de um olhar novo para um problema que a visão tradicional parecia estar estagnada. E Daniel, ao perceber essa potencialidade, não apenas apoiou de forma sistemática ao longo destes anos, mas também, de modo perspicaz, colocou-a em confronto com outras áreas de conhecimento que tradicionalmente não traziam essa abordagem.

Foi nessa trajetória que aprendi, ainda amatoristicamente, como a interdisciplinaridade é muito mais do que juntar na mesma mesa pessoas de áreas de conhecimento distintas. São necessários esforço e, principalmente, boa vontade para sair da sua zona de conforto (ou da segurança que cria certezas, na perspectiva da obra) para reconhecer sua limitação em muitos conhecimentos. Na verdade, assim como o viver na metrópole, sair do seu casulo protetor é sentir-se inseguro e vulnerável. Portanto, o mais fácil é ignorar nossa limitação e recusar a necessidade de ampliar nossa experiência. Não é simples ser diferente disso, pois, nessa trajetória e na ampliação dos nossos espaços de vida, nos deparamos com desafios cada vez maiores e externalidades mais contundentes. Lidar com abordagens diferentes das nossas certezas é um esforço de humildade e, portanto, arriscaria dizer que a busca da interdisciplinaridade na ação individual do pesquisador é, principalmente, ser humilde.

Enfim, a publicação desse livro (assim como a Coleção) em homenagem ao prof. Daniel Hogan não é apenas uma referência à sua trajetória intelectual e ao seu legado. Na minha experiência, essa publicação é também uma homenagem ao significado das conversas e incentivos que ficaram como um legado intrínseco nas nossas trajetórias. A área de População, Espaço e Ambiente, no âmbito da Abep, sempre permitiu essa incorporação das divergências teóricas e isso se tornou responsável pelo amadurecimento rápido de uma área que não é nem de longe uma alusão ao ambientalismo radical, mas sim uma abordagem crítica das relações complexas da dinâmica demográfica.

Desafiar o conhecimento consolidado e estar atento às revoluções científicas eram características de Hogan que sempre nos inspiraram. Esse conjunto de publicações da Coleção População e Sustentabilidade tenta demonstrar isso. Escrever esse texto é, portanto, também um convite a essa reflexão. A experiência que tive não pode ser transferida, mas talvez possa ser inspiração para que se construa um espaço de vida desafiador reconhecendo humildemente nossas limitações para aprender com o estranhamento. Foi um prazer reler este trabalho concluído em forma de livro não apenas pelo fato de confirmar a capacidade de síntese e esclarecimento do autor, mas também por poder tornar público, aqui, parte das experiências que me fizeram chegar até aqui.

Sobre o autor

Ricardo Ojima é sociólogo e doutor em demografia pela Universidade Estadual de Campinas – Unicamp. Professor do Departamento de Demografia e Ciências Atuariais – DDCA, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN.

Endereço para correspondência

Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN
Centro de Ciências Exatas e da Terra – CCET, Departamento de Demografia e Ciências
Atuariais – DDCA
Avenida Salgado Filho, s/n, Lagoa Nova
59078-900 – Natal-RN, Brasil

Recebido para publicação em 06/09/2015
Recomendado para publicação em 29/10/2015
Aceito para publicação em 18/11/2015

INSTRUÇÕES E NORMAS PARA ELABORAÇÃO DE ORIGINAIS

Foco e escopo da revista

A *Revista Brasileira de Estudos de População* é um periódico semestral, composto por artigos inéditos, de reconhecido mérito científico, sobre demografia e população e desenvolvimento sustentável, assim como áreas afins que mantenham o diálogo com o escopo da revista.

A *Rebep* aceita manuscritos para publicação nas seguintes categorias:

- **artigos de revisão:** revisão crítica da literatura – *não somente revisões bibliográficas* – sobre temas no campo dos estudos populacionais e áreas correlatas (máximo de 10.000 palavras e cinco ilustrações);
- **artigos originais:** resultados de pesquisa empírica, teórica experimental ou conceitual (máximo de 8.000 palavras e cinco ilustrações);
- **nota técnica:** apresentação de análises prévias de pesquisas, cujos resultados sejam relevantes (máximo de 3.000 palavras e três ilustrações);
- **ponto de vista:** opinião qualificada sobre tema de relevância ou crítica a artigo publicado em fascículo imediatamente anterior (máximo de 3.000 palavras e duas ilustrações);
- **resenha:** revisão crítica de livros publicados nos últimos três anos (máximo de 3.000 palavras). As resenhas serão publicadas como tal ou como divulgação de livros por indicação da editoria da revista e aprovação do Comitê Editorial. Para ser considerada resenha, esta deve apresentar análise crítica sobre o livro e não apenas divulgação.
- **debate:** ensaios teóricos opinativos relacionados à discussão da dinâmica demográfica, seguidos de avaliações de autores convidados pelo editor e de resposta do autor do artigo principal (máximo de 8.000 palavras e cinco ilustrações).

Política de avaliação

As avaliações seguirão as éticas de avaliação duplo-cega.

Os textos submetidos serão enviados anonimamente a dois pareceristas, especialistas no tema, para avaliação criteriosa da sua qualidade. Em caso de divergência de opiniões, o artigo será enviado a um terceiro especialista. Os trabalhos que forem recomendados para publicação com revisão de conteúdo serão enviados novamente a dois pareceristas, de preferência os mesmos do processo inicial.

Cabe ao Comitê Editorial da *Rebep*, responsável pelo número específico da revista, a aprovação final de um artigo para publicação que tenha sido aprovado condicionalmente no processo duplo-cego. Cabe também ao Comitê Editorial o direito de fazer pequenas modificações no texto final, tabelas e figuras, para atender aos critérios editoriais da revista, que seguem as normas da ABNT.

Os autores comprometem-se a não enviar um artigo em avaliação a outras revistas por, pelo menos, três meses após o aceite da submissão. A desistência da submissão após este prazo deve ser registrada com notificação ao editor da revista.

O aceite da submissão de um manuscrito depende de avaliação do cumprimento dos requisitos de formatação e, principalmente, de uma análise inicial do Comitê Editorial sobre a aderência do manuscrito ao escopo da revista.

A partir de 1º de julho de 2015, seguindo os critérios adotados pelo SciELO, a *Rebep* passará a adotar a licença CC-BY. Esta licença da Creative Commons, com atribuição BY, significa que se dá direito “aos licenciados de copiar, distribuir, exibir e executar a obra e fazer trabalhos derivados dela, conquanto que deem créditos devidos ao autor ou licenciador, na maneira especificada por estes”. Para maiores detalhes acesse <<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>>.

Para obter as informações sobre a forma de crédito para reprodução de documentos publicados na *Rebep*, escreva para rebep@rebep.org.br.

Diretrizes para autores para preparação dos manuscritos

Resumo

O resumo é a apresentação concisa dos pontos relevantes do artigo, devendo ser fornecido tanto para os artigos de revisão quanto para os originais. Deve conter cerca de 200 palavras ou até 2.000 caracteres, incluindo espaço em branco, e seguir a norma da ABNT 6028 (um único parágrafo indicando o objetivo, o método, os resultados e a principal conclusão do documento).

O resumo deve ser enviado nos três idiomas: português, inglês e espanhol. As traduções devem ser fiéis ao resumo enviado no idioma original do artigo.

Palavras-chave

Deverão ser indicadas de três a seis palavras-chave (normas ABNT) no momento da submissão do artigo.

Formatação do texto

O manuscrito deve ser digitado em Word (versão 6.0 ou superior), com espaço duplo, utilizando-se fonte de letra Arial ou Times New Roman 12.

O manuscrito **não pode conter a identificação de nenhum dos autores**. Deve ter título, resumo, texto e referências bibliográficas, além de incluir todos os elementos gráficos no corpo do texto. Adicionalmente, os elementos gráficos/tabelas/mapas/quadros/figuras devem ser enviados em arquivos complementares (veja instruções a seguir).

- **Citações:** as transcrições no texto de até três linhas devem estar encerradas entre aspas duplas. As aspas simples são utilizadas para indicar citação no interior da citação. As transcrições com mais de três linhas devem ser evitadas e, quando necessárias, aparecem destacadas com recuo de 4 cm da margem esquerda, com tamanho de letra menor do que o utilizado no texto e sem aspas. Os indicadores de supressão de parte da transcrição e os acréscimos devem ser colocados entre colchetes. Utiliza-se o sistema autor-data-número da página entre parênteses para a identificação da fonte de citação (ABNT NBR 10520).
- **Notas explicativas:** são utilizadas para comentários, esclarecimentos ou explicações que não possam ser incluídas no texto. Devem ser mantidas ao mínimo e inseridas como notas de rodapé, em algarismos arábicos, com numeração única e consecutiva para todo o artigo (ABNT NBR 10520).

- **Elementos complementares:** tabelas, gráficos, figuras, mapas e quadros devem ser apresentados no texto, no local aproximado que deverão aparecer na publicação final, com numeração consecutiva e independente, em algarismos arábicos, cada qual identificado na parte superior pelo termo TABELA, QUADRO, GRÁFICO, MAPA ou FIGURA, seguido do seu número de ordem. As tabelas e quadros, de preferência, devem estar no formato de objeto e não como figuras no texto.
 - Os títulos dos elementos complementares devem identificar claramente o seu conteúdo, com a explicitação das variáveis e grupos populacionais referidos, com identificação do local e data/período a que se referem os dados. Os títulos dos eixos dos gráficos devem ser explicitados.
 - A fonte dos dados utilizados nesses elementos deve identificar claramente a base de dados, com informação sobre o produtor dos dados, a base especificamente e o(s) ano(s) de referência, seguindo as normas da ABNT. Mudanças feitas pelos autores nos dados podem ser indicadas em 'Nota', abaixo da fonte de dados, assim como a autorização obtida dos editores para reprodução de objetos tomados/adaptados de outras publicações. Supõe-se que os dados foram elaborados pelos autores, portanto, esta indicação de elaboração não deve constar nestes elementos gráficos/tabelas/mapas, etc.
 - Gráficos e tabelas devem ser enviados em formatos editáveis (não como figuras). Por exemplo, se gerados em planilhas de cálculo, devem ser enviados em um arquivo de planilha com cada elemento identificado da mesma forma que aparece no texto em Word. Gráficos que não foram gerados em planilha de cálculo devem ser enviados em formato EPS ou WMF com alta resolução. Mapas e fotos também devem ser enviados em formato EPS ou WMF. O título principal e fonte de dados não devem ser incluídos como parte destes elementos, mas sim de forma separada.
 - A publicação não é colorida, assim, elementos em cores serão transformados em tons de cinza. Aconselha-se que os originais já venham em tons de cinza quando possível.
- **Referências bibliográficas:** os elementos essenciais são autor(es), título, subtítulo (se houver), edição, local, editora, data de publicação, páginas e volumes (se houver) (ABNT NBR 6023).
 - Ao longo do artigo as referências devem aparecer com indicação do sobrenome do autor, data de publicação e número da(s) página(s) consultada(s). Havendo mais de um trabalho do mesmo autor no mesmo ano, utilizar a, b, c imediatamente após a data. Exemplo: (MORTARA, 1982a, p. 427).
 - Ao final do artigo as obras devem ser relacionadas em ordem alfabética pelo sobrenome (em caixa alta) do primeiro autor citado. Não há recuo da segunda linha em relação à primeira. A organização das referências deve obedecer às normas da ABNT, conforme o modelo a seguir.

Livro

SOBRENOME, inicial do prenome do(s) autor(es). **Título:** subtítulo. Número da edição. Local: Editora e ano de publicação. Ex.: NEWELL, C. **Methods and models in demography**. New York: Guilford Press, 1988.

Capítulo de livro

SOBRENOME, inicial do prenome do(s) autor(es). Título do capítulo. In: SOBRENOME, inicial do prenome do(s) autor(es) ou organizador(es) do livro. **Título:** subtítulo. Local: Editora, ano de publicação, páginas inicial-final do capítulo referenciado.

Ex.: ABOUZAHR, C. Maternal mortality overview. In: MURRAY, C. J. L.; LOPEZ, A. D. (Orgs.). **Health dimensions of sex and reproduction**. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1998, p. 111-164.

Artigo de periódico

SOBRENOME, inicial do prenome do(s) autor(es). Título do artigo: subtítulo. **Título do periódico**, número do volume, fascículo, páginas inicial-final do artigo referenciado, data de publicação.

Ex.: SCHELLEKENS, J. Family allowances and fertility: socioeconomic differences. **Demography**, v. 46, n. 3, p. 461-468, 2009.

Tese, dissertação e outros trabalhos acadêmicos

SOBRENOME, inicial do prenome do autor. **Título da tese.** Tipo de documento (tese, dissertação, trabalho de conclusão de curso, etc.), vinculação acadêmica, local e data de defesa.

Ex.: CURTIS, S. L. **Birth spacing, death clustering and infant mortality in Brazil**. Ph.D, University of Southampton, U.K., 1992.

Documentos em meio eletrônico

Obras de qualquer natureza consultadas *on-line* devem necessariamente apresentar as informações sobre o endereço eletrônico, apresentado entre os sinais < >, precedido da expressão "Disponível em:", e a data do acesso ao documento, precedida da expressão "Acesso em:".

Ex.: AHMAN, E.; DOLEA, C.; SHAH, I. The global burden of unsafe abortion in the year 2000. In: WHO – World Health Organization. **Health statistics and health information systems**. [S.d.]. Disponível em: <http://www.who.int/healthinfo/statistics/bod_abortions.pdf>. Acesso em: 8 mar. 2009.

Atenção: A *Rebep* não se responsabiliza pelas referências bibliográficas fornecidas pelos autores.

Observações

1. Os artigos devem ser encaminhados completos e definitivamente revistos. As provas serão revisadas pelo editor, com base no texto recebido, cabendo aos autores a responsabilidade pelo original enviado.
2. Todos os trabalhos aparecerão assinados, refletindo as opiniões de seus autores e não necessariamente as do Comitê Editorial ou da revista, mas o direito de cópia passará a ser da *Rebep* em caso de publicação do manuscrito. Qualquer autorização de reprodução, completa ou parcial, deve ser solicitada por escrito à revista.

rebep

Editora 2013-2016
Suzana Cavenaghi

Artigos
para publicação

CONTATO

Suzana M. Cavenaghi (ENCE/IBGE)

Revista Brasileira de Estudos de População

Rua André Cavalcanti, 106, sala 502

Bairro de Fátima - Rio de Janeiro - RJ

CEP 20231-050

Fone: (55-21) 2142.4691 ou 4689

rebep@rebep.org.br

A **Rebep** seleciona artigos enviados em fluxo contínuo. Também realiza chamadas para números temáticos e dossiês. Os artigos devem ser enviados conforme as instruções e normas no site da revista. Veja informações em:

www.rebep.org.br

rebep

também na
SciELO
Scientific Electronic Library Online

www.scielo.org/rbepop

Artigos

Economy, society and environment in the 21st century: three pillars or trilemma of sustainability?

George Martine and José Eustáquio Diniz Alves

Population transitions and temperature change in Minas Gerais, Brazil:

a multidimensional approach

Alisson F. Barbieri, Gilvan R. Guedes, Kenya Noronha, Bernardo L. Queiroz, Edson P. Domingues, José Irineu R. Rigotti, Glaucia P. da Motta, Flavia Chein, Francisco Cortezzi, Ulisses E. Confalonieri and Kenia de Souza

Projeção da mortalidade e internações hospitalares na rede pública de saúde atribuíveis à poluição atmosférica no Estado de São Paulo entre 2012 e 2030

Cristina Guimarães Rodrigues, Evangelina da Motta Pacheco Araújo Vormittag, Julia Affonso Cavalcante e Paulo Hilário Nascimento Saldiva

Simulação da quantidade máxima de domicílios permitida por quadras em Belo Horizonte

Glauco Umbelino e Clodoveu Davis Jr.

Impactos de desastres socioambientais em saúde pública: estudos dos casos dos

Estados de Santa Catarina em 2008 e Pernambuco em 2010

Luciana de Resende Londe, Victor Marchezini, Rodrigo Silva da Conceição, Katia Cristina Bortoletto, Ana Elisa Pereira Silva, Elisa Volker dos Santos e Regina Tortorella Reani

Distribuição da população e cobertura da terra: o lugar das Áreas Protegidas no Pará, Brasil em 2010

Álvaro de Oliveira D'Antona, Ricardo de Sampaio Dagnino e Maria do Carmo Dias Bueno

Ponto de Vista

Os 70 anos da ONU e a agenda global para o segundo quinquênio (2015-2030) do século XXI

José Eustáquio Diniz Alves

Sustentabilidad y equidad: reflexiones en torno a la agenda latinoamericana post 2015

Landy Sánchez Peña

About mitigation, adaptation and the UNFCCC's 21st Conference of the Parties

Susana B. Adamo

Notas de Pesquisa

Mudanças climáticas e mitigação no setor florestal: REDD+, políticas nacionais e desenvolvimento sustentável local na Amazônia Legal

Douglas Sathler, Susana B. Adamo e Everton E. C. Lima

Resenha

Reviving or interring global governance on sustainability? Sachs, the UN and the SDGs

The age of sustainable development

by SACHS, J. D.

George Martine

Divulgação de livros

A experiência vivida junto ao livro *Habitar em risco*

Habitar em risco: mobilidade e vulnerabilidade na experiência metropolitana

por MARANDOLA JR., E.

Ricardo Ojima

ISSN 0102-3098



9 770102 309004