

Ciência & Ambiente

DIVERSIDADE
ECONOMIA VERDE
INSUMO-PRODUTO
VALOR DE RECREAÇÃO
CRESCIMENTO ECONÓMICO
FELICIDADE NACIONAL BRUTA
ÁREAS NATURAIS PROTEGIDAS
CONTABILIDADE AMBIENTAL
RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA
SERVIÇOS AMBIENTAIS
PRODUÇÃO DE ÁGUA
DESACÓPLAMENTO
INDÚSTRIA LIMPA
USO DO SOLO

50

Economia Ecológica

- 3 APRESENTAÇÃO
- 5 A CONCEPÇÃO DE DESENVOLVIMENTO DO BUTÃO
UMA APLICAÇÃO INÉDITA DOS PRINCÍPIOS DA ECONOMIA ECOLÓGICA
Clóvis Cavalcanti
- 19 ALGUMAS QUESTÕES SOBRE A CONTABILIDADE AMBIENTAL
Paulo Gonzaga M. de Carvalho e Frederico Cavadas Barcellos
- 41 ECONOMIA SUSTENTÁVEL E MODELOS AMPLIADOS DE INSUMO-PRODUTO
Valny Giacomelli Sobrinho
- 53 DESACOPLAMENTO (*DECOUPLING*) ENTRE CRESCIMENTO ECONÔMICO E
DEGRADAÇÃO AMBIENTAL
Maria Amélia Enríquez
- 73 BRASIL, COMÉRCIO EXTERIOR E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL
UMA CONCILIAÇÃO POSSÍVEL?
Luciana Togeiro de Almeida e Marcelo Fernando Mazzero
- 89 PAGAMENTOS POR SERVIÇOS AMBIENTAIS NA CONSERVAÇÃO DA
BIODIVERSIDADE NA AMAZÔNIA
Jorge L. Vivian (in memoriam) e Peter H. May
- 101 PRODUÇÃO DE ÁGUA E ADEQUAÇÃO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO
Junior Ruiz Garcia e Ademar Ribeiro Romeiro
- 117 VALORAÇÃO ECONÔMICO-ECOLÓGICA DE SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS
ILUSTRAÇÃO PRELIMINAR PARA O CASO DO SOLO AGRÍCOLA DE ARARAS, SÃO PAULO
Daniel Caixeta Andrade, Ranulfo Paiva Sobrinho e Sérgio Gomes Tôsto
- 135 VALOR DE RECREAÇÃO DE UMA RESERVA NA MATA ATLÂNTICA
Ronaldo Seroa da Motta e Ramon Arigoni Ortiz

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA

REITOR	Paulo Afonso Burmann
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS	Irineo Zanella
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS	Sônia Terezinha Zanini Cechin
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS E HUMANAS	Mauri Leodir Löbler
EDITOR	Delmar Antonio Bressan
EDITORA CONVIDADA	Luciana Togeiro de Almeida
CONSELHO EDITORIAL	Beatriz Teixeira Weber Élgion Loreto José Newton Cardoso Marchiori Miguel Antão Durlo Ronai Pires da Rocha Ronaldo Mota Zília Mara Scarpari
CONSELHO CONSULTIVO	Alvaro Mones André Furtado Andrey Rosenthal Schlee Antonio Augusto Passos Videira Antonio Carlos Robert Moraes Aziz Nacib Ab'Sáber (<i>in memoriam</i>) Emilio Ulibarri Franz Andrae Luiz Antonio de Assis Brasil Marcelo Leite Pascal Acot
PREPARAÇÃO, TRADUÇÃO E REVISÃO DE TEXTOS	Zília Mara Scarpari
CAPA, EDITORAÇÃO DE TEXTO E PROGRAMAÇÃO VISUAL	Valter Antonio Noal Filho
IMPRESSÃO E ACABAMENTO	Gráfica Pallotti (Santa Maria)

ISSN 1676-4188

A revista *Ciência & Ambiente* é indexada ao
LATINDEX – Sistema Regional de Información en Línea
para Revistas Científicas de América Latina,
el Caribe, España y Portugal.

Ciência & Ambiente/Universidade Federal de Santa Maria.
UFSM - v. 1, n.1 (jul. 1990) - .- Santa Maria :

Semestral
n. 50 (jan./jun. 2015)

CDD:605 CDU:6(05)

Ficha elaborada por Marlene M. Elbert, CRB 10/951

Ciência & Ambiente

Prédio 13/CCNE – Sala 1122 – Campus Universitário – Camobi
97105-900 – Santa Maria – Rio Grande do Sul – Brasil
Fone/Fax: (55) 32208735 e (55) 32208915/ramal 30
ciencia.ambiente@ufsm.br – www.ufsm.br/cienciaambiente

O presente número da revista *Ciência & Ambiente*, dedicado à **Economia Ecológica**, reúne contribuições de renomados pesquisadores que trabalham temas complementares da relação entre economia e meio ambiente e, de modo geral, compartilham o mesmo referencial teórico. Encontram-se, aqui, desde reflexões mais abrangentes ou macroeconômicas até estudos mais recortados ou microeconômicos. Portanto, a edição oferece um rico panorama teórico-metodológico e de resultados de estudos empíricos aos leitores interessados na temática.

A abordagem da Economia Ecológica é apresentada logo no primeiro artigo, de autoria de Clóvis Cavalcanti, que discorre sobre a experiência de desenvolvimento do Butão como um caso aplicado de princípios desta escola de pensamento, a começar pela imperiosa necessidade de se operar uma escala de produção e consumo que respeite os limites ecossistêmicos. Os principais autores de referência da Economia Ecológica são citados neste artigo.

Em termos metodológicos, definir uma escala sustentável do sistema econômico exige novas ferramentas para se mensurar de forma integrada desempenho ambiental e macroeconômico do país, em particular, requer um novo Sistema de Contas Nacionais, tema discutido por Paulo Carvalho e Frederico Barcellos.

De modo semelhante, planejar a construção do desenvolvimento sustentável impõe desafios teórico-metodológicos na linha do que propõe Valny Giacomelli Sobrinho, que desenvolve um modelo ampliado de matriz insumo-produto, o qual permite uma análise combinada de elementos monetários (insumos e produtos econômicos) e físicos (insumos ambientais e resíduos).

Maria Amélia Enríquez insere a discussão sobre desenvolvimento sustentável no plano da Economia Política Internacional ao discorrer sobre a agenda privilegiada pelo Programa de Meio Ambiente das Nações Unidas (PNUMA) em torno da ideia de desacoplamento (*decoupling*) entre crescimento econômico e degradação

ambiental. A autora argumenta que essa é uma agenda posta tanto para países desenvolvidos quanto países em desenvolvimento e traz exemplos de experiências bem sucedidas nessa direção.

Os artigos seguintes analisam a situação ambiental do Brasil como um todo ou em áreas ou regiões específicas.

O perfil ambiental do comércio exterior brasileiro é analisado por Luciana Togeiro de Almeida e Marcelo Mazzero. As evidências empíricas encontradas pelos autores corroboram estudos anteriores que apontam vulnerabilidade ambiental desse padrão de comércio, ou seja, indicam que a inserção internacional do Brasil permanece desfavorável ao desenvolvimento sustentável do País.

O uso de métodos de valoração econômico-ecológica para embasar escolhas de políticas públicas no Brasil é o tema comum aos demais artigos desta edição, com atenção especial à valoração de serviços ecossistêmicos que serve de base para a implementação de sistemas de Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA).

Jorge Vivan (*in memoriam*) e Peter May analisam em detalhes as experiências com PSA na Amazônia brasileira e defendem seu uso desde que combinado a uma cesta de outros instrumentos flexíveis (*policy mixies*) de políticas públicas de conservação de recursos naturais. Ressaltam, sobretudo, a importância de uma abordagem integrada de políticas públicas de modo a superar a atual seto-

rização e competição entre políticas de desenvolvimento e conservação.

Junior Ruiz Garcia e Ademár Ribeiro Romeiro discorrem sobre o importante papel da agricultura na gestão de recursos hídricos, uma vez que essa atividade responde por grande parte da demanda por água, mas também porque pode contribuir no lado da oferta desse recurso. Recomendam mudanças nas práticas agrícolas aliadas a sistemas de PSA como o “Programa Produtor de Água” da Agência Nacional de Águas (ANA).

Uma proposta de valoração de serviços ecossistêmicos à luz da Economia Ecológica é deliberadamente o esforço empreendido por Daniel Caixeta Andrade em seu artigo, partindo de um exercício empírico de valoração do serviço de fertilidade natural e de regulação de água prestados pelo solo agrícola do município de Araras, São Paulo, no ano de 2007.

Por fim, o artigo de Ronaldo Seroa da Motta e Ramon Arigoni Ortiz traz um exercício empírico de valoração econômico-ambiental aplicado a uma reserva da Mata Atlântica (Reserva Natural Vale em Linhares, Espírito Santo). Os autores se valem especificamente do método de valoração contingente para estimar o valor de uso recreativo desse sítio. Trata-se de um trabalho alinhado à Economia Ambiental (na tradição da teoria econômica neoclássica), o que permite uma leitura comparada com a abordagem de valoração econômico-ecológica privilegiada nesta edição.

A CONCEPÇÃO DE
DESENVOLVIMENTO DO BUTÃO
UMA APLICAÇÃO INÉDITA DOS PRINCÍPIOS
DA ECONOMIA ECOLÓGICA

Clóvis Cavalcanti

A premissa do modelo butanês é a de que os sistemas humanos não podem ser isolados do ecossistema envolvente que lhes provê o suporte de vida e os recursos de que a economia necessita para existir e funcionar. O modelo tem como fim promover o que lá se denomina de *Felicidade Nacional Bruta* (FNB).

Segundo as regras do budismo, visa-se também o bem-estar de todos os seres sencientes. E levam-se em conta, de forma explícita, nos moldes do *full-cost*, todos os benefícios e custos decorrentes da atividade econômica.

Introdução

À medida que fui me familiarizando com as ideias de desenvolvimento nacional que orientam o Reino do Butão, me dei conta de que elas constituem uma inusitada aplicação do que o campo da Economia Ecológica (EE doravante), com o qual estou envolvido há mais de três décadas, concebe. Uma aplicação, ressalte-se, que não é cópia e possui traços originais, próprios de uma sociedade não ocidental e não-ocidentalizada. Na verdade, tentar promover a felicidade humana, respeitando os limites da natureza, é em suma o que a visão ecológica da economia tem em mira, como procurarei demonstrar neste trabalho.

Meu contato com o Butão é antigo. Em 1994, em San José da Costa Rica, na III Reunião Biental da Sociedade Internacional de Economia Ecológica (ISEE), encontrei um grupo de três autênticos participantes butaneses (tão autênticos que usavam trajes típicos), com quem conversei algumas vezes. Eu já lera sobre a visão de mundo incomum que orienta esse reino do Himalaia. Buscar a felicidade, como propunha há algum tempo o paradigma butanês, parecia-me uma proposta extraordinária. Ao mesmo tempo, o assunto da felicidade sempre foi motivo de questionamento no meu trabalho como economista. Tanto que, no dia 9 de dezembro de 1968, como paraninfo da turma de concluintes de economia da Universidade Federal de Pernambuco daquele ano, fiz um discurso cujo título era “Economia e Felicidade Humana: Ensaio de Quase Filosofia”¹. Por outro lado, eu já escutara Nicholas Georgescu-Roegen (G-R, daqui por diante, para abreviar) falando da lei da entropia e do processo econômico, em duas palestras que proferiu para minha turma de alunos de Mário Henrique Simonsen (1935-1997) no Centro de Aperfeiçoamento de Economistas, da Fundação Getúlio Vargas (FGV), no Rio, em julho de 1964. Depois, na Faculdade de Economia da Universidade de São Paulo (USP), em curso de economia regional que lá fazia, ministrado por Walter Isard (1919-2010) e seu grupo da Universidade da Pennsylvania, voltei a ser brindado por palestra de G-R, em julho de 1966. Em São Paulo como no Rio, seu assunto nuclear era a visão termodinâmica do processo econômico – com destaque para a Lei da Entropia –, algo inteiramente novo para mim, que da questão nada havia aprendido, seja na FGV, seja em Yale, mais tarde, onde obtive o mestrado de economia em 1965².

Minha percepção do enquadramento perfeito do paradigma de desenvolvimento do Butão no marco da EE foi

¹ O discurso nunca foi publicado, mas além de guardá-lo em forma datilografada, dois de meus alunos de 1968, Marcos Formiga e Jorge Jatobá, dispõem do texto original.

² Convivi ainda com G-R na Universidade de Vanderbilt (janeiro a março de 1970), onde eu era *visiting scholar*. Fui seu vizinho de sala no Departamento de Economia. Conversávamos quase diariamente. Ele me convidou a sua casa para jantar, uma vez. Em julho de 1973, traduzi uma conferência sua no Conselho de Desenvolvimento de Pernambuco (Condepe), no Recife, na presença dos diretores Everardo Maciel e Olímpio Galvão, do órgão.

inteiramente confirmada pelo admirável discurso de Jigmi Thinley, primeiro-ministro desse país, no Rio de Janeiro, no encerramento da XII Reunião Bienal da ISEE, dia 19 de junho de 2012³. Ela ficou ainda mais patente no documento do governo do Butão, *Wellbeing and Happiness: A New Development Paradigm. Proposal to Convene a Two-Year International Expert Working Group to Elaborate the Details of the New Paradigm, 2012-2014*⁴, estabelecendo um grupo de trabalho no qual tive a honra de ser incluído, cuja tarefa, a pedido da Organização das Nações Unidas (ONU), era detalhar o modelo butanês para que seja avaliado pelos Estados que a compõem. E que modelo é esse? Como diz o documento: “Em contraste com o presente sistema, baseado no PIB, o novo paradigma elevará a felicidade humana e o bem-estar de todas as formas de vida”. Fará isso “dentro dos limites planetários, sem degradação da natureza ou depleção dos preciosos recursos do mundo”. Com cuidados para que “os recursos sejam distribuídos de maneira justa e usados eficientemente”.

O paradigma de desenvolvimento do Butão

A premissa do modelo butanês é a de que os sistemas humanos não podem ser isolados do ecossistema envolvente que lhes provê o suporte de vida e os recursos de que a economia necessita para existir e funcionar, do mesmo modo que os serviços para absorção de seu lixo. O modelo tem como fim promover o que lá se denomina de Felicidade Nacional Bruta (FNB). Seguindo as regras do budismo, visa-se também o bem-estar de todos os seres sencientes. E levam-se em conta, de forma explícita, nos moldes do *full-cost*, todos os benefícios e custos decorrentes da atividade econômica.

Muito antes de a Economia Ecológica ter surgido formalmente, o Quarto Rei do Butão proclamou (ao ascender ao trono, muito jovem, aos 17 anos, em 1972) que “a Felicidade Nacional Bruta é mais importante do que o Produto Nacional Bruto”⁵. Com tais palavras, de modo revolucionário, ele colocou seu país no caminho de um desenvolvimento singular e holístico, procurando integrar desenvolvimento socioeconômico sustentável e igualitário com conservação ambiental. Assim, toda política de peso, pouco a pouco, passou a ser levada adiante no Butão, apenas se satisfizesse o teste do indicador de FNB. Tal foi o caso quando o Butão decidiu não entrar na Organização Mundial do Comércio (OMC). A possibilidade de entrada na OMC não se ajustava às exigências do modelo, conforme se constatou.

³ THINLEY, Jigmi Y. Statement at the Closing Session of the 2012 Conference of the International Society for Ecological Economics. Rio: Hotel Guanabara Palace, 19 de junho de 2012. Disponível em: http://www.footprintnetwork.org/images/article_uploads/Bhutan_Prime_Minister_Congratulates.pdf.

⁴ Disponível em: http://www.sustainable.unimelb.edu.au/files/mssi/Bhutan_Proposal-International-Expert-Working-Group_2012-14.pdf.

⁵ Ver URA, Dasho Karma *et al.* *A Short Guide to Gross National Happiness Index*. Thimphu: The Centre for Bhutan Studies, 2012. p. 6. Disponível em: <http://www.opbi.org.uk/wp-content/uploads/Ura-et-al-Bhutan-Happiness-Chapter.pdf>.

O Novo Paradigma de Desenvolvimento (NPD) do Butão remete à compreensão das relações entre o sistema econômico e a natureza, visando alcançar a felicidade humana dentro dos limites de matéria e energia de que se dispõe – exatamente como explicado por Herman Daly em 1973.⁶ Os resultados disso são evidentes, depois de três décadas de adoção do paradigma. Oferece-se saúde e educação de modo gratuito a toda a população butanesa, 99% de cujas crianças em idade escolar frequentam escolas. A esperança de vida butanesa duplicou em 40 anos. No Butão não há *outdoors* que promovam um consumo tolo; a propaganda de *junk food* e de bebidas alcoólicas é proibida, do mesmo modo que a venda de cigarros. O país tenta implantar contatos nacionais segundo o princípio do *full-cost*. Isso levará à adoção de políticas públicas mais consistentes na medida em que estas últimas terão base em informações mais completas e realistas, bem diferente de quando se depende apenas de grandezas proporcionadas pelo mercado, de poder sinalizador míope. O Butão visa também ser 100% orgânico em 2020. E sua Constituição, aprovada em 2008, estipula que 60% do território do país seja coberto de florestas – uma área que, hoje, na realidade, é de 80%, com 52% da área do país destinada a reservas naturais.⁷

O referencial da Economia Ecológica

Que o Butão se vale da Economia Ecológica para estruturar sua compreensão do processo econômico e formular um paradigma de desenvolvimento totalmente novo e corajoso é evidente, a partir do contato com a literatura que o governo do país tem produzido sobre o assunto. Contudo, a evidência se torna eloquente, sem margem a qualquer dúvida, quando se lê o texto do inteligente discurso que o primeiro ministro butanês, Jigmi Thinley, pronunciou no Rio de Janeiro, em 19 de junho de 2012, na sessão de encerramento da Conferência ISEE 2012 – a que assisti.⁸ O pronunciamento em causa começa elogiando a concessão pela ISEE, de sua máxima láurea, o Prêmio Kenneth E. Boulding, aos pais da ferramenta da pegada ecológica, William Rees e Mathis Wackernagel, dois membros da mesma sociedade. Salienta que o propósito do galardão é recompensar aqueles que deram contribuição original e seminal para maior compreensão “das interfaces entre as dimensões sociais, ecológicas, éticas, econômicas e políticas de nosso mundo”. Para Thinley, em total sintonia com o pensamento ecológico-econômico originário, a pegada ecológica é certamente um dos instrumentos de medição e comunicação

⁶ DALY, Herman. Introductory Essay. In: DALY, Herman. (Org.). *Toward a Steady-State Economy*. San Francisco: W. H. Freeman Co., 1973. p. 8.

⁷ Dados completos sobre a realidade butanesa estão no site: <http://www.bhutanstudies.org.bt/>.

⁸ THINLEY, Jigmi Y. Statement at the Closing Session... *Op. cit.*

mais importantes e influentes deste século. O chefe de governo butanês foi mais além, sublinhando que o trabalho da EE deveria ser a referência primária da cúpula – a Rio +20 – que se iniciaria no dia seguinte ao de sua fala. Para ele, diante da crise planetária e da inquietação suscitada por um momento de ameaça à sobrevivência humana na Terra como agora⁹, é indispensável entender que a economia não passa de um subsistema aberto do ecossistema global, submetida aos limites que a natureza impõe. Isso é exatamente o que postula a Economia Ecológica, a partir do que foi convincentemente demonstrado por Georgescu-Roegen (1906-1994) em 1971.¹⁰ O primeiro ministro avançou ainda mais, declarando:

*Na verdade, não consigo pensar em um campo de estudo que possua maior capacidade de persuadir e adular governos para que ajam responsabilmente do que o campo próprio de vocês [Economia Ecológica], e isso é o motivo por que estou tão honrado em me achar com vocês hoje. Eu iria mais longe, a ponto de dizer que nós, políticos, não podemos agir sem vocês! O trabalho de vocês, literalmente, é o alicerce e a credibilidade sobre os quais necessitamos nos erguer para justificar economicamente a proteção ambiental, para demonstrar o valor inestimável de nossos escassos recursos e para focalizar os verdadeiros benefícios e custos da atividade econômica.*¹¹

Já no fim do pronunciamento, mais uma vez, foi taxativo: “está claro que a economia ecológica é um fundamento central do novo paradigma de desenvolvimento de que o mundo tão urgentemente necessita e que meu país se acha agora ativamente promovendo”.

Consequentemente, o modelo rejeita o paradigma convencional da economia e sua proposta de crescimento infinito do sistema econômico. Isso, precisamente, foi o que Thinley expôs em New York, dia 2 de abril de 2012, durante reunião convocada pelo Butão, nas Nações Unidas, para apresentação do NPD. Suas palavras, de uma nitidez incontrastável e grande ousadia, foram: “O modelo de desenvolvimento puxado pelo PIB, que obriga a crescimento sem limites num planeta com recursos limitados, não faz mais sentido econômico. Ele é a causa de ações irresponsáveis, imorais e autodestrutivas”¹².

Vale ressaltar os esclarecimentos de Thinley para a classificação impiedosa que ele fez do paradigma de veneração do PIB. O modelo é *irresponsável*, segundo ele – coberto de razão, acrescento – porque extraímos, produzimos, consumimos, descartamos e desperdiçamos cada vez mais, mes-

⁹ Ver, a respeito, EHRLICH, Paul & EHRLICH, Anne. Can a Collapse of Global Civilization Be Avoided? *Proc. R. Soc. B (Biological Sciences)*, 2013, 280, 2012 2845. Disponível em rspb.royalsocietypublishing.org.

¹⁰ GEORGESCU-ROEGEN, Nicholas. *The Entropy Law and the Economic Process*. Cambridge, Mass., EUA: Harvard University Press, 1971.

¹¹ THINLEY, Jigmi Y. Statement at the Closing Session... *Op. cit.*

¹² THINLEY, Jigmi Y. Discurso na reunião sobre “Bem-estar e Felicidade: Definindo um Novo Paradigma”, New York, ONU, 2.4.2012. Disponível em <http://www.cabinet.gov.bt/?p=737>.

mo sabendo que os recursos naturais rapidamente se esgotam. É como procura mostrar, de modo sucinto, a figura 1: extrai-se, produz-se, descarta-se, ou seja, cava-se buraco, de um lado, e cria-se um monte de detritos, de outro, depois de usados e jogados fora os recursos – o buraco e o monturo, em muitos casos, sendo eternos, irreversíveis e sem que parem de crescer. O modelo do PIB é imoral e antiético para Thinley porque, havendo consumido muito além de nosso quinhão da riqueza natural, “nossa devassidão temerária”, em meio a desigualdades excessivas, se nutre do que pertence a gerações ainda por nascer. Finalmente, o caráter autodestrutivo da fixação no PIB, ajudado pela tecnologia, está provocando o colapso de nossos sistemas de sustentação da vida. Tem sido essa precisamente a reflexão por detrás da formulação do campo de conhecimento da EE, elaborada por Georgescu-Roegen, o pioneiro e inspirador da disciplina, por seu orientado do Ph.D, Herman Daly, por Martínez Alier, Malte Faber, Robert Costanza, Cutler Cleveland, John Proops.¹³

¹³ Ver: GEORGESCU-ROE-GEN, N. *Op. cit.*; DALY, H. *Op. cit.*; ALIER, Joan Martínez & SCHLUEPMANN, Klaus. *La Ecología y la Economía*. México: Fondo de Cultura Económica, 1991; FABER, M.; MANSTETTEN, R. & PROOPS, J. *Ecological Economics: Concepts and Methods*. Cheltenham, UK: Elgar, 1996; COSTANZA, R. (Org.). *Ecological Economics: The Science and Management of Sustainability*. New York: Columbia University Press, 1991. CLEVELAND, C. & RUTH, M. Capital Humano, Capital Natural e Limites Biofísicos no Processo Econômico. In: CAVALCANTI, Clóvis (Org.). *Meio Ambiente, Desenvolvimento Sustentável e Políticas Públicas*. São Paulo: Cortez Editora, 1996, p. 131-164.

¹⁴ DALY, Herman. Introduction to the Steady-State Economy. In: DALY, Herman. (Org.). *Economics, Ecology, Ethics: Essays Toward a Steady-State Economy*. New York e San Francisco: WH Freeman and Company, 1980. p. 1-37.

¹⁵ DALY, Herman. Introduction to the Steady-State Economy. *Op. cit.*

¹⁶ Capital, terra, trabalho.

¹⁷ Alimentação, vestuário, abrigo, etc.

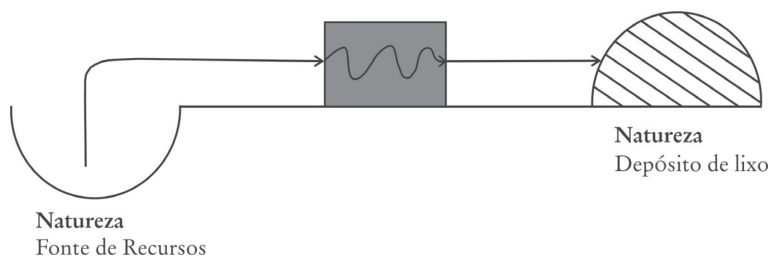


Figura 1: Modelo extrair-produzir-descartar

Ao dizer-se devedor da EE, em seu discurso do Rio, Thinley não menciona G-R. Mas certamente está nele respaldado e ainda na introdução de Daly ao livro por este organizado em 1980¹⁴ (o qual amplia seu outro, *Toward a Steady-Sate Economy*, de 1973¹⁵). Na introdução à economia do *steady-state*, Daly esclarece que, “No sentido mais amplo, o problema econômico derradeiro da humanidade é usar os meios últimos a serviço do Último Fim”. Ele sai das limitações do modelo econômico que define a ciência da economia como alocação de meios (intermediários¹⁶) escassos para fins (instrumentais¹⁷) múltiplos, introduzindo a dimensão negligenciada pelos devotos do PIB, dos últimos fins (o sentido e gozo da vida, a felicidade humana) e dos meios primordiais (matéria e energia, de que se constitui tudo o que há no universo). O modelo de Daly, por mim adaptado, é exibido na figura 2.

mos ou absolutos do espectro; eles se posicionam bem acima ou bem abaixo dela. A ligação da atividade da economia é com meios e fins intermédios. Dessa forma, sugere Daly²⁰, a economia “falsamente supôs que pluralidades, relatividades e substituibilidades intermediárias entre fins concorrentes e meios escassos representassem o espectro inteiro”. Segundo ele, limites absolutos não figuram no paradigma dos economistas porque absolutos são encontrados somente no confronto com os polos últimos do espectro. Ademais, a economia-ciência convencional não questiona a natureza de meios e fins, daí não cuidando de verificar os limites tanto do *possível* (questão de que a Física trata) quanto do *desejável* (que recai no campo da Ética, da Religião, da Metafísica).

Termodinâmica, felicidade e gozo da vida

Ao enunciar que a economia não passa de um subsistema aberto do ecossistema global (o qual é termodinamicamente fechado), submetida, aquela, pois, a limites ditados pela natureza, o primeiro ministro butanês, em seu discurso do Rio, ecoou o pensamento tanto do pai da Economia Ecológica, G-R, quanto dos que, como eu, o acompanham. De fato, como é por G-R explicado de forma rigorosa, o que os economistas convencionais concebem é que o sistema econômico é um sistema isolado, autocontido e a-histórico – configurado por um fluxo circular entre produção e consumo, sem entradas e sem saídas no sistema, conforme se expõe em qualquer livro-texto com o gráfico do “fluxo circular da riqueza”²¹. A ciência da economia não oferece qualquer sinal de reconhecimento do papel dos recursos naturais no processo econômico, sublinha G-R, que conclui:

Se a economia considerasse a natureza entrópica do processo econômico, poderia ter sido capaz de alertar seus companheiros de trabalho no aprimoramento da humanidade – as ciências tecnológicas – de que “maiores e melhores” máquinas de lavar, automóveis e superjatos conduzem necessariamente a “maior e melhor” poluição.²²

Nesse sentido, o modelo da FNB e NPD, de um lado, e a EE, de outro, convergem na crítica dura à economia convencional. Crítica acentuada por G-R ao mostrar que o modelo convencional ignora as leis da termodinâmica, as quais definem todos os processos de transformação energética do universo. É aqui que G-R ressalta que, em essência, e do ponto de vista material, o processo econômico consiste na transformação de matéria e energia de baixa entropia em

²⁰ DALY, Herman. Introduction to the Steady-State Economy. *Op. cit.*, p. 10.

²¹ GEORGESCU-ROEGEN, Nicholas. *Op. cit.*, p. 2.

²² GEORGESCU-ROEGEN, Nicholas. *Op. cit.*, p. 19.

²³ GEORGESCU-ROEGEN, N. *Op. cit.*, p. 18.

²⁴ GEORGESCU-ROEGEN, N. *Op. cit.*, p. 318.

²⁵ ALIER, Joan Martínez. *De la Economía Ecológica al Ecologismo Popular*. 3.^a ed. (a 1.^a ed. é de 1992), Barcelona: Icaria Editorial, 1995, p. 27.

²⁶ GEORGESCU-ROEGEN, N. *Op. cit.*, p. 18.; p. 282.

²⁷ GEORGESCU-ROEGEN, N. *Op. cit.*, p. 282.

²⁸ GEORGESCU-ROEGEN, N. *Op. cit.*, p. 287.

²⁹ GEORGESCU-ROEGEN, N. *Op. cit.*, p. 287.

³⁰ GEORGESCU-ROEGEN, N. *Op. cit.*, p. 284.

³¹ GEORGESCU-ROEGEN, N. *Op. cit.*, p. 52.

³² GEORGESCU-ROEGEN, N. *Op. cit.*, p. 79.

matéria e energia de alta entropia, ou seja, transformação de riqueza em *waste* (lixo).²³ Resulta daí que, quanto mais rápido for o processo econômico, tanto mais depressa sujeira se acumulará.²⁴ No entanto, ressalva o fundador da EE – que Joan Martínez Alier classifica como o principal expoente da crítica ecológica da economia²⁵ –, “seria extremamente absurdo pensar que o processo econômico só exista para produzir lixo”. Sua ressalva, que ele diz irrefutável, “é de que o produto verdadeiro desse processo é um fluxo imaterial, de gozo da vida”²⁶. Sem introduzir em nosso “*armamentarium*” o conceito de *enjoyment of life*, que não possui dimensão física e, portanto, pode crescer sem limites, no entender de G-R, não estaríamos no mundo econômico. É o gozo da vida ou a alegria de viver que representa a diferença entre o processo econômico “e a marcha entrópica do ambiente material”²⁷, explicada pela termodinâmica. Assim, G-R propõe a hipótese de que tudo o que sustenta o *life enjoyment*, direta ou indiretamente, pertence à categoria de valor econômico.²⁸

Aproveita para enfatizar que essa categoria “não é passível de mensuração no estrito sentido do termo”²⁹. No raciocínio de G-R, com efeito, a intensidade do fluxo do gozo da vida em um instante do tempo não parece que seja uma entidade mensurável, “nem mesmo no sentido ordinal”³⁰. Tal declaração equivale à não aceitação do princípio da maximização do gozo da vida ou, o que seria o mesmo, da maximização da felicidade: haveria sempre a possibilidade de se ultrapassar o último degrau alcançado. Crescimento perene, sustentável, pois, *ad infinitum*, cabe nessa dimensão – mas apenas nela, por sua imaterialidade. Um ponto de interesse do raciocínio de G-R e que serve para a compreensão do enquadramento da FNB na moldura da EE diz respeito ao que G-R chama de “aritmomania”³¹: o fato de a complexa noção de desenvolvimento econômico ter sido reduzida a um número, o PIB – ou renda – *per capita*. Como lembra, “nos últimos duzentos anos, voltamos todos os nossos esforços para entronizar uma superstição tão perigosa quanto o animismo de antigamente: a do “Onipotente Conceito Aritmomórfico”³².

Especificidades do paradigma butanês

Uma ideia que, compreensivelmente, tem recebido mais atenção nas discussões da EE consiste em mostrar que a realidade de “mundo cheio” de 2013 (um planeta de 7,2 bilhões de pessoas e PIB global de 72 trilhões de dólares) contrasta intensamente com a de “mundo vazio” de, por

exemplo, 1900, quando havia 1,5 bilhão de habitantes e PIB de 1,5 a 2 trilhões de dólares no planeta. Esse intenso contraste seria razão suficiente para justificar a relevância da visão de mundo proposta pela EE, a qual leva em conta os limites inflexíveis da natureza, recusando-se, em contrapartida, a da economia *standard*, que os ignora completamente. Faria muito mais sentido, na verdade, raciocinar agora com a “economia da espaçonave” do que com a economia do “caubói”, da sugestiva dicotomia criada por Kenneth Boulding (1910-1993)³³, outro expoente da crítica ecológica da economia. Está em jogo, no caso, a questão relativa à escala do sistema econômico que cabe no ecossistema que o contém – algo como saber quantas pessoas podem voar seguras num avião A-320 – 200 ou 1.200? Não é qualquer escala que serve. Com esse pano de fundo, Robert Costanza e colaboradores escreveram relatório preciso para a ONU na antecipação da Rio+20, o qual adaptaram para o informe *State of the World 2013*, do Worldwatch Institute.³⁴ No estudo, explicam como fica a realidade do desenvolvimento no quadro do que chamam de “economia-na-sociedade-na-natureza”. O trabalho de um colaborador de Costanza, Joshua Farley, apresentado na ISEE 2012 (“Human Behavior, Economic Institutions and the Challenges of a Full World”), insere-se no mesmo marco.

Contudo, não é isso o que parece estar nas origens da EE. G-R simplesmente explicava que a economia é regida, como tudo o mais no meio físico, sem exceção, pelas leis da termodinâmica – e ponto. O modelo do Butão tem apoio no mesmo raciocínio. Dele, é possível dizer-se que segue bem mais um padrão de “mundo cheio”, apesar de que a condição do país o enquadre melhor na de “mundo vazio” (no país vivem 19 hab/km² – contra 142 na China e 21 no Brasil). Tão vazio que não possui um só semáforo. O discurso de Jigmi Thinley na ISEE 2012 tende a demonstrá-lo:

*Eu uso regularmente os resultados da Pegada [Ecológica] nos meus próprios pronunciamentos e, na verdade, apóio-me nessa informação para entender e comunicar o impacto devastador dos atuais padrões de consumo sobre os limitados recursos do mundo, e para solicitar políticas mais sustentáveis... [A Pegada Ecológica nos proporciona] ter noção do valor de cada recurso que consumimos e de cada nuança de nossos comportamentos e estilos de vida.*³⁵

Essa consciência de limites, à la G-R, se estende a todo o discurso. Nele, o governante butanês reforça a necessidade de se desmantelar o consumo excessivo; de se banir a publi-

³³ BOULDING, K. The Economics of the Coming Space-ship Earth. In: JARRETT, H. (Org.). *Environmental Quality in a Growing Economy*. Baltimore: Resources for the Future/Johns Hopkins University Press, 1966, p. 3-14.

³⁴ COSTANZA, Robert *et al.* Building a Sustainable and Desirable Economy-in-Society-in-Nature. Worldwatch Institute. *State of the World 2013. Is Sustainability Still Possible?* Washington, D. C.: Island Press, 2013. cap. 11.

³⁵ THINLEY, Jigmi Y. Statement at the Closing Session... *Op. cit.*

cidade dirigida a crianças; de se eliminarem subsídios que levam a maior uso de combustíveis fósseis. Pede que se elimine qualquer ajuda via deduções de impostos à promoção de negócios. Advoga a reforma tributária que penaliza a poluição, coíbe as emissões de carbono e a depleção de recursos e do capital natural. Tudo exatamente como G-R o veria; como Daly sempre propôs; como Costanza *et al.* expõem agora³⁶. Essa é a ortodoxia primordial da EE, que independe de mundo vazio ou mundo cheio.

O NPD butanês, assim, tem tudo a ver com o modelo de G-R. Ademais, não se trata propriamente, como indicou Eric Zencey³⁷, de se contemplar o potencial de uma união entre a FNB e a Economia Ecológica. A EE esteve desde sempre no âmago do Novo Paradigma de Desenvolvimento, do Butão. Faz parte intrínseca dele. A parceria, consciente ou não, com o NPD sempre existiu. Não obstante – e isso deve ser notado –, o Reino do Butão, seguindo as tradições do budismo que lhe dão forma, de modo natural oferece um paradigma de desenvolvimento que não faz esforço algum para representar adesão a uma versão ocidentalizada da crítica ecológica da economia que a EE significa. O país tem, de fato, suas especificidades – que não são banais. Da especificidade do budismo, convém lembrar, se extrai a noção de que a essência da civilização não está na multiplicação de desejos, mas na purificação do caráter humano, como lembra Schumacher³⁸. E o Butão é um país budista, conforme está inscrito (artigo 3.^o) na Constituição do Reino, de 2008 (que aceita também a prática de outras religiões). O budismo não compartilha um critério de sucesso da moderna economia como o ditado pela quantidade de coisas produzidas – o PIB³⁹ – que, de seu ponto de vista, significa considerar os bens como algo mais importante que as pessoas e todos os seres sencientes. Uma ciência budista da economia, por sua vez, visaria o estudo sistemático “de como se atingir dados fins com mínimo de meios”⁴⁰. Em outras palavras: máximo de bem-estar com mínimo de consumo. Isso remete à questão do prazer da vida, da felicidade, um assunto de que G-R tratou também quando aludiu, por exemplo, ao valor do consumo para o *enjoyment of life*.

O que, no fundo, tem a ver com a felicidade, ou seja, com o sentido do NPD. Na perspectiva da Economia Ecológica, explicam Costanza *et al.*: “Quando o PIB aumenta mais depressa do que a satisfação da vida, a eficiência cai. O fim da economia ecológica deveria ser minimizar o PIB, sob a condição de se manter uma alta e sustentável qualidade de vida”⁴¹. Para o budismo, não se trata de evitar a queda da

³⁶ COSTANZA, R. *et al.*, *Op. cit.*

³⁷ The Partnership of GNH and Ecological Economics. Thimphu, Butão, 5.2.2013, comunicação aos membros do International Expert Working Group do Butão.

³⁸ SCHUMACHER, E. F. Buddhist Economics. *Resurgence*, v. 1, n. 11, jan.-fev. 1968. In: DALY, Herman (Org.). *Economics, Ecology, Ethics: Essays Toward a Steady-State Economy*. New York e San Francisco: WH Freeman and Company, 1980. p. 140.

³⁹ Como bem exprimiu DALY, H. Introduction, *Op. cit.*, p. 10: “The growth economists’ vision is one of continuous growth in intermediate means (unconstrained by any scarcity of ultimate means) in order to satisfy ever more intermediate ends (unconstrained by any impositions from the Ultimate End). Infinite means plus infinite ends equals growth forever”. A fantasia moderna!

⁴⁰ DALY, H. *Op. cit.*, p. 143.

⁴¹ COSTANZA, R. *et al.*, *Op. cit.* p. 14.

eficiência em si, mas de se levar a pessoa a um despertar espiritual intenso, à purificação de seu caráter. A discussão sobre o tema é ampla. Proporciona pensar na natureza do Fim Derradeiro: em que consiste realmente esse fim? São Tomás o tratava como o *summum bonum* – o bem supremo. No hinduísmo, para expressá-lo, concebe-se o nirvana (um termo que é budista); no zen-budismo, o satori. Talvez por brincadeira, mesclada com súbita e profunda inspiração, o Quarto Rei do Butão saiu-se com a expressão Felicidade Nacional Bruta (abreviadamente, GNH, do inglês *Gross National Happiness*). Ele já tinha falado na felicidade como propósito, em lugar do PIB quando assumiu o trono na morte do pai, em 1972. Mas foi em Mumbai, em 1979, voltando de uma conferência em Havana de países não-alinhados, ao ser abordado por um repórter que, meio maldosamente perguntou “Qual a importância do PIB do Butão?”, que o rei respondeu: “Não acreditamos no produto nacional bruto porque a felicidade nacional bruta é mais importante”⁴².

Ora, G-R já tinha afirmado que “é tão absurdo pensar em um indivíduo que prefira ser menos feliz quanto imaginar um quadrângulo com cinco lados”⁴³. A felicidade guia os humanos. Porém, para G-R, a economia convencional não está preocupada com seres humanos e “tira especial orgulho de um mundo sem gente”⁴⁴. Não cabe nela a dimensão qualitativa do sumo bem. Na linha de G-R, para seus seguidores, o crescimento (como qualquer outra coisa), mesmo assegurado do prisma biofísico, só faz sentido se estiver de acordo com orientações ditadas por uma base moral. Schumacher é feliz a esse propósito quando acrescenta: “O que interessa... não é nossa competência *técnica*, e sim nosso sistema de valores e os fins e objetos que estamos perseguindo”⁴⁵. Procurar a felicidade, não um conceito mentiroso como o do PIB, faz parte da natureza do ser humano. É assim desde Aristóteles e o cristianismo autêntico, que formulam um conceito de riqueza como meio para se alcançar um fim elevado.⁴⁶ Entre povos tradicionais e indígenas não parece ser diferente.⁴⁷

Assim, faz todo sentido saber que a meta última que norteia as mudanças sociais, econômicas e políticas no Butão é a Felicidade Nacional (ou Interna) Bruta. Foi isso o que afirmou o Quarto Rei, ao proclamar que uma economia baseada na FNB significa a criação de uma *sociedade iluminada*, na qual a *felicidade* e o bem-estar de todas as pessoas e de *todos os seres sencientes* é o propósito último da governança. Essas ideias revelam a forte dimensão da espirituali-

⁴² Ver: <http://asiancorrespondent.com/107269/bhutan-becomes-happiness-lab-for-western-economists/>. Ver também URA, Dasho Karma *et. al.*, *Op. cit.*, p. 6.

⁴³ GEORGESCU-ROEGEN, N. *Op. cit.*, p. 323.

⁴⁴ GEORGESCU-ROEGEN, N. *Op. cit.*, p. 343. Na suas palavras em inglês: “a manless picture”.

⁴⁵ SCHUMACHER, E. F. *The Age of Plenty: A Christian View*. Panfleto, Edinburgo: Saint Andrew Press, 1974. In: DALY, Herman (Org.). *Economics, Ecology, Ethics: Essays Toward a Steady-State Economy*. New York e San Francisco: WH Freeman and Company, 1980. p. 131.

⁴⁶ SKIDELSKI, Robert & SKIDELSKI, Edward. *How Much is Enough? The Love of Money, and the Case for the Good Life*. Londres: Penguin Books, 2012. p. 12

⁴⁷ CAVALCANTI, Clóvis. Economic Thinking, Traditional Ecological Knowledge and Ethnoeconomics. *Current Sociology*, v. 50, n. 1, jan. 2002, p. 39-55.

⁴⁸ URA, Dasho Karma. *Gross National Happiness and Buddhism*. Disponível em: http://www.kosei-shuppan.co.jp/english/text/mag/2007/07_101112_10.html

Clóvis Cavalcanti é economista ecológico, presidente de honra da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica (EcoEco), presidente-eleito da Sociedade Internacional de Economia Ecológica (IFEE), professor aposentado da Universidade Federal de Pernambuco e pesquisador sênior aposentado da Fundação Joaquim Nabuco, Recife, Brasil.

cloviscavalcanti.tao@gmail.com

dade no paradigma concebido pelo Butão. No âmbito da FNB, ela participa intrinsecamente da concepção do desenvolvimento. É como sublinha Karma Ura: “Se o crescimento material solapar o arcabouço espiritual da sociedade e seus valores de compaixão e integridade, então não terá havido desenvolvimento”.⁴⁸ Todas essas coisas dizem respeito ao fato de que se tem um propósito na vida muito além do material e que a linguagem da sabedoria espiritual deve orientar todas as escolhas do progresso desejado. Felicidade, sociedade iluminada, todos os seres sencientes (que, no budismo, são considerados “pequenos Budas”), sabedoria espiritual e mais outros elementos do NPD do Butão fazem dele uma versão do modelo da EE que vai bem mais além do componente biofísico. É Economia Ecológica – e muito mais.

ALGUMAS QUESTÕES SOBRE A CONTABILIDADE AMBIENTAL

Paulo Gonzaga M. de Carvalho
Frederico Cavadas Barcellos

O sistema de Contas Nacionais, que mensura os principais agregados macroeconômicos de um país e seu inter-relacionamento, merece discussões aprofundadas, tanto do ponto de vista metodológico, quanto de sua utilização em políticas públicas. É importante compreender, por exemplo, o contexto histórico em que a contabilidade ambiental se desenvolve, bem como as alterações introduzidas nas versões 2003 e 2012 de seu manual de contas, para a análise dos questionamentos aqui apontados. Trata-se de algumas limitações da contabilidade nacional frente à necessidade de se incorporar em seus agregados a degradação ambiental e a depleção dos recursos naturais.

Introdução

O Sistema de Contas Nacionais objetiva mensurar os principais agregados macroeconômicos de um país e seu inter-relacionamento, de forma a retratar o desempenho da economia nacional. A primeira proposta de um Sistema de Contas Nacionais (SCN) foi aprovada em 1953 e sua metodologia foi estabelecida sob a liderança das Nações Unidas. Desde então, o sistema vem sendo aperfeiçoado através de diversas revisões (1960, 1964, 1968, 1993 e 2008).¹

O SCN se desenvolveu a partir da necessidade de produção sistemática e comparável, no tempo e no espaço, de estatísticas econômicas que pudessem orientar a tomada de decisões nas esferas pública e privada. A metodologia básica do SCN se apoia fortemente em modelo macroeconômico Keynesiano, mas também inclui elementos das teorias microeconômicas do bem-estar social.² O PIB, assim como os demais agregados contábeis, é medido a preços de mercado e, portanto, o que é contabilizado como produção são as transações econômicas com valor de mercado. A valoração em termos monetários permite que se agreguem quantidades heterogêneas. Do ponto de vista das contas nacionais, a valoração deve ser idêntica por três óticas: do produto, da renda e da despesa. Sua construção apoia-se basicamente em registros contábeis e administrativos.

Mueller³ adverte, no entanto, que o modelo no qual se apoia o SCN trata a economia como um sistema isolado, ou seja, em que não há intercâmbio com o seu meio externo, ignorando assim as relações do sistema econômico com o meio ambiente. Desse modo, o SCN é um instrumento útil tanto para a construção de contas da nação, como para orientar a produção de estatísticas básicas. No entanto, ainda não está preparado para aferir os custos ambientais decorrentes do aumento da escala de produção da economia mundial. O autor ressalta ainda que há um tratamento assimétrico dado pelas contas nacionais a elementos do patrimônio de um país: o capital construído (fábricas, máquinas, veículos, prédios etc.), cuja variação é cuidadosamente acompanhada, e o capital natural (recursos naturais como os solos e as reservas minerais), cuja variação não é registrada.

Por outro lado, os esquemas do tipo marcos ordenadores e listas de indicadores não foram concebidos como instrumentos para incorporar dados monetários e permitir a conexão com variáveis econômicas. Assim, visando vencer esta limitação, várias linhas de trabalho foram desenvolvidas para produzir indicadores dentro de um esquema de contas ambientais, tendo como quadro de referência o SCN.

¹ Para um relato mais abrangente sobre o contexto histórico do desenvolvimento das contas nacionais e apresentação do SCN, ver NUNES, E. P. *Sistemas de Contas Nacionais: a gênese das contas nacionais no Brasil*. Tese de doutorado, IE/UNICAMP, maio de 1998 e FEIJÓ, C. *et al.* *Contabilidade Social – o novo sistema de contas nacional do Brasil*. Rio de Janeiro: Campus, 2001. Vide também sobre a cronologia das revisões <http://unstats.un.org/unsd/nationalaccount/hsna.asp>

² Para um maior aprofundamento sobre o assunto ver MUELLER, C. *Os Economistas e as Relações entre Sistema Econômico e o Meio Ambiente*. Brasília: Editora UnB, 2007. (cap. 20) e DE CARLO, S. *Meio ambiente: sua integração nos sistemas de informações estatísticas*. Rio de Janeiro: IBGE, 1999 (Texto para discussão n. 96).

³ MUELLER, C. *Op. cit.* p. 393.

Abordagem das contas nacionais

As contas nacionais apresentam as medidas mais importantes de toda a atividade econômica de um país, sendo o Produto Interno Bruto (PIB) a estatística mais importante.

O modelo que orienta a metodologia do SCN tem o mérito de dar coerência e solidez conceitual a um conjunto de indicadores agregados, constituídos a partir de informações dos diversos segmentos da economia.

Mueller⁴ ressalta, no entanto, que o modelo no qual se apoia o SCN trata a economia como um sistema isolado, autocontido, que não intercambia com o mundo externo, uma vez que ignora as relações do sistema econômico com o meio ambiente. Esses e outros problemas fizeram com que, no final dos anos oitenta, se desenvolvessem iniciativas para tentar corrigir essas deficiências.

A revisão do Sistema de Contas Nacionais, publicada em 1993, inclui uma definição mais abrangente das contas nacionais, avançando em relação à versão anterior, de 1968. Os avanços observados dizem respeito ao exame, de maneira explícita, de como vários conceitos, definições e classificações relacionadas ao meio ambiente poderiam ser introduzidas no SCN. Esse esforço envolveu o escritório das Nações Unidas, o Banco Mundial e institutos de estatística de alguns países. No entanto, não se viabilizou a reformulação pretendida⁵, já que, se efetuada, comprometeria a comparabilidade temporal.

Mueller⁶ atribui às dificuldades na reformulação do SCN a resistência dos técnicos responsáveis pelos agregados das contas nacionais, “geralmente tradicionalistas”, e também porque existem dificuldades de estimar, com um mínimo de precisão, a depreciação do capital natural. Identifica ainda resistências no âmbito da política, tendo em vista que esses procedimentos levariam a uma queda no Produto Interno Líquido e na renda *per capita* de países cujas economias dependem da extração, em grande escala, de recursos naturais não renováveis.

Por conseguinte, a orientação foi no sentido de se desenvolver um sistema auxiliar, composto de um conjunto de contas-satélite ambientais a ser acoplado ao núcleo central do SCN, tendo em vista a elaboração de indicadores e agregados que possibilitem expandir a capacidade analítica em relação às questões ambientais, sem romper com a lógica central do SCN. Surgiu, assim, o *System of Environmental and Economic Accounts (SEEA)*, que doravante será aqui tratado como Sistema Integrado de Contas Econômico Ambientais (SICEA).

⁴ MUELLER, C. *Op. cit.* p. 424.

⁵ O reconhecimento da relevância em se considerar uma dimensão mais ampla do desempenho dos países, que não ficasse restrito à medida do crescimento econômico, levou as Nações Unidas a produzirem o Relatório de Desenvolvimento Humano, onde apresenta a sua estatística sobre o Índice de Desenvolvimento Humano – IDH.

⁶ MUELLER, C. *Op. cit.* p. 433.

Cabe registrar que, em consonância com diversas críticas às limitações do PIB como indicador de bem-estar social, foi instituída, em 2008, pelo governo francês, a Comissão sobre mensuração do desempenho econômico e do progresso social – Cmepsp, mais conhecida como Comissão Stiglitz-Sen-Fitoussi⁷. O objetivo da Cmepsp foi o de formular novos indicadores de avaliação do desenvolvimento dos países que incorporem questões sociais e ambientais, além das econômicas. Dentre as sugestões apresentadas pela comissão no relatório final estão: atentar para a renda e o consumo em vez de atentar para a produção; considerar renda e consumo em conjunção com a riqueza; enfatizar a perspectiva domiciliar; dar mais proeminência à distribuição de renda, de consumo e de riqueza; ampliar as medidas de renda para atividades não-mercantis. O relatório propõe, ainda, a avaliação líquida das atividades econômicas, para que as extrações de recursos naturais, os impactos ambientais gerados pela produção ou a utilização de estoques sejam levados em conta. No entanto, essa abordagem requer uma análise própria e, por isso mesmo, não será objeto deste texto.⁸

⁷ Vide a respeito <http://www.stiglitz-sen-fitoussi.fr/en/index.htm>

⁸ O relatório da Cmepsp está disponível em: http://www.stiglitz-sen-fitoussi.fr/documents/rapport_anglais.pdf

O contexto histórico do SICEA

A abordagem de contas ambientais se diferencia da dos indicadores e índices, na medida em que tenta interligar temas ambientais a agregados macroeconômicos do país. Nessa abordagem, identificam-se melhor as relações entre economia e meio ambiente, o que permite, inclusive, uma estimativa de novos parâmetros de desenvolvimento econômico e renda sustentável.

A primeira versão do Manual de Contabilidade Ambiental e Econômica Integrada data de 1993, ano em que também se efetuou a revisão do SCN no âmbito das Nações Unidas. Tal versão continha ainda muitas dúvidas com relação a conceitos e procedimentos a serem adotados. Conforme relatado em De Carlo⁹, o SICEA foi inicialmente proposto por Bartelmus *et al.*¹⁰ no artigo *Integrated environmental and economic accounting: framework for a SNA satellite system*. Foi elaborado com o intuito de compatibilizar as contas ambientais com o SCN.

A Organização das Nações Unidas, que é responsável pela normatização do SCN, reviu em 2003 o Sistema Integrado de Contas Econômico Ambientais – SICEA – e editou um *Handbook* sobre Contas Ambientais (*Handbook of National Accounting: Integrated Environmental and Economic*

⁹ DE CARLO, S. *Op. cit.*

¹⁰ BARTELMUS, P; STAHRER, C. & TONGEREN, J. van. Integrated environmental and economic accounting: framework for a SNA satellite system. *The Review of Income and Wealth*, v. 37, n. 2. 1991, p. 111-148.

¹¹ Disponível em http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/White_cover.pdf

¹² Quando uma metodologia ou classificação se torna *standard* (padrão) há forte pressão para que seja adotado por todos os países, pois isso significa que já foi amplamente discutida e há alto grau de consenso sobre a mesma. No entanto, a ONU não pode tornar compulsório a adoção de uma metodologia *standard*.

¹³ UN. *Handbook of National Accounting: Integrated Environmental and Economic Accounting*. – Studies in Methods Series F, n. 61, 1993. Disponível em http://unstats.un.org/unsd/publication/SeriesF/SeriesF_61E.pdf. Acesso em 8 de maio de 2014

Accounting – conhecido como SEEA 2003). Em 1992, representantes de órgãos de estatísticas de diferentes países haviam proposto a criação de um grupo de trabalho sobre contas ambientais. O grupo foi criado e ficou conhecido como Grupo de Londres. Como fruto principalmente do trabalho do Grupo, foi editada, em 2003, a nova versão do SICEA.

Enquanto o SICEA 1993 era constituído por um conjunto de recomendações internacionais, a versão de 2003 ainda era um trabalho em andamento, mas já estava mais próxima do padrão adotado pelas Nações Unidas. A versão de 2012 alcança, finalmente, o status de *standard* (padrão).¹¹ Isso significa que todos os países, em princípio, devem implementar a contabilidade ambiental e seguir o padrão/normas adotados pela ONU.¹² O SICEA, alimentado tanto pelas informações provenientes do SCN, como do Esquema para o Desenvolvimento de Estatísticas do Meio Ambiente (EEMA), é composto por quatro partes conforme mostrado na figura 1.

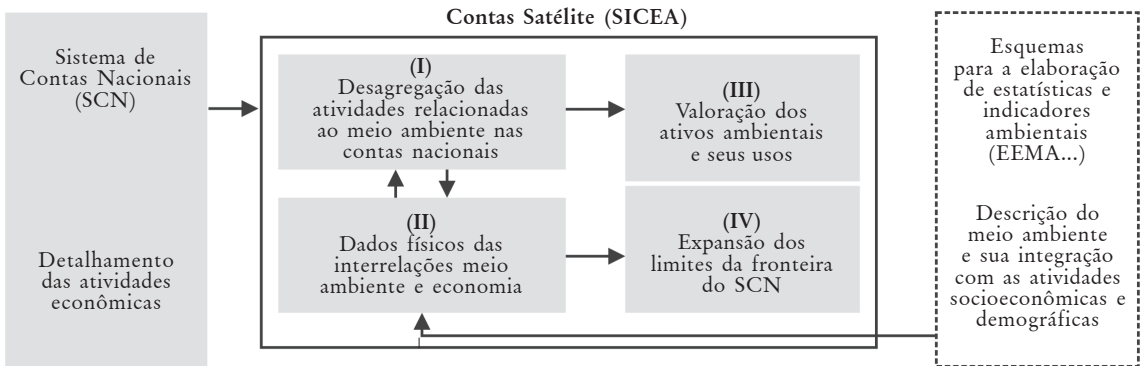


Figura 1: Sistema Integrado de Contas Econômico-ambiental (SICEA). Fonte: Traduzido de UN-SEEA¹³

SICEA 2003 e 2012

Com a revisão efetuada em 2003, o SICEA abrange quatro contas (áreas) principais: a de fluxo de energia e materiais, que pode ser exclusivamente física ou híbrida (física e monetária); a de transações econômicas já existentes no SCN, e que estão relacionadas com o meio ambiente (por exemplo: gastos em proteção ambiental); a de ativos ambientais, mensurada em termos físicos e monetários; e a conta do PIB ajustado, descontado a depleção dos recursos naturais¹⁴, os gastos defensivos (por exemplo: controle da poluição) e a degradação ambiental¹⁵. Em linhas gerais, essa

¹⁴ “Depleção, em termos físicos, é o decréscimo no estoque de um recurso natural durante um período contábil devido ao nível de extração do recurso pelas unidades econômicas ter superado o da regeneração natural”. ONU, 2012, p. 7.

¹⁵ SMITH, R. Development of SEEA and its implementation. *Ecological Economics*, 61, 2006.

estrutura se manteve no SICEA 2012, com a diferença de que agora não há mais uma conta específica para ajuste do PIB e esse ajuste se limita à depleção de recursos naturais.

Atualmente, a elaboração das Contas Ambientais é feita de forma temática. De acordo com as prioridades do país, pode-se iniciar pela Conta da Água ou de Energia, ou da Floresta/Uso do solo, ou dos Ecossistemas, da Pesca etc. A Conta da Água já tem manual em sua versão final, o que facilita sua implementação. A expectativa é que dentro de poucos anos o mesmo ocorra com a Conta da Energia. Também existe um manual para a Conta da Pesca.¹⁶ No site da Divisão de Estatística da ONU (UNSD) – Seção de Contas Ambientais <http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/> – há muito material sobre o tema.

Para Mueller¹⁷, a metodologia das contas-satélite ambientais, bem como da medição das variações do patrimônio tangível, com a inclusão do capital natural, não apresentam dificuldades desde que existam estimativas dos valores em termos monetários, dos ativos e dos impactos ambientais. Ou seja, desde que se possam resolver os problemas de mensuração em termos monetários das variáveis ambientais. Ocorre que muitos ativos e impactos ambientais que precisam ser valorados são complexos. Os impactos ambientais são frequentemente qualitativos e há interações entre as diversas formas de degradação ainda não inteiramente compreendidas.

O método de valoração tem importância decisiva no desenho de um sistema de informação estatística. Entretanto, os serviços ambientais e alguns bens naturais não são compatíveis com a lógica do SCN por serem, em sua maioria, bens públicos de uso comum. De Carlo¹⁸ observa que a deterioração ou perda de bens naturais e manufaturados são efeitos não-desejáveis pela sociedade e, em muitos casos, o poluidor não pode ser identificado. Existem várias técnicas de valoração dos impactos ambientais. No entanto, algumas são controversas e empregadas apenas por falta de alternativas melhores. Em geral, tem-se estimado o valor do capital natural por meio do valor de mercado dos recursos naturais. Esse método não considera efeitos colaterais e indiretos dessas trocas na inter-relação meio ambiente e processos econômicos, além de incluir flutuações relativas à inflação e especulação. Por exemplo, o valor de uma floresta é estimado levando-se em conta apenas o valor da madeira extraída, desconsiderando suas múltiplas funções ambientais, em especial a biodiversidade.

¹⁶ Por algum motivo que desconhecemos, esse manual tem pouco destaque no site da UNSD, e muitos não devem saber de sua existência. Disponível em <http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/ceea/archive/Framework/seeaf.PDF>

¹⁷ MUELLER, C. *Op. cit.* p. 445.

¹⁸ DE CARLO, S. *Op. cit.*

Como o uso dos serviços ambientais não tem mercados próprios, procede-se à criação de mercados hipotéticos, utilizando-se de quatro métodos de valoração mais conhecidos: técnica do custo-viagem, avaliação hedonista, cálculo pelo custo de preservação ou restauração e avaliação contingente.¹⁹ A principal crítica a esses métodos é que se apoiam no conceito de disposição de pagar manifestada pelos consumidores e, portanto, sujeitos a uma grande variação de acordo com a distribuição de renda.

Embora a Comissão de Estatística das Nações Unidas já tenha aprovado proposta de metodologia para um sistema de contas-satélite ambientais, sendo que uma delas, a da conta da água já é *standard*, esta não foi amplamente adotada e vêm surgindo abordagens alternativas e complementares tanto em países desenvolvidos quanto naqueles em desenvolvimento.

No caso dos primeiros, destaca-se a experiência da Holanda com o sistema NAMEA – *National Accounting Matrix including Environmental Accounts* –, que objetiva relacionar indicadores de pressão ao meio ambiente com os agregados de contas nacionais. Considera a depleção de três tipos de recursos naturais relevantes para a Holanda (petróleo, gás natural e madeira) e cinco tipos de degradação ambiental (efeito estufa, depleção da camada de ozônio, acidificação, eutroficação²⁰ e lixo). Cada um desses temas é representado por intermédio de um indicador, e o sistema gera um conjunto de indicadores-síntese para a avaliação e o acompanhamento de problemas ambientais considerados prioritários.

Alguns países em desenvolvimento (Chile, Colômbia, Gana, Indonésia, México, Namíbia, Nova Guiné, Filipinas, Tailândia e Coréia do Sul) fizeram a implementação do SICEA através de projetos pilotos que contaram com a assistência técnica da Divisão de Estatísticas das Nações Unidas e o financiamento do Banco Mundial. Apesar de não incluírem todos os módulos do SICEA, esses projetos pilotos propiciaram um maior interesse nos respectivos institutos de estatística, no sentido de promoverem um aparato institucional, com ações efetivas para dar continuidade à produção e sistematização de estatísticas ambientais. Por outro lado, a experiência com esses projetos pilotos evidenciou dificuldades na implementação do SICEA, apontando para a necessidade de melhor especificar seu manual operacional. Atualmente, no continente americano, o México e a Colômbia são os únicos países que elaboram contas ambientais.²¹

¹⁹ Não é objetivo dos autores discutir aqui os diferentes métodos de valoração de custos e de benefícios ambientais. Sugerimos MOTA, M. B.; CÂNDIDO JÚNIOR, J. O. & ORTIZ, R. A. A valoração da Biodiversidade: conceitos e concepções metodológicas. In: MAY, Peter H. (Org.) *Economia do Meio Ambiente: Teoria e Prática*. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier/Campus. 2010.

²⁰ Aumento da concentração de nutrientes em águas naturais decorrentes da intensificação do fornecimento de nutrientes (nitratos e fosfatos), o que acelera o crescimento de algas e a deterioração da qualidade das águas.

²¹ Vide México http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/Proyectos/SCN/C_Anuales/c_econecol/default.aspx e Colômbia http://www.dane.gov.co/index.php?option=com_content&view=article&id=69&Itemid=87

No Brasil, a intenção de se levar adiante um projeto piloto de contas-satélite ocorreu em vários momentos no IBGE, entre 1998 e 2000, de 2009 a 2010, e, mais recentemente em 2013. O esforço no passado não se traduziu em resultados esperados, ressentindo-se, entre outros fatores, de dificuldades relacionadas à implantação da metodologia do SICEA²², da baixa prioridade estabelecida para o tema e da falta de uma política voltada à coordenação, armazenamento e produção de informações necessárias ao SICEA. Espera-se que esses problemas não se repitam na retomada atual (2013) do projeto, que visa à construção da Conta da Água. Agora se conta com a institucionalização de uma parceria do IBGE com o Ministério do Meio Ambiente e a Agência Nacional de Águas, com a vantagem de melhores manuais e com a pressão (acompanhada de maior apoio da ONU-UNSD) para adoção do novo *standard*.

No âmbito acadêmico, cabe registrar o trabalho de Young, Pereira & Hartje²³, que construíram estimativas preliminares para depleção de recursos naturais, emissões de poluentes industriais e perda de recursos madeireiros tendo como causa o desmatamento na Amazônia. Apesar de ser um trabalho eminentemente acadêmico, a experiência é importante, pois mostra que, mesmo com poucos recursos, se pode ter uma primeira (embora limitada) aproximação das contas ambientais.

O SICEA e seus questionamentos

A implantação do SICEA tem gerado muitas controvérsias. A revista *Ecological Economics* dedicou inclusive um número especial sobre o tema, com artigos críticos ao SICEA 2003.²⁴ Discutiremos a seguir alguns dos principais pontos desse debate²⁵, acrescidos de outras questões que achamos pertinentes.

1) *Qual a necessidade de se ter Contas Ambientais se já existem estatísticas ambientais? O que exatamente são as Contas Ambientais?*

Em primeiro lugar, as Contas Ambientais não se utilizam apenas de estatísticas ambientais, pois fazem uso também de estatísticas econômicas e, em alguns casos, de estatísticas sociais e institucionais. Em segundo lugar, não basta ter as estatísticas; é importante saber como organizá-las e articulá-las, senão seu uso pode ser limitado. A figura 2, extraída de uma publicação da ONU referente à Conta da Água, é uma ilustração adequada ao tema.

²² A versão preliminar (1991) do manual de implementação do SICEA, apesar de ter uma concepção do tipo passo a passo, além de difícil compreensão, deixava muitas dúvidas conceituais e contábeis. Essas questões só foram elucidadas quando de sua revisão, em 2003.

²³ YOUNG, C.; PEREIRA, A. & HARTJE, B. *Sistema de contas ambientais para o Brasil: estimativas preliminares*. Rio de Janeiro: IE/UFRJ, n. 448. 2000. (Texto para Discussão, 448)

²⁴ Vide BARTELMUS, P. SEEA-2003: Accounting for sustainable development? *Ecological Economics*, 61, 2006. REPETTO, R. Comment on environmental statistics. *Ecological Economics*, 61, 2006.

²⁵ Esses pontos continuam válidos mesmo com o SICEA 2012.

O Sistema Integrado de Contas Econômico Ambientais (SICEA) para a água é um arcabouço conceitual de informações relacionadas à água e à economia, coerente com o Sistema de Contas Nacionais (SCN).

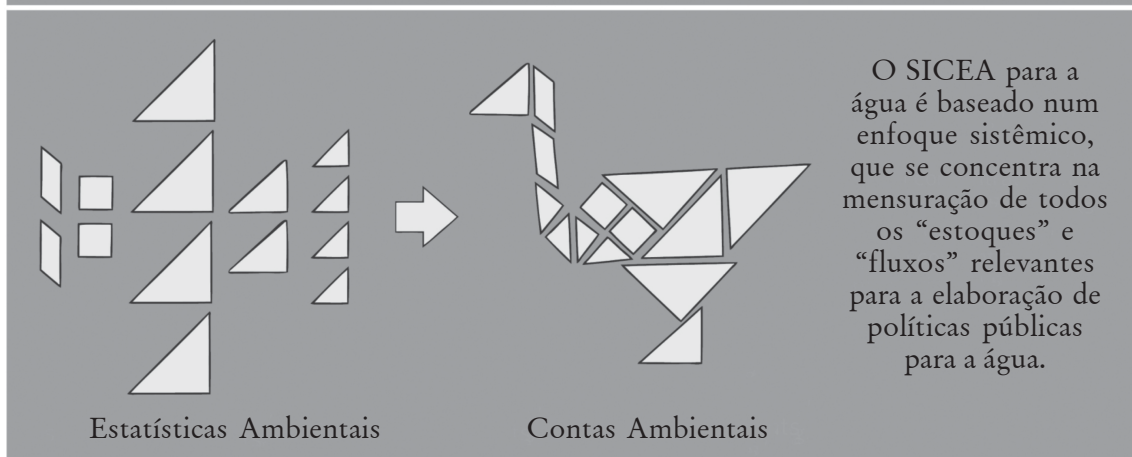


Figura 2: Como se chegar a Contas Ambientais a partir de Estatísticas. Fonte: UNSD *et al.*²⁶

²⁶ UNSD *et al.* Monitoring Framework for Water-briefing note. 2011. p. 4. Disponível em http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/WWAP_UNSD_WaterMF.pdf. Acesso em 15 de junho 2013. (tradução nossa).

²⁷ O Manual de Contas da Água está disponível em: <http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/seeaw/seeawaterwebversion.pdf>

Para entender a estrutura e a lógica das Contas Ambientais²⁷, nada melhor do que um exemplo. Tomemos o caso da Conta da Água que estuda o fluxo, o estoque e a qualidade da água num determinado período de tempo (um ano). As informações quantitativas do fluxo mostram de onde veio a água e para onde ela foi e quanto isso vai influenciar no estoque existente. Supondo a existência de dois sistemas, o meio ambiente e a economia, a água que entra no sistema natural por precipitação (ou de outras formas) terá diferentes destinos (intermediários ou finais no período em consideração); ou simplificadamente; infiltração no solo, aquíferos subterrâneos, rios, lagoas, mar, evaporação e uso pelo sistema econômico. Tudo isso será quantificado pela Conta da Água, em princípio, apenas em termos físicos (exceto a água de uso pela economia).

No sistema econômico, por exemplo, uma empresa irá captar a água do rio e vender para uma indústria que, por sua vez, após o uso, vai remeter a água para uma empresa de saneamento que, após tratamento, irá despejá-la no oceano. A Conta da Água deverá contabilizar todas essas etapas em termos físicos e monetários, sempre levando em conta que as saídas têm que ser iguais às entradas. Dessa forma, para construirmos as contas da água, a quantidade de água fornecida para a indústria deve ser acrescida das perdas no transporte (exemplo: canos furados).

Por outro lado, ao computarmos o montante de água na indústria, observamos que, após o uso, a quantidade de água não será igual àquela enviada pela empresa de saneamento, pois uma parte foi consumida ou perdida no processo produtivo (incorporação da água aos produtos, desperdício, evaporação etc.), devendo, no entanto, ser considerada na elaboração da Conta da Água. O montante desse consumo e a perda deverão ser estimados tendo em vista o equilíbrio entre entradas e saídas²⁸. A mesma lógica vale para a água fornecida para domicílios e para a agricultura.

²⁸ Neste exemplo não se considerou a existência de estoques de água nas diferentes unidades do sistema econômico.

Essas estatísticas serão apresentadas na forma de tabelas e matrizes. A tabela mais importante é a de recursos e usos em unidades físicas (tabela 1). A tabela 1-A (usos) mostra quanto cada setor oferta de água e como se distribui esse montante entre os setores demandantes. Por exemplo, parte da água extraída para distribuição foi para a indústria. Na tabela 1-B de recursos (oferta) vemos o destino da água e de onde essa água se originou. Por exemplo, o esgoto para empresa de saneamento foi o destino de parte da água que estava com a indústria.

Organizar as estatísticas ambientais e econômicas num sistema de contabilidade econômico-ambiental se mostra um poderoso instrumento para a pesquisa e planejamento. Por exemplo, algumas questões que esse sistema responderia seriam: O estoque de água está aumentando ou diminuindo e a que velocidade? Que setor utiliza mais recursos hídricos? Em qual deles a água representa maior custo? Que setor utiliza os recursos hídricos de forma mais ineficiente? Onde ocorrem as maiores perdas de água? Sendo possível construir uma série histórica, pode-se verificar onde o consumo de água cresce mais e se as atividades produtivas estão se tornando mais ou menos intensivas no consumo de água.

2) Como fazer Contas Ambientais se as estatísticas que lhes servem de base deixam a desejar?

A insatisfação com a oferta e qualidade de estatísticas ambientais parece generalizada, mesmo entre os países desenvolvidos. Smith²⁹, por exemplo, faz críticas às estatísticas do Canadá, um dos países mais avançados nessa área. As estatísticas ambientais seriam inconsistentes entre si e incoerentes com as informações do SCN, necessitando também de maior abrangência e de um marco conceitual que seja amplamente aceito.

²⁹ SMITH, R. Development of SEEA and its implementation. *Ecological Economics*, 61, 2006.

Tabela 1: Tabela padrão de recursos e usos em termos físicos para água. Fonte: UN³⁰

A. Tabela de usos em termos físicos		Indústrias (segundo categorias da ISIC)						Famílias	Resto do mundo	Total
		1-3	5-33, 41-43	35	36	37	38,39 45-99			
A partir do meio ambiente	1. Captação total (=1.a+1.b=1.i+1.ii+1.iii)									
	1.a. Captada para consumo próprio									
	1.b. Captada para distribuição									
	1.i. De Recursos hídricos terrestres (exceto água de chuva e de mar)									
	1.i.1. Água da superfície									
	1.i.2. Água subterrânea									
	1.i.3. Água do solo									
	1.ii. Coletada da precipitação									
1.iii. Captada do mar										
No âmbito da economia	2. Uso de água proveniente de outras unidades econômicas									
	<i>da qual:</i>									
	2.a. Água de reúso									
	2.b. Água residual									
	3. Total de água usada (=1+2)									

B. Tabela de oferta em termos físicos		Indústrias (segundo categorias da ISIC)						Famílias	Resto do mundo	Total
		1-3	5-33, 41-43	35	36	37	38,39 45-99			
Dentro da economia	4. Oferta de água por outras unidades econômicas									
	<i>da qual:</i>									
	4.a. Água de reúso									
	4.b. Água residual									
	5. Total de retornos (=5.a+5.b)									
	5.a. De Recursos hídricos terrestres (exceto água de chuva e de mar)									
	5.a.1. Água da superfície									
	5.a.2. Água subterrânea									
5.a.3. Água do solo										
Para o meio ambiente	5.b. De outras fontes (p. ex., água do mar)									
	6. Oferta total de água (=4+5)									
	7. Consumo (=3-6)									

Notas: a) Esta equação difere da constante na tabela do Manual da ONU pág. 47 (UN *et al.* 2012-B, *Op. cit.*) tendo em vista que a mesma não considera a captação da água do mar que, a nosso ver, deve ser considerada conforme texto explicativo nas pág. 45 e 46 do referido manual.
b) Células na cor cinza escuro indicam zero entrada.

³⁰ UN et al. *System of Environmental-Economic Accounting – Central Framework – white cover publication pre-edited text subject to official editing*. 2012-A. p. 47. Disponível em http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/White_cover.pdf. Acesso em 13 de junho de 2013. (tradução nossa).

Nesse contexto, parece lógico que primeiramente se organizem essas estatísticas (“arrumar a casa”) e depois se pense em Contas Ambientais, quando já se existir uma base sólida. Duas objeções podem ser levantadas a essa opção. A organização das estatísticas pode tomar muito tempo, adian- do indefinidamente a elaboração das Contas Ambientais. Em segundo lugar, montar um sistema de contas ambientais contribui para mostrar, aprimorar e organizar as estatísticas ambientais (e econômicas) existentes, além de evidenciar as lacunas que ocorrem na área. Ao dar destaque às estatísticas mais relevantes, as Contas Ambientais contribuem para o aprimoramento da informação e fornecem uma orientação para a organização do sistema estatístico. Essa lógica já existe no Sistema de Contas Nacionais. Por exemplo, algumas estatísticas são produzidas pelo IBGE especificamente para atender a uma demanda das Contas Nacionais.

Uma boa notícia nessa área é que, finalmente, apro- vou-se um novo referencial (*framework*) para as estatísticas ambientais em 2012.³¹ O referencial vigente até então ainda era o de 1984.

³¹ A versão preliminar aprovada está disponível em <http://unstats.un.org/unsd/statcom/doc13/BG-FDES-Environment.pdf>.

3) O que é mais útil para a política pública: contas ou indicadores ambientais?

É comum o pouco contato entre as equipes respon- sáveis por Contas Ambientais e Indicadores de Desenvolvi- mento Sustentável, o que muitas vezes contribui para refor- çar uma visão equivocada de que é necessário fazer uma opção entre Contas e Indicadores.

Ambos, indicadores e contas, são importantes, com- plementares, mas têm objetivos diferentes. Os indicadores objetivam comunicar e avaliar políticas públicas. Suas infor- mações são condensadas ou agregadas, o que torna fácil a compreensão e a transmissão da informação. No entanto, apesar de serem muito úteis, não têm fundamentação teó- rica sólida. É comum os indicadores serem selecionados com base em negociação entre especialistas, gestores públi- cos, membros da sociedade civil e políticos. Já o Sistema de Contas Ambientais é mais detalhado e visa ao entendimento completo das inter-relações entre a economia e o meio ambiente, sendo suas informações, portanto, mais desa- gregadas. As Contas têm fundamentação teórica e suportam investigações mais aprofundadas.³²

Se o objetivo é ter, num curto espaço de tempo, es- tatísticas que possam ser usadas na política ambiental, é melhor produzir indicadores ambientais ou de desenvolvi- mento sustentável. Mas um conhecimento aprofundado das

³² FEDERAL STATISTICAL OFFICE GERMANY. *Sustainable development indicators and accounting: two separate worlds or a dialogue process by statisticians, politicians and modelers?* paper presented in the Preliminary meeting of the UM Committee on Environmental-Economic Accounting, New York, August 2005.

interações e do estado da relação entre economia e meio ambiente, só com as Contas Ambientais, e esse conhecimento é fundamental numa perspectiva de médio e longo prazos.

Giovannini³³ faz uma interessante comparação entre as propriedades do que considera os três principais enfoques para estatísticas de desenvolvimento sustentável: (1) Contas Ambientais, que incluem, além desta, a matriz de insumo-produto, matriz de contabilidade social etc.; (2) outras contabilidades de agregados, que abarcam Pegada Ecológica e Poupança Genuína,³⁴ e (3) conjunto de indicadores. Para cada quesito o autor atribui nota de um a três.³⁵ Comparando-se os três enfoques com base na média das notas por quesitos, o melhor resultado fica com as Contas Ambientais, que se destacam em precisão, credibilidade e coerência. A segunda maior média, com pequena diferença frente à de Contas, fica com os Indicadores, que se destacam em relevância e atualidade (quadro 1).

Quadro 1: Comparação entre as propriedades dos três principais enfoques de estatísticas sobre desenvolvimento sustentável. Fonte: Adaptada de Giovannini, E. *Op. cit.*³⁶

Principais propriedades	Enfoque		
	Contas Ambientais	Outras Contabilidades de Agregados	Conjunto de Indicadores
Relevância	2	2	3
Precisão	3	1	2
Credibilidade	3	1	2
Atualidade	2	2	3
Acessibilidade	2	3	2
Compreensividade	2	2	2
Coerência	3	1	1
Custo efetividade	1	2	2
Média	2,3	1,8	2,1

O que se tem visto, é que os governos têm privilegiado os Indicadores em detrimento das Contas. Como bem destacou Bartelmus³⁷, a RIO-92 propôs que fosse criado na ONU um programa para desenvolver as Contas Ambientais. Já no documento de Johannesburg-2002, as Contas

³³ GIOVANNINI, E. Accounting Frameworks for Sustainable Development: What have we learnt? In: OECD *Measuring Sustainable Development – Integrated Economic, Environmental and Social Frameworks*, 2004. Disponível em <http://www.unece.org/stats/documents/wgssd/zip.5.e.pdf> acesso em 10 de maio de 2009.

³⁴ Esses indicadores são, da mesma forma que o PIB ajustado, medidas sintéticas de sustentabilidade. Para maiores informações sobre esses indicadores vide <http://www.ecologicalfootprint.com> para Pegada Ecológica; e HAMILTON, K.; ATKINSON, G. & PEARCE, D. *Genuine Savings as indicator of sustainability* CSERGE Working Paper GEC 97-03, 2003. Disponível em http://www.uea.ac.uk/env/cserge/pub/wp/gec/gec_1997_03.pdf acesso em 11 de maio de 2009, para Poupança Genuína e CARVALHO, P. G. M. & BARCELLOS, F. C. Mensurando a sustentabilidade. In: MAY, Peter H. *Op. cit.*

³⁵ Giovannini não faz a média das notas. Esse é um acréscimo nosso. Mesmo sabendo que toda média simples de quesitos é questionável, tomamos essa iniciativa por acharmos que esse procedimento é útil para uma primeira leitura dos dados.

³⁶ GIOVANNINI, E. *Op. cit.*

³⁷ BARTELMUS, P. SEEA-2003. *Op. cit.*

³⁸ ONU – The Future we want – disponível em <http://www.uncsd2012.org/content/documents/727The%20Future%20We%20Want%2019%20June%201230pm.pdf>

³⁹ As oito Metas do Desenvolvimento do Milênio foram adotadas em 2001 pela ONU, com o objetivo de serem alcançadas por todos os países membros e 23 organizações internacionais até 2015. Incluem metas para diminuição da extrema pobreza, da mortalidade infantil, para garantir a sustentabilidade ambiental etc.

⁴⁰ STEVENS, C. *Measuring Sustainable Development Statistics Brief* n° 10 September 2005 OECD. Disponível em <http://www.oecd.org/dataoecd/60/41/35407580.pdf>. Acesso em 6 de abril de 2009.

⁴¹ UN. *Global Assessment of Environment Statistics and Environmental-Economic Accounting* Background document Statistical Commission Thirty-eight session 27 February-2 March 2007. Disponível em http://unstats.un.org/unsd/statcom/statcom_09/seminars/environment_eco_acctng/Analysis_SC%5B1%5D.pdf. Acesso em 10 de maio de 2009.

Ambientais não são mais mencionadas e, sim, os Indicadores de Desenvolvimento Sustentável. O documento final da RIO+20³⁸ também não menciona Contas Ambientais, mas destaca os Objetivos do Milênio e, ainda, que serão estabelecidos os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável, os quais necessariamente estarão associados a indicadores. Outra evidência da perda de espaço das Contas Ambientais para os Indicadores é a própria página da Divisão de Estatísticas da ONU, que durante muito tempo deu grande destaque para os Indicadores do Milênio³⁹. Não havia menção às Contas Ambientais, que ficavam pouco visíveis, mesmo na seção de estatísticas ambientais e de energia.

4) Por que as contas ambientais são pouco utilizadas na formulação de políticas públicas?

Esse é um problema, pois as Contas Ambientais demandam muitas estatísticas e não é tarefa simples delas extrair informações facilmente compreensíveis e politicamente relevantes. Além disso, restringem-se basicamente ao inter-relacionamento da esfera econômica com a ambiental.⁴⁰ Nesse sentido, são menos abrangentes do que um sistema de indicadores, que englobam também temas sociais e institucionais. Numa perspectiva de curto prazo, os indicadores são mais úteis, pois são mais focados nos pontos relevantes e fáceis de construir.

É pequeno o número de países que fazem Contas Ambientais. Em 2006, a Divisão de Estatísticas das Nações Unidas fez uma pesquisa entre os 192 países membros sobre o tema.⁴¹ Dos 100 países que deram retorno, 99 responderam ao quesito sobre existência, no país, de um programa de Contabilidade Ambiental, sendo que desses 49, portanto, 49% dos que responderam, confirmaram a existência desse programa. À primeira vista, o índice pode parecer elevado, mas deve-se levar em conta que os 93 países que não responderam à pesquisa ou ao quesito, provavelmente também não possuem um programa de Contas Ambientais. Portanto, a presença desse programa deve estar bem abaixo do índice apresentado.

A variação da presença de programa de elaboração de Contas Ambientais é muito grande em termos da divisão dos países por faixa de desenvolvimento econômico e por região. Dos países desenvolvidos, 73% têm programas de Contas Ambientais contra 34% dos países em desenvolvimento. A região com menor índice é a América Latina e Caribe (4 países representando 22,0% do total dos que responderam), seguido da África (5 países, respondendo

por 36,0%). Em termos de áreas cobertas pelo programa, a de energia e emissões de poluentes é a mais presente nos países desenvolvidos (76,0%) e água naqueles em desenvolvimento (87,0%).

Certamente tais índices seriam menores se 91% dos países não tivessem um programa de estatísticas ambientais⁴². Não foi investigada a existência de programas de indicadores ambientais/de desenvolvimento sustentável. Em termos de áreas cobertas, a de estatísticas da água é a mais presente, tanto nos países desenvolvidos (78,0%) quanto naqueles em desenvolvimento (95,0%).

⁴² Dos 100 países investigados, 97 responderam ao quesito sobre existência de programa de estatísticas ambientais. Desses 88 (91%) confirmaram a existência do programa.

5) *O que é mais importante: ajustar o PIB levando em conta o meio ambiente (“PIB verde”) ou construir um sistema de contas ambientais?*

Os SICEA 2003 e 2012 incluem ambas as alternativas, sistema de contas e ajuste do PIB, que não são, portanto, opções necessariamente excludentes. Mas, durante muito tempo, principalmente no meio acadêmico, a prioridade foi o ajuste do PIB levando em conta o meio ambiente, o “PIB verde” ou, mais precisamente, o “verdadeiro PIB”⁴³ ou “a renda que, por definição, precisa ser sustentada”⁴⁴. Foram várias as iniciativas nesse sentido; uma das mais conhecidas é o Índice de Progresso Genuíno (IPG), que é um aprimoramento do Índice de Bem-Estar Econômico Sustentável desenvolvido por Herman Daly & John Cobb Jr.⁴⁵. A base dessas iniciativas era a crítica ao PIB como indicador de progresso, desenvolvimento ou bem-estar. O PIB, quando utilizado com esses propósitos, teria três limitações básicas, segundo Talberth, Cobb & Slattery⁴⁶: (1) só leva em conta as transações ocorridas no mercado e que, portanto, têm valor monetário, omitindo, por exemplo, o trabalho doméstico não remunerado e o trabalho voluntário; (2) considera transações que diminuem o bem-estar da sociedade, como os gastos da sociedade com acidentes de trânsito e crimes; e (3) ignora os custos ambientais tanto da degradação ambiental quanto da depleção de recursos naturais.

O ajuste do PIB levando em conta o meio ambiente envolve, pelo menos, duas questões metodológicas. Primeiro, é como fazer o ajuste, o que descontar do PIB. O SICEA 2003, nesse sentido, é conservador, pois se restringe ao básico, que é também o mais consensual: subtrair a depleção dos recursos naturais, os gastos defensivos (por exemplo, o controle da poluição) e a degradação ambiental. O SICEA 2008 é ainda mais conservador, pois se centra no desconto da depleção dos recursos naturais.⁴⁷ O IPG inclui

⁴³ SHENG, F. *Real Value of Nature*. WWF International Publication, 1998.

⁴⁴ EL SERAFY, S. *Green Accounting and Economic Policy Ecological Economics*, 21, 1997.

⁴⁵ DALY, H. & COBB, J. *For The Common Good*. 2. ed. Boston: Beacon Press, 1994.

⁴⁶ TALBERTH, J.; COBB, C. & SLATTERY, N. *The Genuine Progress Indicator 2006 – A Tool for Sustainable Development Refining Progress*. 2007. Disponível em <http://www.rprogress.org/publications/2007/GPI%202006.pdf>. Acesso em 16 de março de 2008.

⁴⁷ Vide a respeito UN *et al.* *System of Environmental-Economic Accounting – Central Framework – white cover publication pre-edited text subject to official editing*. 2012-B. p. 218. Disponível em http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/White_cover.pdf. Acesso em 13 de junho de 2013.

⁴⁸ O Índice de Progresso genuíno considera em seu ajuste que o crime impõe custos econômicos para o indivíduo e para a sociedade na forma de custos hospitalares, danos a propriedade, custos com o judiciário etc.

⁴⁹ TALBERTH, J.; COBB, C. & SLATTERY, N. *Op. cit.*

⁵⁰ RYTEN, J. The Human Development Index and Beyond: Which are the Prerequisites for a Consistent Design of Development Indicators – Should there be a Human Development Index? Paper presented at the IAOS 2000 Conference on Statistics, Development and Human Rights, Montreux 4-6 September. 2000. http://www.portal-stat.admin.ch/iaos2000/ryten_final_paper.doc acesso em 10 de março de 2009.

⁵¹ NORGAARD, R. Summary of three dilemmas of environmental Accounting. In: KRISHMAN, R.; HARRIS, J. & GOODWIN, N. (Orgs.). *A Survey of Ecological Economics*. Washington: Island Press, 1995.

⁵² EL SERAFY, S. The economic rationale for green accounting. In: LAW, P. (Org.). *Sustainable Development indicators in ecological economics*, Cheltenham: Edward Elgar Publishing Limited, 2006.

⁵³ EL SERAFY, S. The economic rationale... *Op. cit.* p. 56.

⁵⁴ Atualmente tanto o quadro de referência/estrutura (*framework*) das Contas Ambientais como a Conta da Água já são considerados *standard*.

um número maior de itens como o custo do crime⁴⁸ e dos acidentes automobilísticos⁴⁹. A discussão sobre o que deve ou não ser descontado do PIB ajustado pode ser interminável.

A segunda questão é a validade de um índice ou agregado sintético. Há um ganho inegável de comunicação, o que é muito importante em política pública. Mas o custo compensa o benefício? O custo se refere aos procedimentos metodológicos, muitas vezes questionáveis, adotados para se chegar a medida sintética. O PIB é uma medida de produção de validade inquestionável, mas o mesmo não se pode dizer do IDH como índice de desenvolvimento humano⁵⁰, que mesmo assim é largamente utilizado.

Por isso, muitos preferem utilizar modelos, com interações que detalhem as relações entre economia e meio ambiente, a um agregado sintético.⁵¹ Sem dúvida, a riqueza em informações e inter-relacionamentos entre variáveis é muito maior com o uso de modelos. Há um ganho considerável em termos do universo estudado, mas se perde em comunicação. Mas qual modelo deve ser adotado? Norgaard defende que, dada a complexidade da realidade, não existe um modelo único que possa dar conta das interações entre economia e meio ambiente. Portanto, o SICEA seria apenas um dos modelos possíveis e não o único modelo.

6) *As Contas Ambientais devem ser partes integrantes do núcleo do Sistema de Contas Nacionais e não meramente uma conta-satélite?*

Como bem colocou El Serafy⁵², “a decisão, de considerar as Contas Ambientais como contas-satélite, foi tomada para que permaneçam inalteradas as estimativas convencionais de renda e gastos que, curiosamente, são descritas como “econômicas”, enquanto qualquer ajuste, caso seja feito, será considerado “ambiental”.⁵³ Da forma como está, o PIB deve continuar a ser calculado como sempre foi, pois o “PIB verdadeiro” é uma conta à parte. Mas, se não houvesse essa separação, dificilmente o SICEA poderia se desenvolver. Pode-se dizer: a “segregação” deu mais liberdade aos trabalhos de Contas Ambientais. Houve avanços, pois não se pode negar que o status atual de padrão (*standard*)⁵⁴ é uma mudança considerável. As Nações Unidas tendem a adotar atitudes conservadoras, pois suas decisões se baseiam em consultas à dezenas de países e o consenso muitas vezes converge para o menor denominador comum. Mas o papel dos pesquisadores é exatamente o de questionar, para estender os limites do possível.

7) *É válida a valoração monetária de variáveis ambientais?*

Essa é uma discussão recorrente. Faz sentido atribuir um valor monetário a uma formiga, a um urso Panda e à vida humana? Supondo que isso faça sentido, existe uma metodologia consensual que viabilize tal atribuição de valor? A resposta a essa pergunta tem que ser pragmática⁵⁵. Numa economia de mercado é fundamental apresentar estatísticas em termos monetários, pois isso a torna comparável com os principais agregados econômicos (por exemplo; PIB, orçamento governamental), o que dá uma ordem de grandeza e, portanto, de importância à estatística ambiental. Esse procedimento facilita seu uso em pesquisas e no planejamento de políticas públicas. É importante seguir esse caminho mesmo que não haja consenso sobre a forma de valoração.

A questão tem desdobramentos importantes. Por exemplo, deve-se valorar monetariamente o capital natural crítico? O capital natural crítico é “um subconjunto do capital natural que deve ser preservado em termos físicos para que suas funções permaneçam intactas”⁵⁶. Esse capital não pode ser substituído. Trata-se, portanto, de uma situação inequívoca em que a opção pela sustentabilidade forte tem que ser adotada. Note-se que se pode valorar o capital crítico em dois contextos muito diferentes. Pode-se fazê-lo de forma isolada ou integrada ao SICEA. Na primeira alternativa, as objeções não seriam tão grandes, pois esse valor tem sentido em si, não é somado a nada, e, portanto, não faz parte de um agregado maior. Mas, a segunda situação pode ser interpretada como uma opção pela abordagem da sustentabilidade fraca⁵⁷, pois o valor desse capital seria somado a outros para se chegar a uma medida do total do capital natural. Portanto, o total do capital natural em valor monetário pode permanecer intacto, mesmo com diminuição do capital crítico, bastando que esse decréscimo seja compensado por um acréscimo do capital não crítico.

8) *Como valorar monetariamente variáveis ambientais gera muitas controvérsias, não seria mais apropriado só utilizar medidas físicas?*

Medidas físicas são imprescindíveis, mas além de não terem o impacto das medidas monetárias, possuem também suas limitações. A principal talvez seja a limitação na agregação. Para agregar é necessário ter uma unidade de medida comum que, no caso, basicamente serão peso ou volume. O problema é que existem materiais com pouco peso e vo-

⁵⁵ É comum haver resistências à valoração da vida humana, mas dificilmente há oposição ao recebimento de uma indenização por morte e nunca se condena a prática de se fazer seguro de vida. Essas iniciativas nada mais são do que formas de atribuir valor monetário à vida humana.

⁵⁶ NEUMAYER, E. & DIETZ, S. Weak and Strong Sustainability in the SEEA: concepts and measurement. *Ecological Economics*, 61, 2006. p. 619.

⁵⁷ Na sustentabilidade fraca se aceita que o capital natural possa ser substituído por outras formas de capital. Na sustentabilidade forte isso não é possível, pois se considera que as diferentes formas de capital são complementares. Vide a respeito NEUMAYER, E. & DIETZ, S. *Op. cit.*

lume e altamente tóxicos. Seria o caso, então, de usar uma ponderação que leve em conta o impacto ambiental ou na saúde humana dos materiais. Essa opção envolve duas questões metodológicas: como mensurar impactos ambientais e como transformar essa mensuração numa ponderação. A alternativa seria não agregar variáveis mensuradas em termos físicos, o que limita o uso da informação. Portanto, a mensuração física não é imune a controvérsias.

9) O que é desenvolvimento sustentável para o SICEA?

O SICEA 2003 responde a essa pergunta adotando o enfoque do capital. Segundo tal abordagem, desenvolvimento sustentável é garantir que o capital (produzido, natural, humano e social) não seja declinante.

Cabe ressaltar que a rigor o SICEA adota só implicitamente o enfoque do capital natural. Oficialmente (e de forma muito política) é dito que o SICEA 2003 é compatível com o enfoque do capital.⁵⁸ O SICEA chega ao enfoque do capital por dois caminhos. O primeiro, a partir de um balanço dos enfoques existentes. Além do enfoque do capital são mencionados, no SICEA 2003, a abordagem dos três pilares (econômico, social e ambiental) e a abordagem ecológica. O primeiro, muito próximo da linha do *Relatório Brundtland*, defende que a sustentabilidade deve ser buscada nas três esferas/pilares que apresentam igual importância. A abordagem ecológica privilegia o enfoque ambiental e a sustentabilidade dos ecossistemas. Nenhuma das duas abordagens, segundo o SICEA 2003, têm uma base conceitual tão sólida quanto o enfoque do capital, tema que há tempo vem sendo discutido na teoria econômica.

O segundo caminho reproduz a discussão interna entre os especialistas responsáveis pela elaboração do SICEA. Como está relatado em UN⁵⁹ e Smith⁶⁰, esses se dividiram em dois grupos quanto à abordagem a ser adotada sobre desenvolvimento sustentável. Um grupo adotou o que foi denominado de “visão integrada” e atribuía igual peso à questão da equidade na distribuição do bem-estar na atual geração e entre gerações. O segundo grupo adotou uma “visão orientada para o futuro”, que privilegia a equidade entre gerações. Esse segundo grupo, visivelmente hegemônico, mostrou ter grande afinidade com o enfoque do capital.

O enfoque do capital enfrenta desafios metodológicos. A mensuração do capital é controversa, em especial o do capital social, que, por causa disso, é tratado só de passagem no SICEA 2003. Como o enfoque do capital não

⁵⁸ UN *Integrated Environmental and Economic Accounting 2003*. Studies in Methods Handbook of National Accounting. 2003.

⁵⁹ UN. *Integrated Environmental and... Op. cit.*

⁶⁰ SMITH, R. *Op. cit.*

abrangem, por problemas metodológicos e empíricos, todos os tipos de capital, pode ser questionado como uma abordagem que mensure o desenvolvimento sustentável.

10) O SICEA mensura o bem-estar?

É difícil definir o que seja bem-estar.⁶¹ Mas não há dúvida de que um meio ambiente saudável e o desenvolvimento sustentável fazem parte do bem-estar. Portanto, o SICEA mensura alguns aspectos do bem-estar como o capital e o PIB ajustado (“PIB verde”).

11) O que não se inclui no sistema de contas?

Existem várias lacunas, a começar pelo capital social que não é trabalhado no SICEA nem no SCN. O capital social é constituído pelas redes de cooperação entre grupos e indivíduos. Para El Serafy⁶², o capital social provavelmente permanecerá vago e imensurável. A rigor, só o capital produzido é (relativamente) bem mensurado. No Brasil, não temos estimativas oficiais nem do estoque de capital produzido que é, em tese, o mais fácil de ser mensurado. O capital construído é constituído por máquinas, prédios, rodovias, aeroportos, portos etc.. O estoque de capital da indústria chegou a ser pesquisado pelo IBGE, através da variável imobilizado, nos Censos Industriais de 1975 e 1980 e em algumas Pesquisas Industriais Anuais levadas a campo nesse período. Posteriormente, essa variável foi excluída, devido a dificuldades de captação⁶³.

Também não existem estimativas oficiais sobre nosso estoque de capital humano definido como o “estoque de capacidades humanas produtivas economicamente”⁶⁴. Parte do capital humano é mensurado no SCN versão 2008. A mensuração desse capital, embora menos complexa que a do capital social, está longe de ser trivial. Por exemplo, nem todo investimento em educação e treinamento leva a maiores níveis de produtividade.⁶⁵ Outro exemplo é que há fortes evidências de uma correlação positiva entre escolaridade e renda individual no Brasil, mas não entre escolaridade e crescimento do PIB e da produtividade.

No SICEA 2012 há um texto em anexo sobre uma agenda de pesquisas acerca da estrutura das Contas Ambientais. Vários pontos são destacados como necessitando de maior aprofundamento, por exemplo, técnicas de valoração, depleção de recursos biológicos naturais e desenvolvimento de classificações. Já existe, em caráter experimental, uma conta de ecossistemas que tem forte sinergia com o SICEA.

⁶¹ BOARINI, R.; JOHANSSON, A. & D'ERCOLE, M. *Alternatives Measures of Well-being*. OECD Social, Employment and migration Working Papers n° 33, 2006. Disponível em <http://www.oecd.org/dataoecd/13/38/36165332.pdf>. Acesso em 11 de maio de 2009.

⁶² EL SERAFY, S. *Green Accounting and...* *Op. cit.*

⁶³ A essa época, os dados do censo industrial e das pesquisas industriais eram levantados considerando a unidade de investigação, o estabelecimento industrial. Após 1985, não se realizaram mais censos econômicos e as pesquisas passaram a ter como unidade informante principal a empresa.

⁶⁴ WORLD BANK (2005 e 2006) *Where is the Wealth of nations? Measuring capital for the 21st Century*.

⁶⁵ EL SERAFY, S. *Green Accounting and...* *Op. cit.*

12) Qual a importância das Contas Ambientais para a Economia Ecológica?

A economia ecológica se propõe a estudar as interações entre a economia e a ecologia num contexto em que a atividade econômica é limitada pela disponibilidade de recursos naturais. As Contas Ambientais são um instrumento de enorme importância para esse tipo de estudo. O enfoque da economia ecológica e das Contas Ambientais é o mesmo, vide por exemplo, a figura 3, constante do manual do SICEA 2012, mas que bem poderia estar num livro de Economia Ecológica, pois mostra a economia contida dentro do meio ambiente.

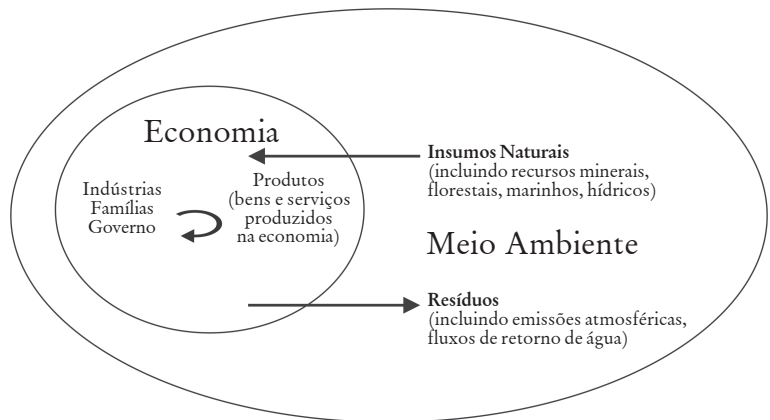


Figura 3: Fluxos físicos de insumos, produtos e resíduos. Fonte: UN et al.⁶⁶

⁶⁶ UN et al. *System of Environmental-Economic Accounting for Water*. 2012. Disponível em <http://unstats.un.org/unsd/envaccounting/seeaw/seeawwaterwebversion.pdf>. Acesso em 13 de junho em 2013. (tradução nossa).

13) Por que o Brasil está tão atrasado na elaboração das Contas Ambientais?

A razão é simples; o tema ambiental não foi prioritário nos últimos governos e isso reflete, dentre outros motivos, o pensamento da opinião pública que considera outros temas mais importantes. Um exemplo disso é a pesquisa “O que o brasileiro pensa do meio ambiente e do consumo sustentável⁶⁷”, mostrando que, em 2012 – ano da RIO+20, quando a temática ambiental estava em forte evidência –, para a população brasileira, o meio ambiente era o sexto tema em importância (12%) dentre os problemas nacionais abaixo de saúde (81%), violência (65%), desemprego (34%), educação (32%) e políticos (23%).

⁶⁷ Disponível em http://www.mma.gov.br/images/noticias_arquivos/pdf/sumario%20executivo_pesquisabrasileiro_principais%20resultados_2012.pdf

Uma razão mais específica são os altos e baixos do relacionamento entre o produtor das Contas Ambientais (IBGE) e o principal usuário dentro do governo (Ministério do Meio Ambiente – MMA). O MMA, por sua natureza, tem gestão mais instável, vide o número de ministros que por lá passaram nos últimos anos. O IBGE, ao contrário, apresenta gestão com maior estabilidade. Desde o governo do presidente Fernando Henrique Cardoso, cada presidente do IBGE permanece pelo menos quatro anos no cargo. Por conta desse descompasso, em vários momentos, mesmo depois de se estabelecerem contatos e parcerias, tudo se altera, pois mudam-se as equipes e as prioridades do MMA.

Conclusões

É complexa e crucial a relação entre o homem e o meio ambiente. Saber interagir com o meio que nos cerca é condição essencial para a sobrevivência da humanidade. É certo que nosso planeta continuará existindo daqui a alguns milhões de anos; o que não é certo é que ele seja habitado pela espécie humana. O problema das mudanças climáticas coloca de forma clara o desafio que a questão ambiental traz para a existência da humanidade.

Para elaborarmos as políticas públicas que enfrentarão esses desafios, precisamos de estatísticas. Mesmo com as limitações e questionamentos aqui apresentados, não há dúvidas de que o conhecimento aprofundado da questão ambiental passa pela elaboração das contas econômico-ambientais. Esperamos ter mostrado a relevância desse fato e quanto o entendimento da questão ambiental tem que ser pluralista, o que significa que outras abordagens (por exemplo, indicadores ambientais e de sustentabilidade) não são excludentes e sim complementares.

Paulo Gonzaga M. de Carvalho é economista, doutor em Economia, pesquisador do Núcleo de Meio Ambiente da Diretoria de Pesquisas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e professor da Universidade Estácio de Sá (UNESA).

paulo.mibielli@ibge.gov.br

Frederico Cavadas Barcellos é geógrafo, mestre em Sistemas de Gestão do Meio Ambiente e pesquisador do Núcleo de Meio Ambiente da Diretoria de Pesquisas do IBGE.

fredcavadas@ibge.gov.br

ECONOMIA SUSTENTÁVEL E MODELOS AMPLIADOS DE INSUMO-PRODUTO

Valny Giacomelli Sobrinho

Embora cercada de críticas por causa da grande quantidade de dados que requer e de sua forte associação com a planificação econômica, a análise de insumo-produto, desenvolvida por Wassily Leontief, no final dos anos 1930, tem servido a várias políticas de desenvolvimento, inclusive ao desenvolvimento sustentável. Uma versão ampliada (AIP) dos modelos básicos de insumo-produto (BIP) possibilita tratar de problemas relacionados à depleção de recursos naturais e à poluição ambiental, disseminados pelas atividades econômicas de produção e consumo. Os modelos AIP permitem rastrear não só os danos ambientais mais representativos na economia, mas também as indústrias responsáveis por eles. Além disso, como acrescentam elementos não monetários ao arcabouço monetário original, os modelos AIP conseguem mensurar o *throughput* – o custo biofísico de manutenção dos estoques de pessoas e artefatos envolvidos na obtenção do produto econômico.

Conforme uma versão mais ampla e atualizada de sustentabilidade, as atividades sustentáveis definem-se pela preocupação não só com as fossas de resíduos, mas também com as fontes de recursos naturais. De um lado, a descarga excessiva de resíduos compromete a capacidade de assimilação das fossas ambientais; de outro, a exploração demasiada de recursos naturais acelera a depleção – diminuição das quantidades de seus estoques – e a degradação – diminuição da qualidade de seus serviços – das fontes que os proveem. De um lado e de outro, o resultado é o que genericamente se denomina *poluição*. Para controlá-la, portanto, é preciso, de um só golpe, promover a gestão das fontes de recursos naturais (Economia dos Recursos Naturais) e a política ambiental voltada para os resíduos descartados nas fossas de assimilação (Economia da Poluição).

Como se percebe, fontes e fossas ambientais são duas faces de uma mesma moeda. Logo, se forem tratadas separadamente, corre-se o risco de se preservarem umas à custa das outras. Um exemplo típico é o de uma região que, ao incinerar seus resíduos sólidos e industriais para proteger suas fontes d'água, compromete, no entanto, a qualidade de seu ar, que passa a receber uma descarga excessiva de emissões.¹ Isso mostra por que gestão e política ambientais precisam ser tomadas em conjunto, reunidas num bloco definido como *planejamento ambiental*.

A análise de insumo-produto, desenvolvida por Wasily Leontief nos anos 1930, demonstra-se conveniente aos objetivos do planejamento ambiental. Embora tenha sido originalmente concebido para examinar as interdependências setoriais na economia – fluxos de bens e serviços entre as diversas indústrias –, o modelo básico de insumo-produto (tabela 1) pode ser ampliado (tabela 2) para incluir insumos e produtos ecológicos.²

Quando a ecologia da economia entra em cena, verifica-se que a unidade básica da teoria econômica tradicional – o valor ou a utilidade – é um *serviço*, não um bem.³ Por isso, quase toda a teoria econômica tradicional está, na verdade, preocupada com os serviços prestados pelos estoques materiais. Esses estoques são meros veículos que carregam serviços. Portanto, no fundo, a troca de objetos materiais na economia só ocorre por causa da preferência dos consumidores pelos serviços associados ao uso desses objetos ou pelo valor que eles podem adicionar à atividade manufatureira.

Quer dizer, os serviços é que, afinal, constituem o benefício último da atividade econômica. No entanto, para obter serviços, é preciso produzir estoques, cuja manuten-

¹ AYRES, R. U. & KNEESE, A. V. Production, consumption, and externalities. *The American Economic Review*, June 1969, vol. 59, n. 3, p. 282-297.

² FRANKHAUSER, S. & MCCOY, D. Impact analysis of environmental policy. In: FOLMER, H. & GABEL, H. L. (Eds.) *Principles of environmental and resource economics: new horizons in environmental economics*. Cheltenham, UK, Northampton, USA: Edward Elgar: The Association of European Universities, 2000. p. 202-232.

³ Conforme Frank Knight em AYRES, R. U. & KNEESE, A. V. *Op. cit.* p. 284.

⁴ *Throughput* é um neologismo anglo-saxão sem tradução correspondente em português. Semanticamente, contudo, pode-se compreendê-lo como um elemento de ligação entre os *inputs* (insumos), numa ponta, e os *outputs* (produtos), noutra.

⁵ DALY, H. E. The economics of the steady state. *The American Economic Review*, May 1974, vol. 64, n. 2, p. 15-21.

⁶ Entropia é um conceito da Termodinâmica – um campo da Física que estuda as trocas de calor entre os corpos. A “lei da entropia”, conhecida como a 2ª Lei da Termodinâmica, consiste na generalização do fato de que o calor flui do corpo mais quente para o mais frio. Daí por que se conclui que, no universo, existe uma contínua e irrevogável degradação qualitativa de energia livre (baixa entropia) em energia limitada (alta entropia).

ção e reposição implicam custo biofísico conhecido como *throughput*⁴. Então, se os serviços consistem no benefício final da atividade econômica, o *throughput* é o custo final.⁵

Pode-se daí derivar um novo conceito de eficiência econômica, denominado de *eficiência final* (equação 1). Ao invés de assentar-se simplesmente na maximização da *eficiência do serviço* (razão 2 na equação 1), a eficiência econômica deveria perseguir a minimização do *throughput*. Assim, para um mesmo nível de estoques, eleva-se não só a *eficiência da manutenção* (razão 3 na equação 1), mas também a *eficiência final* (razão 1 na equação 1).

$$\text{Eficiência final} = \frac{\overset{(1)}{\text{Serviço}}}{\text{Throughput}} = \frac{\overset{(2)}{\text{Serviço}}}{\text{Estoque}} \times \frac{\overset{(3)}{\text{Estoque}}}{\text{Throughput}} \quad (1)$$

O estoque de riqueza física (última coluna da tabela 1) descreve um fluxo acumulado de *throughput*. Esse fluxo, visto como um custo de manutenção de estoques, começa com a extração (depleção) de recursos de baixa entropia⁶ na ponta dos insumos (última linha da tabela 2) e termina com uma igual quantidade de resíduos de alta entropia (poluição) na ponta dos produtos (última coluna da tabela 2).

Tabela 1: Modelo básico de insumo-produto (BIP)

Insumos <i>i</i>	Produtos <i>j</i>	Setores de atividade econômica	Demanda final	Produto total
Setores de atividade econômica		AY	F	Y
Fatores de produção		V	–	–
Total de insumos econômicos		Y	–	–

Tabela 2: Modelo ampliado de insumo-produto (AIP)

Insumos <i>i</i>	Produtos <i>j</i>	Setores de atividade econômica	Demanda final	Produto total	Descarga no meio ambiente
Setores de atividade econômica		AY	F	Y	W
Fatores de produção		V	–	–	–
Total de insumos econômicos		Y	–	–	–
Insumos ambientais		R	–	–	–

Fonte: Versão adaptada a partir de FRANKHAUSER, S. & McCOY, D. *Op. cit.* p. 209.

Quer dizer, a entropia desse sistema é sempre crescente. Porém, o universo como um todo constitui uma estrutura isolada. Em sistemas abertos ou fechados, que se encontram longe do equilíbrio, tais como os que interessam à economia, o aumento inexorável da entropia não se aplica. Por causa de mal-entendidos como esse, é que a entropia revela-se um conceito difícil para não-especialistas e até mesmo para os físicos. Embora desprezada pelos economistas, a Termodinâmica, segundo Georgescu-Roegen (1999, [1971], p. 276), é a “Física do valor econômico”, e a lei da entropia é a “mais econômica de todas as leis físicas” (p. 280). Tal proposição deriva do objetivo primário da atividade econômica, que consiste na autopreservação da espécie humana. Mas essa autopreservação implica, prioritariamente, o atendimento de necessidades biológicas indispensáveis à sobrevivência. Como a vida biológica alimenta-se da baixa entropia, estabelece-se, assim, uma estreita conexão entre entropia e valor econômico. Ou seja, a baixa entropia é uma condição necessária para que algo seja considerado útil, ainda que a utilidade não seja a causa do valor econômico. Conforme PERMAN, R. *et al.* *Natural resource and environmental economics*. 3. ed. Harlow, England: Pearson Education, 2003. http://rapidlibrary.com/files/perman-natural-resource-and-environmental-economics-3rd-edition-pdf_ulczebmcnci89on.html; GEORGESCU-ROEGEN, N. [1971] *The entropy law and the economic process*. Cambridge, US; London, UK, 1999.

⁷ DALY, H. E. On economics as a life science. *The Journal of Political Economy*, May-June 1968, vol. 76, n. 3, p. 392-406.

Embora, na tabela 1, o produto econômico total (Y) dependa da demanda de bens finais (F) e da demanda (intermediária) de objetos materiais e bens acabados utilizados como insumos (AY), os resíduos da produção (R) e do consumo (W) não desaparecem; pelo contrário, eles permanecem no sistema, gerando mais *desserviços* do que serviços e refluindo para produtores e consumidores, quer eles os queiram, quer não. Na verdade, enquanto a tabela 1 resume-se à célula 2 da tabela 3⁷, o modelo descrito pela tabela 2 inclui as células 1 e 3.

Tabela 3: Modelo completo de insumo-produto

De (insumos)	Para (produtos)	
	Humano (economia)	Não-humano (natureza)
Humano (economia)	(2) Ciência Econômica	(1) Fossas de resíduos
Não-humano (natureza)	(3) Fontes de recursos	(4) Ecologia

Fonte: Versão adaptada a partir de DALY, H. E. *Op. cit.* p. 401.

Metodologia de insumo-produto

O modelo de insumo-produto básico descrito na tabela 1 pode ser matricialmente resumido por:

$$\begin{aligned} AY + F &= Y \\ Y &= (I - A)^{-1}F, \end{aligned} \quad (2)$$

em que **I** é a matriz identidade e **A** é a matriz de coeficientes técnicos de insumo, cujos elementos são definidos por:

$$a_{ij} = y_{ij} / Y_j \quad (3)$$

onde y_{ij} são os elementos da matriz de demanda intermediária, que registra as compras, em unidades monetárias (\$), de insumos i pelas indústrias ou setores j da economia.

Matrizes **B** e **C**, semelhantes à matriz **A**, podem ser construídas para, respectivamente, comportar a quantidade, em unidades físicas de massa ou volume, de q recursos naturais e de g resíduos envolvidos na obtenção do produto econômico **Y** pelos j setores de atividade (indústrias).

$$b_{qj} = r_{qj} / Y_j \quad (4)$$

$$c_{gj} = w_{gj} / Y_j \quad (5)$$

onde r_{qj} e w_{gj} são elementos das matrizes **R** e **W**, na tabela 2. Cada r_{qj} registra a quantidade q de recursos naturais que

cada indústria j utiliza na geração de seu produto, ao passo que as entradas w_{gj} contabilizam a quantidade de resíduo g descartada por indústria j durante a obtenção do produto setorial.

Assim como a equação 3 conduz a AY , as Equações 4 e 5 desdobram-se em:

$$R=BY \quad (6)$$

$$W=CY, \quad (7)$$

em que B e C são matrizes que contêm os *coeficientes de intensidade de poluição* por j setor de atividade.⁸ Essas matrizes correspondem, na verdade, ao *throughput* ou *custo biofísico* da produção econômica (em, por exemplo, toneladas por \$). Podem-se, então, a partir das recíprocas dos elementos que as compõem, obter novas matrizes que informam o *custo monetário* com poluição por j setor de atividade (em \$ por tonelada).

Enfim, combinando-se a tabela 2 e a tabela 3, chega-se à tabela 4:

Tabela 4: Transcrição matricial do modelo aumentado de insumo-produto (AIP)*

Produtos (j) Insumos (i)	Economia	Ecologia	Total
Economia	(2) AY (\$/\$)	(1) CY (t/\$)	Y (\$)
Ecologia	(3) BY (t/\$)	–	W (t)
Total	Y (\$)	R (t)	

(*) \$ = unidades monetárias; t = toneladas. Embora as unidades monetárias sejam indispensáveis, as unidades físicas podem ser outras que não necessariamente toneladas – por exemplo: metros cúbicos, litros, joules etc. Porém, é sempre conveniente exprimir todas as quantidades físicas numa unidade comum.

Efeitos multiplicadores e efeitos de encadeamento

Substituindo-se a equação 2 nas equações 6 e 7, chega-se a:

$$R=B[(I-A)^{-1}F] \quad (8)$$

$$W=C[(I-A)^{-1}F] \quad (9)$$

Como se nota, as equações 8 e 9 são semelhantes à equação 2, porém a carga de poluição que elas exprimem é modulada pelas matrizes de elementos híbridos B e C , que reúnem coeficientes expressos em unidades físicas de massa ou volume por unidade monetária de produto econômico.

⁸ MACHADO, G.; SCHAEFFER, R. & WORRELL, E. Energy and carbon embodied in the international trade of Brazil: an input-output approach. *Ecological Economics*, 2001, vol. 39, p. 409-424.

Derivando-se as equações 2, 8 e 9 em relação a F , obtêm-se os *multiplicadores de insumo* e os de *poluição (depleção e resíduos)*:

$$dY/dF = (I-A)^{-1} = L \quad (2)'$$

$$dR/dF = B(I-A)^{-1} = X \quad (8)'$$

$$dW/dF = C(I-A)^{-1} = Z \quad (9)'$$

Em primeiro lugar, a matriz L , acima, fornece uma estimativa de quanto deve aumentar (diminuir) a demanda intermediária por insumos produtivos em virtude de um aumento (diminuição) da demanda final (F). Da mesma forma, as matrizes X e Z estimam quanto varia a carga de poluição na economia em virtude de variações na demanda final. Menosprezar esses efeitos implica, no caso da matriz L , o surgimento de gargalos intersetoriais que dificultam a obtenção do produto econômico, em razão da falta dos insumos necessários. No caso das matrizes X e Z , essa dificuldade está associada ao esgotamento das fontes e fossas ambientais, cujas taxas de reposição de estoques de matérias-primas e de assimilação de resíduos não conseguem acompanhar o ritmo imposto pela expansão econômica. Portanto, enquanto a matriz L define a *carga de produtos e serviços* que a economia comporta, as matrizes X e Z apontam para a *sobrecarga de subprodutos e desserviços* que ela suporta.

Em segundo lugar, as matrizes L , X e Z permitem medir os chamados efeitos de encadeamento. Esses efeitos se manifestam através do fluxo de produtos e subprodutos da atividade econômica, que pode ser acompanhado em dois sentidos. Indagando-se “de onde ele provém”, rastreiam-se os encadeamentos verticais ou “para trás”; inquirindo-se “para onde ele vai”, seguem-se os encadeamentos horizontais ou “para frente”⁹.

Enquanto os encadeamentos para trás relacionam-se à oferta de insumos para determinada indústria, os encadeamentos para frente denotam a utilização do produto – isto é, quanto o produto de determinada atividade é utilizado como insumo em outras.¹⁰ Os encadeamentos para trás são medidos pelos elementos localizados nas *colunas* das matrizes L , X e Z , cuja soma indica os requerimentos totais de insumos/recursos naturais/resíduos para cada unidade de aumento na demanda final pelo produto do setor j .¹¹ Entretanto, a soma das *linhas* dessas matrizes não corresponde aos encadeamentos para frente.¹²

⁹ TEMURSHOEV, U. Key sectors in the Kyrgyzstan economy. *CERGE-EI Discussion Paper Series*, Prague, Czech Republic, 2004, n. 135, 38 p. https://www.cerge-ei.cz/pdf/dp/DP135_2004.pdf

¹⁰ JONES, L. P. The measurement of Hirschmanian linkages. *The Quarterly Journal of Economics*, May 1976, vol. 90, n. 2, p. 323-333.

¹¹ BOUCHER, M. Some further results on the linkage hypothesis. *The Quarterly Journal of Economics*, May 1976, vol. 90, n. 2, p. 313-318.

¹² JONES, L. P. *Op. cit.*

Embora as matrizes \mathbf{L} , \mathbf{X} e \mathbf{Z} contemplem os encadeamentos para trás, elas não são apropriadas para observar os encadeamentos para frente. Por causa da matriz \mathbf{A} , a matriz \mathbf{L} consiste numa matriz inversa de *insumos* ou *matriz de compras*. Para que ela se transforme numa matriz inversa de *produtos* ou *matriz de vendas*, é preciso substituir a matriz \mathbf{A} por uma matriz \mathbf{A}^* , cujos elementos são definidos por:

$$a_{ij}^* = y_{ij}/Y_i \quad (3)'$$

Definições e desdobramentos algébricos idênticos aos demonstrados pelas equações 2, 8 e 9 conduzem a um novo conjunto de multiplicadores. A soma das *linhas* das matrizes \mathbf{L}^* , \mathbf{X}^* e \mathbf{Z}^* informa quanto deve crescer o produto total, o uso de recursos naturais e a quantidade de resíduos na economia, para absorver o crescimento do produto setorial resultante de cada unidade de insumo primário acrescentada à indústria i .¹³

¹³ JONES, L. P. *Op. cit.*

$$dY/dF = (\mathbf{I} - \mathbf{A}^*)^{-1} = \mathbf{L} \quad (2)''$$

$$dR/dF = \mathbf{B}(\mathbf{I} - \mathbf{A}^*)^{-1} = \mathbf{X} \quad (8)''$$

$$dW/dF = \mathbf{C}(\mathbf{I} - \mathbf{A}^*)^{-1} = \mathbf{Z} \quad (9)''$$

As médias dos somatórios das colunas de \mathbf{L} , \mathbf{X} e \mathbf{Z} e das linhas de \mathbf{L}^* , \mathbf{X}^* e \mathbf{Z}^* servem para construir razões em relação à média total dessas matrizes (equações 10 e 11). Essas razões é que definem os índices de encadeamento vertical ou para trás (equação 10) e horizontal ou para frente (equação 11).

$$U_j = \frac{\frac{1}{N} K_j}{\frac{1}{N \times J} \sum_{j=1}^J K_j} \quad (10)$$

$$U_{i,q,g}^* = \frac{\frac{1}{J} K_{i,q,g}^*}{\frac{1}{N \times J} \sum_{i,q,g=1}^J K_{i,q,g}^*} \quad (11)$$

em que as indústrias são representadas pelas colunas $j = 1, \dots, J$; os produtos ou subprodutos, pelas linhas $i, q, g = 1, \dots, N$; \mathbf{K} representa uma matriz genérica para matrizes como \mathbf{L} , \mathbf{X} ou \mathbf{Z} ; \mathbf{K}^* é outra matriz genérica para matrizes

como L^* , X^* ou Z^* ; K_j é o somatório das colunas da matriz K ; e $K_{i,q,g}^*$ é o somatório das linhas da matriz K . Além disso, $i = j = 1, \dots, N$, mas $q \geq j$ e $g \geq j$. Noutras palavras, enquanto as matrizes L e L^* são quadradas, as matrizes X , Z , X^* e Z^* podem ser retangulares, refletindo o fato de que pode haver mais sub/produtos q , g e i que setores econômicos j .

Se, para determinada coluna ou linha, esse índice é maior que um, então a indústria, representada pela coluna j , ou o sub/produto, representado pela linha q , g ou i , exercem efeitos de encadeamento acima da média da economia. Quando o índice é o mais elevado para $j = i$, diz-se tratar-se de um *setor-chave*. Mas, quando $j \neq i$, q , g , então j é considerado um setor com fortes encadeamentos para trás, enquanto i , q , g são o produto ou subprodutos *mais básicos* da economia, por apresentarem os mais fortes encadeamentos para frente. Numa palavra, enquanto fortes encadeamentos para trás apontam para o setor *mais dependente* na economia, fortes encadeamentos para frente identificam o sub/produto *mais utilizado* em toda a indústria.

Por último, a identificação de setores-chave e sub/produtos básicos depende da variabilidade das médias de cada coluna (equação 12) ou linha (equação 13) da matriz genérica K . Quando essa variabilidade é alta, a influência do setor ou sub/produto na economia como um todo é pequena, pois concentra-se muito em torno de uma ou outra atividade. Entretanto, quando a variabilidade é baixa, a influência do setor ou sub/produto espalha-se de maneira mais uniforme pela economia, o que aprofunda a extensão de sua interdependência tecnológica e ecológica.¹⁴ Portanto, o setor com mais fortes encadeamentos para trás é aquele que apresenta $U_j > 1$ e V_j *baixo*, ao passo que o sub/produto com mais fortes encadeamentos para frente é aquele que possui $U_{i,q,g}^* > 1$ e $V_{i,q,g}^*$ *baixo*.

¹⁴ BOUCHER, M. *Op. cit.*

$$V_j = \frac{\sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i,q,g=1}^N \left(k_{i,q,gj} - \frac{1}{N} K_j \right)^2}}{\frac{1}{N} K_j} \quad (12)$$

$$V_{i,q,g}^* = \frac{\sqrt{\frac{1}{J-1} \sum_{j=1}^J \left(K_{i,q,gj}^* - \frac{1}{J} K_{i,q,g}^* \right)^2}}{\frac{1}{J} K_{i,q,g}^*} \quad (13)$$

Economia do crescimento

No passado, a identificação de setores-chave, com fortes encadeamentos para trás e para frente, foi proposta por Albert Hirschman¹⁵ para rebater energicamente a tese do *big push* (grande impulso)¹⁶, dominante em meados do século passado. De acordo com essa vertente principal à época, o crescimento das economias subdesenvolvidas não podia ser impulsionado pelo crescimento de um único setor. Se assim fosse, esse setor logo esbarraria na falta de demanda para seus produtos e na escassez de mão de obra especializada. Portanto, conforme essa “hipótese de crescimento equilibrado”, o estímulo viria a partir da expansão de toda a economia; não da de setores específicos somente.¹⁷

Hirschman retorquia esse argumento alegando que, pelo contrário, “a expansão de um único setor criaria oportunidades para outros setores e promoveria o desenvolvimento de novas atividades”¹⁸. Quer dizer, segundo uma visão schumpeteriana¹⁹ do processo, o desenvolvimento assestavava-se na “hipótese do crescimento desequilibrado”.

Seja como for, o traço comum de ambas as teses era seu pressuposto de que o mecanismo de mercado seria, por si só, insuficiente para garantir o desenvolvimento. Portanto, planejamento e algum tipo de intervenção estatal são necessários para promovê-lo.²⁰

Desafortunadamente, esse traço característico acabou por determinar o rápido declínio dessas teses, já que as aproximou demais da prática e do discurso políticos. As políticas econômicas que elas inspiraram durante a era de ouro do capitalismo deixaram-se impregnar por uma “ideologia desenvolvimentista”, baseada na crença generalizada de que o desenvolvimento econômico (capitalista) podia resolver todos os problemas da sociedade. Tal promessa, contudo, revelou-se insustentável ao longo das décadas de 1960 e 1970, quando a intensidade do crescimento econômico não redundou em melhor distribuição de seus frutos, mas em mais desemprego e mais inflação (estagflação).²¹

Aos poucos, as estratégias de desenvolvimento baseadas no Estado nacional foram substituídas por outras, que passaram a incluir temáticas globais, sobretudo de natureza ecológica. Dentro desse novo paradigma, o planejamento de longo prazo ganha importância crescente, enquanto a noção de desenvolvimento associada à industrialização envelhece prosaicamente. Ao menos em teoria, estratégias contemporâneas de desenvolvimento se voltam para a sustentabilidade física (ecológica), econômica (longo prazo) e social (inclusiva).²²

¹⁵ HIRSCHMAN, A. O. Investment policies and “dualism” in underdeveloped countries. *The American Economic Review*, Sep. 1957, vol. 47, n. 5, p. 550-570.

¹⁶ NURKSE, R. Some international aspects of the problem of economic development. *The American Economic Review*, May 1952, vol. 42, n. 2, p. 571-583.

ROSENSTEIN-RODAN, P. Problems of industrialization of Eastern and Southeastern Europe. *The Economic Journal*, Jun-Sep. 1943, vol. 53, n. 210/211, p. 202-211.

¹⁷ BACKHOUSE, R. E. Os economistas e a política, de 1939 até o presente. In: BACKHOUSE, R. E. *História da economia mundial*. São Paulo: Estação Liberdade, 2007. Cap. 13, p. 339-362.

¹⁸ BACKHOUSE, R. E. *Op. cit.* p. 356.

¹⁹ SCHUMPETER, J. A. *Teoria do desenvolvimento econômico: uma investigação sobre lucros, capital, crédito, juro e o ciclo econômico*. São Paulo: Nova Cultural, 1997. 1ª edição 1964.

²⁰ BACKHOUSE, R. E. *Op. cit.*

²¹ BONENTE, B. I. & ALMEIDA FILHO, N. Há uma Nova Economia do Desenvolvimento? *Revista de Economia*, jan-abr. 2008, vol. 34, n. 1, p. 77-100.

²² BONENTE, B. I. & ALMEIDA FILHO, N. *Op. cit.*

Economia mais sustentável

Nesse contexto, os modelos AIP destacam-se por possibilitarem analisar a duração do desenvolvimento econômico com base na carga de resíduos e na depleção de recursos naturais que sua sustentação requer. Quem sabe a intensidade tecnológica que sustenta a produtividade da economia conduza a uma intensidade ecológica insuportável no longo prazo.

A análise combinada de insumos econômicos, i , e ambientais, q e g , permite avaliar em que medida a interdependência tecnológica dos setores de atividade intensifica os efeitos da poluição através da economia. Nesse sentido, a proposição fundamental que emerge da análise ampliada de insumo-produto é que o “esverdeamento” da economia requer que os investimentos recaiam sobre os setores *menos* dependentes – isto é, com $U_j < 1$ –, visto que sua baixa interdependência tecnológica com os demais contribui para reduzir a dispersão dos impactos da poluição. Como a poluição não é a causa, mas a consequência da atividade econômica, de nada adianta controlar os poluentes sem limitar a expansão dos setores que mais contribuem para espalhá-los.

Embora não seja uma condição suficiente, a interdependência tecnológica é necessária para os efeitos de encadeamento. Na verdade, interdependência elevada sugere encadeamentos potenciais, cuja relação de causalidade deve ser investigada logo depois. No mais, mesmo que os vínculos causais não existam, os encadeamentos podem, ainda assim, reunir algum significado econômico. Por exemplo, o setor de eletricidade costuma apresentar índices relativamente elevados de encadeamento para frente. Todavia, esses vínculos não são causais. Seu valor elevado e a expansão desse setor resultam da demanda de setores usuários com fortes encadeamentos para trás.²³ Da mesma forma, a despeito de relações de causalidade, recursos naturais e resíduos com fortes encadeamentos para frente podem ser associados à atividade de indústrias usuárias com fortes encadeamentos para trás.

Uma aplicação hipotética da análise ecologicamente ampliada de insumo-produto é oferecida a seguir. Embora a tabela 5 restrinja-se aos subprodutos ambientais (resíduos), contidos na matriz de resíduos \mathbf{W} (tabela 2), o arranjo que ela apresenta pode perfeitamente incluir os insumos ambientais (recursos naturais), contidos na matriz \mathbf{R} (tabela 2).

²³ JONES, L. P. *Op. cit.*

Tabela 5: Modelo hipotético de insumo-produto aumentado (AIP) para resíduos poluentes

Produtos j Insumos i, g	Setores econômicos ($j = 1, \dots, 2$)		Vetor F de demanda final	Vetor Y do produto econômico (em \$)
	(1) Agricultura	(2) Indústria		
Matriz Y de fluxos econômicos ²⁴ (em \$) entre $i = 1, \dots, 2$ setores				
1) Agricultura	$y_{11} = 2$	$y_{12} = 1$	$F_1 = 2$	$Y_1 = 5$
2) Indústria	$y_{21} = 0$	$y_{22} = 4$	$F_2 = 6$	$Y_2 = 10$
Vetor V de pagamentos a fatores (\$) ²⁵	$V_1 = 3$	$V_2 = 5$	$V=8=F$	
Total de insumos econômicos (\$)	$Y_1 = 5$	$Y_2 = 10$		$Y = 15$
Matriz W de $g = 1, \dots, 3$ resíduos (em toneladas)	(1) Agricultura	(2) Indústria		Vetor W da descarga total de resíduos (em toneladas)
1) CO ₂	$w_{11} = 4$	$w_{12} = 9$		$W_1 = 13$
2) Resíduos Sólidos Urbanos.	$w_{21} = 3$	$w_{22} = 7$		$W_2 = 10$
3) Resíduos tóxicos	$w_{31} = 2$	$w_{32} = 5$		$W_3 = 7$

²⁴ Valores obtidos de JONES, L. P. *Op. cit.* p. 333.

²⁵ Inclui salários, lucros, importações, juros e aluguéis.

Com base nos dados da tabela 5, nas equações 3, 3' e 5, obtêm-se as matrizes A , A^* e C :

$$A = \begin{pmatrix} 0,40 & 0,10 \\ 0 & 0,40 \end{pmatrix} \quad A^* = \begin{pmatrix} 0,40 & 0,20 \\ 0 & 0,40 \end{pmatrix}$$

$$C = \begin{pmatrix} 0,80 & 0,90 \\ 0,60 & 0,70 \\ 0,40 & 0,50 \end{pmatrix}$$

A partir dessas matrizes, calculam-se os multiplicadores dispostos na tabela 6. Os resultados dos índices de encadeamento para trás e para frente do modelo BIP mostram que a “indústria” ($j = 2$) é o setor *mais dependente* (índice de encadeamento para trás = 1,08), enquanto o produto da “agricultura” ($i = 1$) é o *mais básico* (índice de encadeamento para frente = 1,14).

Tabela 6: Multiplicadores econômicos e de resíduos, índices de encadeamento e de coeficientes de variação

Multiplicador	Produtos (j) Insumos (i, g)	(1) Agricultura	(2) Indústria	Média	Desvio- padrão	Para frente ^a	Índ. Var. ^b
Insumos $L = (I - A)^{-1}$	1) Agricultura	1,67	0,28				
	2) Indústria	0	1,67				
	Média	0,83	0,97	0,90 ^f			
	Desvio-padrão	1,18	0,98				
	Para trás ^c	0,92	1,08				
	Índ. Variação ^d	1,41	1,01				
Produtos $L^* = (I - A^*)^{-1}$	1) Agricultura	1,67	0,56	1,11	0,79	1,14	0,71
	2) Indústria	0	1,67	0,83	1,18	0,86	1,41
	Média			0,97 ^f			
Poluidor $Z = C(I - A)^{-1}$	1) CO ₂	1,33	1,72				
	2) RSU ^e	1,00	1,33				
	3) Resíduos tóxicos	0,67	0,94				
	Média	1,00	1,33	1,17 ^f			
	Desvio-padrão	0,33	0,39				
	Para trás ^c	0,86	1,14				
Poluente $Z^* = C(I - A^*)^{-1}$	1) CO ₂	1,33	1,94	1,64	0,43	1,31	0,26
	2) RSU ^e	1,00	1,50	1,25	0,35	1,00	0,28
	3) Resíduos tóxicos	0,67	1,06	0,86	0,27	0,69	0,32
	Média			1,25 ^f			

(a) Equação 11. (b) Equação 13. (c) Equação 10. (d) Equação 12. (e) Resíduos Sólidos Urbanos. (f) Média total da matriz indicada na primeira coluna.

Quando se avalia a poluição, incluindo-se os resíduos, verifica-se que a “indústria” ($j = 2$) continua, neste caso, sendo o setor com maiores encadeamentos para trás (1,14). Ela é, portanto, o setor *mais dependente* do subproduto (resíduo) *mais básico* dessa economia, qual seja, o CO₂ ($g = 1$), que apresenta o maior índice de encadeamento para frente (1,31). Logo, se se quiser controlar as emissões de CO₂ na economia, é preciso deslocar os investimentos para a “agricultura” ($j = 1$), que, quando se leva em conta a poluição, é o setor que ostenta o menor índice de encadeamento para trás (0,86). Devido à sua fraca dependência dos demais setores, seu poder de dispersão do poluente mais abundante na economia (CO₂) é certamente menor do que no caso da “indústria” ($j = 2$).

Valny Giacomelli Sobrinho é economista, mestre em Planejamento Ambiental, doutor em Manejo Florestal e professor do Departamento de Ciências Econômicas e do Programa de Pós-graduação em Economia e Desenvolvimento da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). giacomelliv@yahoo.com.br

DESACOPLAMENTO (*DECOUPLING*) ENTRE CRESCIMENTO ECONÔMICO E DEGRADAÇÃO AMBIENTAL

Maria Amélia Enríquez

O padrão global de crescimento econômico predatório, por um lado, e a expansão da demanda a partir da dinâmica populacional, por outro, provocam forte pressão sobre a base de recursos naturais e, por consequência, aos serviços ecossistêmicos. Por isso, é imperativo mudar a qualidade desse crescimento, conforme sugere a ideia de *decoupling*, que significa reduzir a intensidade de consumo material por unidade de PIB, minimizar as externalidades ambientais e, ao mesmo tempo, elevar a eficiência no uso dos recursos, sem comprometer a qualidade do bem-estar. Todavia, questiona-se se essa ideia deve ser adotada por todos os países independentemente de seu nível de desenvolvimento. No caso brasileiro, há vários exemplos tanto de tecnologias sociais, quanto de tecnologias convencionais voltadas para uma economia de baixo carbono que resultam no aumento da eficiência no uso dos recursos. No entanto, verifica-se que mais do que a tecnologia em si, é necessária a adoção de medidas sistêmicas e uma reformulação na atual lógica econômica voltada para um “mundo vazio”, que considera como abundantes recursos que na realidade são escassos, neste “mundo cheio” em que vivemos.

Introdução

Em 2050, segundo a ONU, o mundo terá nove bilhões de habitantes. Não é preciso muito cálculo para constatar o que isso representa sobre a base de recursos naturais, quando se considera a demanda por infraestrutura, mobilidade, comunicação, serviços urbanos, habitação, alimentação etc. Além de sobrecarga da base física ambiental para acesso aos valores de uso direto de recursos naturais, compromete-se a demanda por serviços ecossistêmicos fundamentais para manutenção da vida na terra, tais como: renovação do ciclo hidrológico, dos solos, da biodiversidade, da regulação do ciclo do carbono, entre outros. De acordo com o *World Business Council of Sustainable Development* (WBCSD), a continuar com o atual ritmo de consumo, o modelo “*business as usual*”, em 2030, serão necessários 2,3 planetas para atender essa demanda adicional.¹

Para o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA²) não há alternativa senão reduzir a “intensidade de consumo”³ energético e material e elevar a “eficiência no uso dos recursos naturais”⁴, a fim de que as pessoas possam usufruir da mesma base de recursos de forma sustentável. A esse processo de quebra de vínculo entre crescimento econômico e uso ineficiente e predatório dos recursos e degradação ambiental o PNUMA denominou “desacoplamento”, ou *decoupling*, em inglês.

A partir das necessidades diferenciadas de crescimento econômico, conforme o nível de afluência e de consumo material dos países, tendo por objetivo discutir o conceito e a importância do *decoupling*, bem como identificar inovações, denominadas “tecnologias verdes”, e experiências nesse sentido, este artigo está estruturado em três seções.

A seção um faz uma breve referência ao contexto em que emerge o conceito de *decoupling*. A seção dois resume alguns exemplos de inovações, induzidas por necessidades dos pobres (tecnologias sociais) ou por protocolos internacionais e iniciativas do setor produtivo que resultam no aumento da eficiência no uso dos recursos naturais, ao mesmo tempo em que promovem melhorias na qualidade do bem-estar social e, inclusive, no crescimento econômico. A seção três sintetiza os principais instrumentos e os fatores que têm impulsionado a adoção de políticas pro-*decoupling*. Finalmente, nas considerações finais, são discutidos os limites do *decoupling* quanto aos desafios da superação da atual lógica econômica e enfatizadas as principais mensagens do artigo.

¹ WORLD BUSINESS COUNCIL FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT – WBCSD. *Vision 2050 – the new agenda for business*. http://www.wbcsd.org/web/projects/BZrole/Vision2050-FullReport_Final.pdf

² A sigla em inglês é UNEP (United Nations of Environment Program).

³ Entendido como a proporção de energia ou de materiais utilizados no processo produtivo (DAHLSTROM, Kristina & EKINS, Paul. Eco-efficiency Trends in the UK Steel and Aluminum Industries – Differences between Resource Efficiency and Resource Productivity. *Journal of Industrial Ecology*, Volume 9, Number 4, 2005. <http://mitpress.mit.edu/jie>)

⁴ Definido como a proporção entre duas variáveis de um mesmo tipo, sendo uma o insumo e a outra o produto; como exemplo, energia consumida e energia gerada, ou recurso natural consumido e a produção resultante (DAHLSTROM, Kristina & EKINS, Paul. *Op. cit.*).

O contexto de *decoupling*

É fato que desde meados dos anos 1960, apesar da redução em suas taxas crescimento, a escala da pressão humana sobre a terra tem-se intensificado devido ao aumento do número absoluto de pessoas – de três bilhões, em 1960, a população mundial passou para sete bilhões em apenas cinco décadas; para 2050, a previsão é de nove bilhões, nível em que se espera alcançar a estabilidade. Porém, mais do que números, o importante é considerar a composição desta população e suas necessidades diferenciadas de consumo material (tabela 1).

Tabela 1: Grupo de países – por nível de renda – renda média, taxa de crescimento e população (2010, 2050)

Grupo de países	Renda média ⁵ (US\$ bilhões)	Taxa média anual de crescimento 2009 (%)	Renda per capita média ⁵ US\$ mil	% da população global 2010	% da população global 2050
Renda alta	30.000	-3	27	18%	14%
Renda média	9.000	7	2	70%	68%
Renda baixa	300	5	0,3	12%	18%

Fonte: *Databank.worldbank.org* e Population Division of Department of Economics and Social Affairs of United Nations

Isso é importante porque os países ricos que historicamente consomem 80% dos recursos naturais representam 18% da população global.⁶ Todavia, há um contingente muito expressivo de pessoas em países emergentes que almejam alcançar esse padrão de consumo. Os altos níveis de preços das *commodities* – de base agrícola (alimentos) e outras – são fortes indícios de que já estão ocorrendo sérios desbalanços por causa disso.

Em 2010, 60 países (dos quais 38 não integrantes da OCDE)⁷ estavam classificados como de alta renda. Para esses países, nas duas últimas décadas, tomando-se o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) como um indicador de bem-estar, incrementos adicionais no PIB *per capita* não se traduzem em igual incremento na qualidade de vida, conforme demonstram diversos estudos⁸ (figura 1). Entende-se que para esse grupo a adoção de políticas de desacoplamento deva ser obrigatória

No outro extremo, há um grupo de 40 países (que estão na África, Ásia e América Latina) de baixa renda que respondem por 12% da população global e que têm elevado

⁵ Renda nacional líquida ajustada (US\$ a preços constantes de 2000).

⁶ UNEP. *Decoupling natural resources use and environmental impacts from economic growth*. A Report from Working Group of Decoupling to the International Resource Panel. FISHER-KOWALSKI, M. & SWILLING, M. *et al.* 2011.

⁷ Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) é uma organização internacional que congrega 34 países de alta renda e que aceitam os princípios da democracia representativa e da economia de mercado.

⁸ INGLEHART, R. *et al.* Development, Freedom and Rising Happiness – a global perspective (1981-2007). *Perspectives on Psychological Science*. v. 3 n. 4, p. 264-285, 2008. (http://www.worldvaluessurvey.org/wvs/articles/folder_published/publication_578/files/paps.pdf)

WWF. Planeta Vivo Relatório 2010 – biodiversidade, capacidade e desenvolvimento – http://d3nebc6yl9qz04.cloudfront.net/downloads/08out10_planetavivo_relatorio2010_completo_n9.pdf

STEINBERGER, Julia K. & ROBERTS, J. Timmons. From constraint to sufficiency: the decoupling of energy and carbon from human needs, 1975-2005. In: *Ecological Economics*, 70, p. 425-433, 2010. KRAUSMANN, Fridolin & EISENMENGER, Nina. Global patterns of materials use: A socioeconomic and geophysical analysis. *Ecological Economics*. v. 69, 2010.

WILKINSON, Richard & PICKETT, Kate. *The Spirit Level – why greater equality makes societies stronger*. New York: Bloomsbury Press, 2010.

nível de demanda material reprimida, já que grande parte dessa população se encontra abaixo da linha da pobreza. Contrariamente, para esse grupo, incrementos no PIB se traduzem imediatamente em elevação nos seus índices de desenvolvimento humano, conforme também ilustra a figura 1.

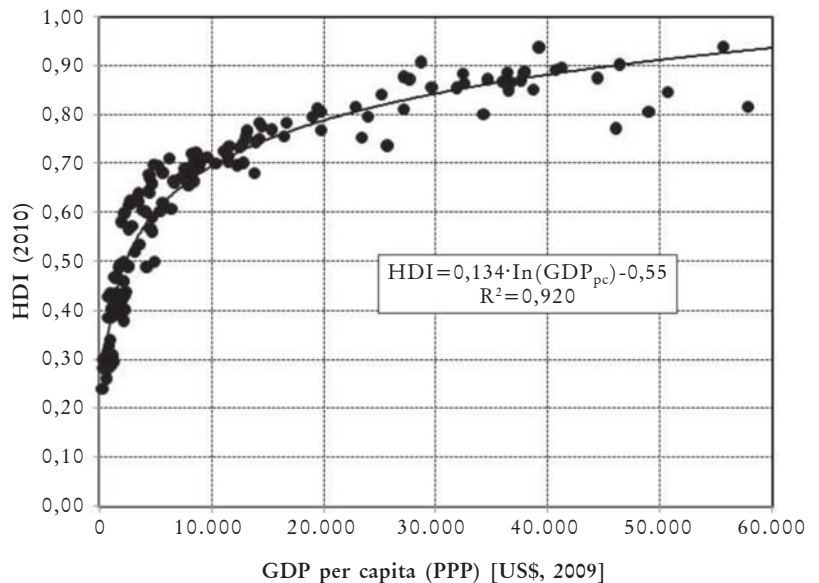


Figura 1: Inter-relação entre PIB *per capita* e IDH (eixo vertical), 2010. Fonte: <http://www.peaceworldwide.org/p/americas.html>

Na faixa intermediária, há um terceiro grupo de 105 países (57 de renda média baixa e 48 países de renda média alta) que abrigam 70% da população global. Dentro desta faixa há o subgrupo dos cinco BRICS (Brasil, Rússia, Índia, China e África do Sul) que comportam 42% da população mundial e que vêm crescendo economicamente a taxas elevadas. Embora caracterizados como de renda média, há uma grande heterogeneidade na distribuição da renda interna nesses países. No período de 2003 a 2010, ingressaram 50 milhões de pessoas nesse mercado consumidor dos BRICS.⁹

De acordo com relatório do Painel Internacional de Recursos (IRP)¹⁰ da UNEP, *Decoupling Natural Resources Use and Environmental Impact from Economic Growth*¹¹, a extração de recursos naturais (combustíveis fósseis, metais, minerais, biota e biomassa) aumentou de 40 bilhões de toneladas, em 1980, para 60 bilhões, em 2006. Essa escala tem acelerado processos que podem conduzir à exaustão de recursos renováveis e à depleção precoce de recursos não renováveis. Assim, considerando as dinâmicas populacional

⁹ NERI, Marcelo Côrtes (Org.). *Os Emergentes dos Emergentes: reflexões globais e ações locais para a nova classe média brasileira*. Rio de Janeiro: FGV/CPS, 2010.

¹⁰ <http://www.unep.org/resourcepanel/>

¹¹ Disponível em http://www.unep.org/resourcepanel/decoupling/files/pdf/Decoupling_Report_English.pdf

e de crescimento econômico, a principal mensagem do relatório é a urgência em se promover ações que possam dissociar o bem-estar econômico, tanto do consumo intensivo de materiais, quanto das externalidades ambientais que historicamente esse crescimento tem gerado.

É nesse contexto que surge também a ideia de economia verde, “não propriamente como um novo conceito, mas sim como proposta de um conjunto de instrumentos (“caixa de ferramentas”) para o desenvolvimento sustentável, isto é, entendida como um esforço pragmático de mudar a economia real na direção de torná-la alinhada (com) e promotora (do) desenvolvimento sustentável”¹². Portanto, efetivar o desacoplamento é o fim e as tecnologias verdes, ou inovações tecnológicas pró-desacoplamento, são os meios.

O desacoplamento pode ser absoluto ou relativo (figura 2). Desacoplamento relativo significa que as taxas de crescimento econômico são maiores que as do consumo material e das externalidades, isto é, o consumo material cresce, porém a taxas bem menores que o crescimento do PIB. Esse tipo de desacoplamento é o que se observa na maioria dos países desenvolvidos, a partir dos anos 1970, com a adoção de programas de eficiência energética e de ecoeficiência, entre outros, que aos poucos têm-se expandido para muitas economias em desenvolvimento e emergentes. De forma ampla tem resultado na redução de emissão de resíduos e do consumo energético por unidade de PIB.

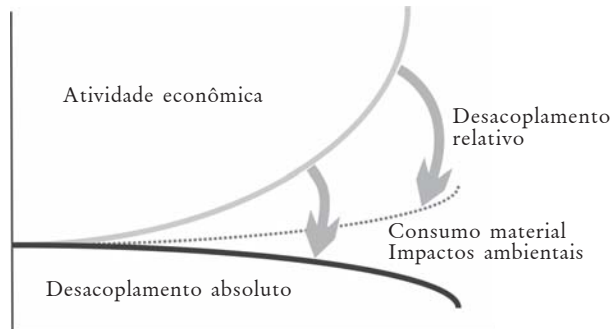


Figura 2: Desacoplamento – absoluto e relativo. Fonte: UNEP¹³

Todavia, o grande desafio é transitar para o desacoplamento absoluto, isto é, aquele em que o consumo de materiais e as externalidades se reduzam, ao mesmo tempo em que haja crescimento econômico, mas qualitativamente distinto. Esse é o tipo de desacoplamento que deve ser liderado pelos países ricos, onde as tecnologias verdes se mostram indispensáveis.

¹² Resultado da Oficina sobre Economia Verde e Desacoplamento realizado durante o IX Encontro Nacional de Sociedade Brasileira de Economia Ecológica em outubro de 2011 em Brasília, DF. (www.ecoeco.org.br)

¹³ Painel Internacional de Recursos (IRP) do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP). Decoupling Natural Resources Use and Environmental Impact from Economic Growth Disponível em http://www.unep.org/resourcepanel/decoupling/files/pdf/Decoupling_Report_English.pdf

No entanto, quando se consideram as disparidades globais dos níveis de desenvolvimento socioeconômico, restam dúvidas se o *desacoplamento*, mesmo o relativo, é uma proposta que deve ser adotada por todos, em especial, pelos países de média e de baixa renda. Nesse sentido, há fortes argumentos favoráveis¹⁴:

– os países em desenvolvimento já abrigam a maior parte da população mundial e no futuro essa proporção aumentará. Para os níveis baixos de renda, as evidências demonstram forte associação entre crescimento econômico e elevação de indicadores de desenvolvimento humano;

– a utilização mais eficiente de recursos gera como consequência redução de custos por unidade produzida, o que pode resultar no chamado “efeito Jevons” ou *rebound effect*¹⁵, em inglês, que, em última instância, diz que essa maior eficiência levará a um aumento, e não a uma diminuição, do consumo. Independente desse efeito, processos produtivos mais eficientes, conforme a proposta de *desacoplamento*, *devem ser* imprescindíveis para países com alto contingente populacional, porque também resultam em maior produção por unidade de recurso, o que significa que mais pessoas possam se beneficiar de uma mesma base física de recursos naturais;

– dado o crescimento da escala de produção e do consumo, apenas o *desacoplamento* relativo, que é aceitável para os países de renda baixa, não será suficiente para os países de renda média, como os emergentes. Estes deverão adotar um processo de produção e padrão de consumo que paulatinamente transite ao desacoplamento absoluto. Para isso, as tecnologias verdes exercerão um papel estratégico.

Adicionalmente, Liu *et al*¹⁶ chamam atenção para o fato de que é muito difícil propostas inovadoras de sustentabilidade emergirem em sociedades sob *stress* social, de guerras, indiferença aos direitos humanos fundamentais em termos de educação, saúde, habitação alimentação etc. Assim, é preciso casar políticas em prol da sustentabilidade com políticas para o alívio à pobreza.

É fato também que os países pobres e, fundamentalmente, os emergentes seguem um padrão de comportamento mimético em relação ao estilo de desenvolvimento ditado pelos países ricos. Portanto, atualizar a diretriz do padrão de consumo global para uma escala e escopo compatíveis com os limites do planeta é uma responsabilidade da qual os países ricos não podem abdicar. Assim, mudanças nessa rota devem começar por quem iniciou essa trajetória, o que significa que o esforço da transição tem de começar pelos

¹⁴ MCKINSEY & COMPANY. Caminhos para uma economia de emissão de baixo carbono no Brasil. (2010). (Disponível em http://www.mckinsey.com.br/sao_paulo/carbono.pdf, consultado em 10/10/2011)

LIU, Zhenling *et al.* Should sustainable consumption and production be a policy priority for developing countries and if so, what areas should they focus on? *Natural Resources Forum* – special issue: sustainable consumption and production, vol 34, issue I, p. 85-88, Feb. 2010.

Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente – PNUMA. *Eficiência no uso de recursos na América Latina perspectivas e implicações econômicas* – estudos de casos. Mercosul, Chile e México. PNUMA, 2011. (disponível em <http://www.pnuma.org/reo/>).

¹⁵ O Efeito Jevons deve-se à observação do economista inglês William Stanley Jevons que, em seu livro *The Coal Question* (1865), registrou que o consumo de carvão da Inglaterra aumentou depois que James Watt desenvolveu o motor a vapor a carvão, que melhorava consideravelmente a eficiência do projeto anterior de Thomas Newcomen. De forma simplificada, tal efeito refere-se a que uma diminuição no preço provocada por um aumento na eficiência levará a um aumento, e não a uma diminuição do consumo.

¹⁶ LIU, Zhenling *et al.* *Op. cit.*

países ricos. No entanto, se para os países ricos o desacoplamento é mandatário, do ponto de vista dos países pobres, o desacoplamento é uma estratégia indispensável, uma vez que:

– a proposta exige mudança de mentalidade em relação às formas convencionais de produzir e consumir. Nos países em desenvolvimento onde tudo está por fazer, há um campo fértil para o aparecimento de inovações que são muito mais fáceis de serem compreendidas e aceitas;

– há muitas alternativas de desacoplamento voltadas para o alívio da pobreza (tecnologias sociais). Os países pobres têm recursos humanos em abundância à espera de alternativas para serem inseridos na economia de forma produtiva;

– os conceitos de eficiência e de produtividade que acompanham a proposta de desacoplamento e que constituem a essência das tecnologias verdes são oportunidades para que os países de baixa renda possam dar um salto em seus processos de desenvolvimento econômico (*leapfrogging*).

Em síntese, considerando-se o cenário global de forte pressão sobre a base de recursos naturais, por um lado, e a necessidade de inclusão socioprodutiva de milhões de pessoas, por outro, a proposta de desacoplamento aparece como uma alternativa atraente não só para os países ricos, mas especialmente para os países em desenvolvimento. E essa alternativa não é algo distante, mas se baseia em ações que já estão ocorrendo em distintos níveis, conforme vários exemplos que serão apresentados a seguir.

Experiências de redução de externalidades e de intensidade de uso de recursos naturais sem comprometer o crescimento econômico

Em 2011, o PNUD lançou o relatório “Eficiência no uso de recursos na América Latina, perspectivas e implicações econômicas – Estudos de Casos – Mercosul, Chile e México”; esse relatório apresenta casos de políticas de desacoplamento quanto ao uso da água, energia e agroindústria, entre os quais se destacam:

Água

– *Taxas para a utilização da água no Brasil* – adotadas na Bacia do Rio Paraíba do Sul transformaram-se em um instrumento efetivo para a conservação da água (a extração diminuiu 16% e o consumo em 29%), bem como para o incentivo ao investimento em tecnologias para a reutilização da água, por parte das empresas;

– *Reuso de águas e políticas públicas no México* – o provisionamento alternativo com aproveitamento de água da chuva ou reutilização da água tratada, enquanto política pública gerou resultados significativos sobre o bem-estar da população da cidade do México, que sofre com a escassez de água.

Setor Agropecuário e Uso do Solo

– *Ecoeficiência nas granjas avícolas do Paraguai* – práticas de ecoeficiência incorporadas no processo produtivo indicam que cada mil dólares investidos em inovações e melhorias do sistema produtivo, orientadas a minimizar impactos ambientais, resultaram em uma economia de cerca de 10 mil dólares gastos em recuperação ambiental;

– *Certificação da produção de arroz no Uruguai* – a adoção e divulgação de inovações ecoeficientes (agricultura orgânica) desenvolvidas no setor arroseiro permitiram gerar aumento de receitas e reduzir custos de produção;

– *Produção hortifrutícola no Uruguai* – a implementação de um “Sistema de Produção Integrada” com o controle permanente das técnicas de produção e de embalagem permitiu o acompanhamento, a certificação e a rastreabilidade do produto, com ganhos de produtividade e redução de custos.

Energia e Mudanças Climáticas

– *Programa de troca de lâmpadas no Chile (Programa de Eficiência Energética)* – a substituição de lâmpadas de alto consumo em residências de baixa renda revelou que o uso das novas lâmpadas gera redução de 19% no consumo mensal de energia, reduzindo o gasto médio por energia doméstica cerca de US\$ 4/mês por residência;

– *Sustentabilidade e eficiência do biodiesel na Argentina* – o mercado de biocombustíveis adotou uma mistura obrigatória de 5% de biodiesel ao óleo diesel e 5% de bioetanol à gasolina, a partir de janeiro de 2010. Para isso foi criado um sistema de incentivos baseado em isenções fiscais e restituições de impostos federais que se aplicam às plantas instaladas para o abastecimento do mercado interno;

– *Programa de troca de equipamentos de combustão a lenha no Chile* – o programa conseguiu reduzir as emissões em 30% de gases em cidades do interior do Chile.

No Brasil, há vários exemplos de políticas e tecnologias voltadas para o melhor aproveitamento dos recursos naturais. Essas experiências foram agrupadas em dois conjuntos: as *tecnologias sociais*¹⁷, que surgem das práticas da população de baixa renda; e outras *tecnologias verdes e con-*

¹⁷ A Fundação Banco do Brasil já catalogou em torno de 450 tecnologias sociais no Brasil (<http://www.fbb.org.br/tecnologiasocial>)

vencionais, com vistas ao aumento da eficiência dos recursos, mas que são motivadas fundamentalmente por acordos e protocolos internacionais assumidos pelo país.

As tecnologias sociais, embora objetivem soluções de baixo custo para demandas específicas por acesso à energia, água, habitação, geração de renda etc., acabam resultando em propostas inovadoras que se aproximam da ideia do desacoplamento. Essas tecnologias geralmente aliam saber popular, organização social e conhecimento técnico-científico e compreendem produtos, técnicas ou metodologias reaplicáveis, desenvolvidas na interação com a comunidade e que representam efetivas soluções de transformação social.¹⁸

Há exemplos inovadores de tecnologias sociais desenvolvidas para o acesso à energia, à água, para reutilização de materiais e reciclagem¹⁹, tais como:

Aquecedor Solar de Baixo Custo (ASBC)

– Substitui parcialmente a energia elétrica consumida por 36 milhões de famílias brasileiras usuárias do chuveiro elétrico, em casas e apartamentos, num prazo de dez anos em todo território nacional. Isso poderá gerar uma economia energética entre 5% a 6%, além da redução de 10 M de tons CO₂ pelas novas usinas termoelétricas por ano (www.sociedadedosol.org.br/);

Óleo Vegetal usado como Biocombustível

– elimina resíduos poluidores despejados no esgoto e cria alternativa de combustível limpo e econômico para máquinas e equipamentos movidos a diesel por agricultores orgânicos familiares. Para cada 10 litros de óleo vegetal usado é possível produzir cerca de 6 litros de combustível. Essa tecnologia já beneficiou 160 agricultores familiares e capacitou várias turmas de técnicos em quatro núcleos regionais da Rede Ecovida de Agroecologia (www.youtube.com/watch?v=tjmoLZ9j9Dk)

H2Sol – Água Solar

– extrai água das pedras, dessaliniza e purifica a água para plantar produtos de alto valor agregado e inovação tecnológica, com energias limpas e manejo adequado da água e dos recursos ambientais, para pessoas que sobrevivem abaixo da linha de pobreza, no semiárido do Nordeste Brasileiro. Na comunidade em que o sistema foi adotado, a renda familiar mensal passou de R\$ 90,00 para R\$ 500,00; além de possibilitar o abastecimento permanente de água em área que sofre com problema permanente de seca. (<http://www.ecoengenho.org.br>)

¹⁸ DAGNINO, Renato; BRANDÃO, Flávio Cruvinel & NOVAES, Henrique Tahan. Sobre o marco analítico-conceitual da tecnologia social. In: BRANDÃO, F. C. et al. (Org.). *Tecnologia social: uma estratégia para o desenvolvimento*. Rio de Janeiro: Fundação Banco do Brasil, 2004. RODRIGUES, Ivete & BARBIERI, José Carlos. A emergência da tecnologia social: revisitando o movimento da tecnologia apropriada como estratégia de desenvolvimento sustentável. *Revista de Administração Pública – RAP*, 42 (6):1069-94, nov./dez., 2008. LUSTOSA, M. Cecília J. & BARBOSA FILHO, Agripino C. G. *Pressão do Mercado ou Regulamentação: determinantes das inovações ambientais na cedia produtiva do etanol*. Paper apresentado no Congresso da ANPPAS. São Paulo, 2010.

¹⁹ Banco de Tecnologias Sociais da Fundação do Banco do Brasil (<http://www.fbb.org.br/tecnologiasocial/>), consultado em 10 de maio de 2013.

Energia Solar em Pequenas Irrigações para Produção de Frutas e Hortaliças

– beneficia comunidades carentes e fortalece a agricultura familiar em cultivos diversificados; possibilita o aproveitamento de materiais existentes na propriedade para adubação (composto orgânico); propicia o controle de pragas e doenças com uso de inseticidas e repelentes naturais, produzindo alimentos mais limpos e saudáveis; permite produção e trabalho no campo o ano inteiro, ajuda a combater o êxodo rural, melhora a alimentação, a qualidade de vida e a saúde das famílias envolvidas, além da renda das famílias. (<http://www.institutoagropolos.org.br/>)

Desinfecção Solar de Água

– 60% das mortes de crianças e 85% das doenças nas tribos indígenas são originadas por água contaminada. A situação dos ribeirinhos é idêntica. Isso pode ser mudado se as comunidades tiverem à disposição equipamentos para purificação de água. O projeto beneficia aldeias indígenas, comunidades ribeirinhas, assentamentos caboclos e embarcações, permitindo seu uso em localidades sem eletrificação. Nas aldeias estão sendo produzidos entre 1.000 e 2.000 litros de água potável diariamente. (www.aguasolar.info)

Ecobolsa Brasil

– o banner é material de difícil descarte, pois não se enquadra nos padrões atuais de reciclagem. Em eventos e feiras de negócios, a utilização de banners chega a mais de uma tonelada de material, que é descartado após o período do evento. O projeto propicia a inclusão socioeconômica de mulheres, costureiras e artesãs e a redução do impacto ambiental. (<http://ecobolsabrasil.wordpress.com/>)

Central de Valorização de Materiais Recicláveis (C. V. M. R.):

Atuação em Rede – em média, somente 10% do material reciclável das residências são coletados e reciclados. O projeto permite a formalização das 20 cooperativas/associações, com a geração de trabalho e renda para 1.080 catadores diretos e 12.500 beneficiários indiretos; o pagamento do melhor preço dos resíduos sólidos comercializados diretamente para indústria; o recolhimento da contribuição ao INSS e direitos trabalhistas por meio de empreendimentos organizados em associações e cooperativas de catadores; a erradicação do trabalho de crianças em aterros e lixões, por meio do exercício da profissão de catador.

Fabricação de Vassouras com Utilização de Plásticos PET

– a medida visa combater o desemprego e a poluição ambiental. A produção no novo processo chega a 300 vassouras/dia, que são comercializadas nos pequenos comércios e em algumas prefeituras. O lucro apurado é distribuído entre os associados, gerando uma renda que varia de R\$ 200,00 a R\$ 450,00 por mês para 20 pessoas e suas famílias, diariamente beneficiadas com a venda das vassouras e dos subprodutos (aparas). Toda a cidade se beneficia com a eliminação de 1.200 garrafas que poluíam o meio ambiente. (<http://www.petlimpa.com.br/>)

Fábrica de Tijolos Ecológicos

– beneficia comunidades localizadas na periferia da cidade de Uberlândia (MG) resultantes, em sua maioria, de assentamentos irregulares, propiciando inclusão social, geração de emprego e renda, além de reduzir o custo da obra acabada em, aproximadamente, 20%, em comparação com a alvenaria convencional. (<http://acaomoradia.org.br/>)

Um elemento comum entre essas tecnologias é que elas surgem de uma necessidade social concreta, cuja solução leva a inovações não somente no produto ou no processo tecnológico, mas, acima de tudo, na forma de implementação e no arranjo institucional necessário para efetivá-las. Para esse conjunto, são indispensáveis parcerias entre comunidades, empresas e sociedade civil, além de governos locais, visando formar, capacitar, promover cooperação tecnológica e, principalmente, assegurar condições para o acesso ao crédito, a fim de que possam ser replicadas. Os resultados apontam para a melhoria das condições de vida, da renda, do emprego, aliados ao melhor uso dos recursos naturais.

A necessidade de controle das emissões dos gases de efeito estufa (GEE) é outro fator que surge no Brasil como um dos principais motivadores para a adoção de políticas ambientais e de tecnologias verdes. Isso ocorre, em grande parte, por causa de compromissos para cumprir acordos e protocolos internacionais, pois desde a Rio-92 o Brasil é signatário da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC) e, a partir de 2008, já vigora no país o Plano Nacional de Mudança Climática que impõe uma série de metas. Assim, são vários os exemplos de políticas setoriais direcionadas a enfrentar problemas decorrentes das mudanças climáticas²⁰, das quais se pode destacar:

²⁰ MCKINSEY & COMPANY. *Op. cit.*
BANCO INTERNACIONAL PARA A RECONSTRUÇÃO E DESENVOLVIMENTO / BANCO MUNDIAL. *Estudo de Baixo Carbono para o Brasil – Relatórios síntese sobre – Energia, Resíduos, Transportes e Florestas*, 2010.
MOTA, Ronaldo. *et al.* (Orgs.). *Mudança do Clima no Brasil – impactos econômicos, sociais e regulatórios*. Brasília: IPEA. 2011.

Energia

– a geração de energia deverá dobrar nos próximos 20 anos. A utilização do etanol, como alternativa energética, também gera externalidades – desmatamento, perda da biodiversidade, poluição das águas e disposição inadequada de resíduos. Há um grande esforço institucional e de políticas para reduzir os problemas, como apontam: a Lei de Eficiência Energética – Lei n. 10.295, de 2001; mecanismos de financiamento às energias limpas – BNDES; a política de combate ao desperdício de Energia Elétrica (Procel) – 1985; o Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE) – 1984; o Fundo Setorial de Energia (CTErg) – Lei 9.991/2000 etc.

Transporte Rodoviário

– o setor consome 50,5% de derivados de petróleo. Projeta-se um crescimento acelerado da frota brasileira de 115%, entre 2005 e 2030, quando deverá atingir 49 milhões de veículos, sendo grande parte do crescimento originado por veículos leves. O Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores (Proconve) prevê o aumento do biodiesel e da participação do etanol na frota. O Plano Nacional de Logística de Transporte (PNLT), além do Plano Nacional de Mudança Climática (PNMC), visam reduzir emissões de CO₂.

Siderurgia

– a capacidade produtiva deve atingir aproximadamente 95 Mt até 2030 (três vezes a capacidade atual). Há domínio das usinas integradas que emitem 2,5 vezes mais carbono do que as usinas elétricas, que utilizam metais reciclados. Existem vários programas empreendidos pelas empresas associados à eficiência energética, além do uso do carvão vegetal proveniente de reflorestamento.

Química

– as emissões devem crescer 2,4%, acompanhando a intensa expansão esperada para o setor. Uma grande parte desse crescimento resulta de emissões diretas de vários gases de efeito estufa gerados nos processos químicos. Para contornar os problemas, há vários programas de ecoeficiência adotados pelas empresas, como a troca do combustível utilizado para a geração de energia, deslocando o uso de carvão e ampliando o uso do gás natural e de biomassa (por exemplo, bagaço de cana), entre outros.

Cimento

– em 2030, a produção deve ser três vezes maior do que a de 2005. Este rápido crescimento gera aumento de 1,7 vezes durante o período, e faz do setor o que mais amplia suas emissões no Brasil. Há um processo de substituição do clínquer por materiais alternativos²¹, como a escória da produção siderúrgica, que reduz diretamente as emissões do setor. A produção de clínquer co-processado também reduz o consumo de energia.

²¹ MARINGOLO, Wagner. *Clínquer co-processado: produto de tecnologia integrada para sustentabilidade e competitividade da indústria do cimento*. Tese de doutorado. São Paulo: USP, 2001.

Resíduos

– o setor de tratamento de resíduos sólidos e de efluentes (esgoto residencial e águas industriais) representa uma das de maiores oportunidades de abatimento de GEE no Brasil, depois do uso da terra (floresta e agricultura) e dos transportes terrestres. No cenário base para 2030, essas emissões devem crescer moderadamente, 26% em relação a 2005, já considerando as iniciativas existentes para tratamento de gases de aterros, que são: Política Nacional de Resíduos Sólidos, Plano Nacional de Recursos Hídricos, Plano Nacional de Saneamento Básico, Plano Nacional de Resíduos Sólidos, Plano Nacional de Produção e Consumo Sustentáveis, Sistema Nacional de Informações sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (SINIR), Cadastro Nacional de Operadores de Resíduos Perigosos, Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras de Recursos Ambientais etc.

Edificações

– o setor de edificações residenciais e comerciais tem representatividade limitada no Brasil, respondendo por cerca de 1% das emissões estimadas para o caso base em 2030. Há pacotes de eficiência energética; melhorias em projetos de isolamento térmico e de fluxos internos do ar em novos edifícios, utilizando materiais e técnicas mais eficientes na edificação de paredes, telhados, pisos e janelas.

Agricultura

– a agricultura é o segundo setor que mais emite GEE no Brasil, 29% das emissões no caso base para 2030, com 820 MtCO₂e, atrás somente do setor florestal. Os GEE são o óxido nitroso (46%) e o metano (54%), ao invés de dióxido de carbono. Diversas oportunidades de abatimento do setor estão relacionadas ao sequestro de carbono. Estudos da Embrapa e da FAO11 indicam que há no Brasil de 100 Mha a 188 Mha de solos degradados, principalmente no Cerrado e na região litorânea do País.

Florestas

– A mudança de uso da terra é a principal fonte de emissões de GEE no Brasil. O desmatamento responde por 55%, além disso, há outros impactos negativos, como a perda de biodiversidade e as mudanças no regime de chuvas. O Brasil detém o maior estoque de florestas tropicais do mundo (em torno de 460 Mha), mais da metade do total mundial. É também o país que apresenta uma das maiores taxas de desmatamento absoluto. Como alternativas, o Plano Nacional de Mudança Climática estabeleceu meta de redução de 70% do desmatamento até 2017 e sua eliminação até 2040. Há também o Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAM), que resultou em 60% de redução da área anualmente desmatada no período entre 2003 e 2008.

Esses exemplos mostram, de maneira resumida, que há dois padrões de indutores do desacoplamento: 1) Setores com forte potencial de emissão – energia, resíduos, florestas – para os quais há todo um desenho regulatório consistente em termos de leis, planos, projetos e instituições; portanto, por seu amplo alcance nos mais variados setores a Lei Nacional de Mudança Climática tem sido um importante fator de indução de políticas e tecnologias voltadas para sustentabilidade; e 2) Setores que ainda não contam com tal desenho e que estão associados às industriais de média intensidade de emissões – siderurgia, cimento, química, transportes terrestre – para os quais já há algumas iniciativas de ecoeficiência, que são adotadas na medida em que contribuam para promover redução de custos (e não o contrário), em uma estratégia de duplo dividendo (*win-win*).

Para Lustosa & Barbosa Filho²², com base em estudo de caso da cadeia produtiva do etanol, as inovações ambientais adotadas pelas empresas acontecem por causa de pressões da legislação e de uma nova dinâmica dos mercados, que valoriza cada vez mais o meio ambiente, além de promover melhoria de competitividade via redução de custos.

Assim, observa-se que os motivadores para adoção de tecnologias verdes no Brasil, para além de estratégias voltadas para estimular o uso de práticas ecoeficientes, são ações orientadas para a gestão da qualidade ambiental em sentido amplo, as quais exigem medidas estruturantes com base na criação de leis, modelagem institucional e uso efetivo de instrumentos para melhor regular o consumo e a utilização dos recursos naturais. Isso significa que a simples incorporação de tecnologias, embora condição necessária, não é, de forma alguma, suficiente para o enfrentamento desse desafio.

²² LUSTOSA, M. Cecília J. & BARBOSA FILHO, Agripino C. G. *Op. cit.*

O caso das emissões de gases do efeito estufa é bem sintomático: enquanto nos países desenvolvidos as principais fontes de emissão estão associadas aos setores industriais, de transportes e outros intensivos em tecnologias poluentes, para os quais a adoção de tecnologias mais limpas e ambientalmente amigáveis, em tese, é suficiente para minimizar o problema, no Brasil, as principais fontes estão associadas ao mau uso de seus recursos naturais, particularmente à destruição das florestas (tabela 2). Isso significa que a solução do problema é bem mais complexa e requer medidas que vão muito além da mudança de padrão tecnológico, pois implicam mudanças de valores e outros câmbios institucionais em amplo sentido.

Tabela 2: Participação percentual das emissões de gases do efeito estufa (por setor produtivo) – projeção para 2030

Setores/atividades	Mundo	Brasil	Brasil (2005)
Indústria	31	13	1,6
Energia elétrica	27	3	3,1
Agricultura e florestas	22	72	76,3
Desmatamento	nd		55

²³ MINISTÉRIO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA – MCT. Inventário Brasileiro das Emissões e das Remoções Antrópicas de Gases do Efeito Estufa. (disponível em http://www.mct.gov.br/upd_blob/0207/207624.pdf consultado em 20/10/2011). MCKINSEY & COMPANY. *Op. cit.*

²⁴ MCKINSEY & COMPANY. *Op. cit.*

Fonte: MCT e McKinsey & Company²³

De acordo com relatório McKinsey & Company²⁴, em 2005, a intensidade *per capita* de emissões brasileiras era de 12 toneladas (t) CO₂, comparável a países industrializados europeus, com emissões em torno de 10t CO₂ *per capita*. Se o setor florestal fosse desconsiderado, as emissões brasileiras cairiam para 5t CO₂ *per capita*, o que posicionaria o País a um nível de emissões baixo/moderado.

No caso particular do controle e eliminação do desmatamento da Amazônia, o relatório McKinsey propõe uma série de medidas sistêmicas que exigem fortalecimento das instituições (regularização fundiária, reforço ao sistema de segurança e policiamento, judiciário), sistemas de monitoramento (ambiental, garantia de origem, guardiões da floresta), criação de mecanismos de incentivos (manutenção e recuperação da floresta, créditos/subsídios para produtos alternativos, penalidades por atividades não sustentáveis ou predatórias) e ações voltadas para a produção do desenvolvimento local em bases sustentáveis, entre outras.

É importante destacar que tais alternativas obviamente implicam altos custos, estimados em 5,7 bilhões de euros ao ano, até 2030, para que essas iniciativas sejam adotadas de fato e provoquem os efeitos esperados. Todavia, o relatório

rio pouco explora questões sobre o custo de operacionalização dessas políticas e da responsabilidade pelas ações, muito embora isso seja crucial para o seu êxito.

Instrumentos e políticas que têm impulsionado a adoção de Tecnologias Verdes

A pequena amostragem de experiências nacionais e internacionais permite verificar que políticas para promoção de práticas de desacoplamento mais bem sucedidas estão associadas a mudança de atitude e estratégias mais eficientes para o uso dos recursos. Nesse sentido, os instrumentos de políticas exercem papel fundamental. Das experiências dos países latino-americanos e do Brasil, é possível identificar três categorias de instrumentos:

– *Instrumentos coercitivos*, ou de comando e controle, em que o agente é compulsoriamente conduzido pelo poder público (leis, decretos, portarias, instruções normativas etc.). Exemplos: adição de biocombustíveis ao biodiesel na Argentina e no Brasil; programas de eficiência energética no Brasil.

– *Instrumentos indutivos, ou de mercado* (tributos, taxas, contribuições, compensações etc.), voltados para guiar o comportamento dos agentes produtivos em prol dos objetivos da política. Exemplo: taxa pelo uso da água no Brasil. Nessa categoria também se enquadram os gastos governamentais para a oferta de bens públicos produzidos de forma sustentável, como o do sistema de abastecimento de água no México.

– *Instrumentos persuasivos, ou de comunicação*, como um intenso programa de diálogo com atores-chave, por intermédio de iniciativas inovadoras que promovam melhor controle e gestão dos recursos. Exemplos: os Comitês de Bacia, alianças entre setor público e setor privado, organizações dos interessados em rede, articulação entre grupos de interesse etc.

Os indutores desse conjunto de mudanças são de três naturezas:

– *Exigências internacionais* estabelecidas em acordos e protocolos de certificação ambiental, como por exemplo, os programas de eficiência energética no Chile, programas de mudança climática no Brasil, de ecoeficiência nas granjas do Paraguai. Isso contribui para que a política pública apresente com melhor clareza os resultados que quer alcançar – expressos nos planos, projetos e programas – e oriente melhor as ações dos agentes produtivos para o alcance das metas desejadas.

– *Ganhos econômicos ou perspectivas de melhor inserção nos mercados.* Como exemplo, as exigências do sistema financeiro para concessão de empréstimos, em que as empresas devem assumir compromissos com redução de emissões de GEE, aumento de eficiência etc. Há também a própria percepção de ganhos das empresas, como no caso das indústrias cimenteira e siderúrgica.

– *Necessidades sociais* que se expressam nas tecnologias sociais de baixo custo e alta replicabilidade. A água solar é um exemplo de solução ambiental aliada a um programa de geração de renda para população excluída. Citam-se, ainda, as tecnologias para desinfecção de água para atender a necessidade dos ribeirinhos da Amazônia, além dos vários projetos reativos à reciclagem de materiais atrelados a programas de geração de emprego e renda, entre outros.

Importa enfatizar que os acordos internacionais exercem papel decisivo para o desenho de “políticas públicas verdes” nos países em desenvolvimento. Os compromissos assumidos para com os protocolos internacionais aparecem como importante fator de pressão. No Brasil, há muitos exemplos nesse sentido: Plano Nacional de Mudança Climática (2008), Plano Nacional de Produção e Consumo Sustentável (2011), Plano Nacional de Resíduos Perigosos, Programa de Controle de Poluição do Ar por Veículos Automotores (Proconve), Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAM) etc. Todos têm origem em algum tipo de protocolo internacional e caracterizam-se pela imposição para criar marcos legais, estabelecer normas, elaborar planos, programas e projetos com vistas a atender os acordos internacionais pactuados.

Vale ressaltar também que, para grande parte dos casos, o envolvimento do setor privado, desde o início da implantação da política, é um dos elementos que garantem a continuidade das políticas; os exemplos das granjas do Uruguai, dos programas de eficiência energética no Brasil e no Chile ilustram isso. Pelo lado adverso, a complexidade institucional – vários níveis de governo regulando um mesmo setor – pode dificultar a boa articulação das políticas (exemplo: o setor de transportes no Brasil).

Considerações finais

O mundo mudou e está muito mais interdependente, tanto por causa dos avanços tecnológicos como pela maior integração econômica propiciada pela globalização. Todavia, é preciso reconhecer que ainda há grandes desafios para se

promover a mudança do padrão predatório e ineficiente que tem conduzido à insustentabilidade planetária. Um desses desafios é mudar a lógica econômica que está assentada em um sistema de preços deformados a partir de informações distorcidas.

Sabe-se que em uma economia de mercado os preços são as principais referências e sinalizadores para balizar a conduta dos agentes econômicos. Quando as informações que formam os preços estão distorcidas, os agentes interpretam que um recurso escasso (recursos naturais e serviços ambientais) é abundante, já que este não tem preço ou se tem, é baixo. Como exemplos dessa falta de informações corretas, destacam-se os serviços ecossistêmicos²⁵ que, não raras vezes, são ignorados nos sistemas de preços, entre eles: a absorção de carbono na atmosfera, cujo efeito mais imediato é a mudança climática; a regulação dos ciclos hidrológicos, a base da biodiversidade etc. Como resultante desse descaso, observa-se a proximidade do limite da resiliência de recursos hídricos devido ao sobreuso; o desaparecimento de espécies; o aumento da desertificação; o aumento do custo de oportunidade para acessar recursos minerais; a redução da base que abriga a biodiversidade, entre outros.

Essa distorção conduz a uma alocação ineficiente de fatores produtivos. Porém, tão grave quanto a ineficiência produtiva são os efeitos secundários distributivos, que fazem com que os agentes recebam de forma desproporcional à sua contribuição para a formação da real riqueza da sociedade.

É interessante notar que pouca atenção é dada a essa óbvia ligação entre distribuição/eficiência/alocação e sistema de preços. Isso tem profundas implicações na forma com que a sociedade usa os recursos de que dispõe, pois se o sistema de preços não refletir a real abundância ou escassez, aquilo que se julgava eficiente, na realidade não é, e a distribuição que se presumia justa é de fato iníqua e fonte de mais distorções.

Daly²⁶ alerta que toda a estrutura teórica da economia convencional foi desenhada para um “mundo vazio”, ou seja, para um mundo em que o custo de oportunidade do uso e ocupação da terra era praticamente nulo, devido à grande abundância desse recurso, em que o recurso capital, então nascente, era raro. No entanto, o grande desafio é criar um sistema adaptado para a atual realidade de mundo cheio, onde a lógica tradicional da escassez se inverteu – o capital financeiro é abundante, os recursos naturais e ambientais é que são raros.

²⁵ De acordo com a publicação *Millennium Ecosystem Assessment*, 2005, os serviços ecossistêmicos podem ser: 1) de Provisão: madeira, frutas, medicamentos, alimentos e água; 2) de Regulação: controle de inundação, controle de pragas, controle de erosão; e 3) de Suporte: ciclo dos nutrientes, valores culturais e espirituais, conservação dos recursos genéticos, habitat para polinizadores etc.

²⁶ DALY, Herman. *Ecological Economics and Sustainable Development: Selected Essays of Herman Daly*. Cheltenham, UK; Northampton, Mass, USA: Edward Elgar, 2007.

Cabe ressaltar que o uso mais eficiente e sustentável dos recursos, por si só, não garante uma redistribuição nem uma melhoria na utilização desses benefícios por parte da sociedade, nem pelos setores mais desfavorecidos. O poder público deve garantir que a capacidade de ser mais competitivo ou mais eficiente não se concentre naqueles produtores que têm maior acesso a recursos ou mercados. A iniciativa em prol da difusão de tecnologias sociais vem ao encontro dessa diretriz. Isso significa que os incentivos para a eficiência e a sustentabilidade não devem ser discriminatórios, e para tanto será necessário, também, adotar estratégias ou enfoques particulares para os setores menos favorecidos. Para isso, deve haver políticas e incentivos que considerem, especificamente, os empreendimentos pequenos.

Historicamente, o uso dos recursos naturais tem-se pautado por desperdício e degradação, por motivos que vão desde a ausência de um sistema adequado de regulação e controle, dificuldades de acesso às técnicas que permitam o uso mais racional dos recursos, até a falta de consciência dos agentes produtivos devido aos incentivos distorcidos que recebem, resultando em práticas produtivas insustentáveis.

Assim, para além de estratégias de ecoeficiência e adoção de tecnologias verdes que viabilizem a promoção do “desacoplamento” e o conseqüente uso sustentável dos recursos naturais, são necessárias ações orientadas para a gestão da qualidade ambiental. Tais ações exigem medidas estruturantes que passam pela criação de marcos legais, modelagem institucional e adoção efetiva de mecanismos e instrumentos para melhor regular o uso dos recursos naturais. Isso significa que a mera incorporação de tecnologias, embora condição necessária, não é, de forma alguma, suficiente para a realização desse desafio.

Todavia, além da mudança do marco legal e do ordenamento institucional, para uma efetiva mudança de atitude rumo às práticas mais sustentáveis, é necessária uma mudança cultural, o que requer um disseminado programa de educação, em todos os níveis, inclusive de educação ambiental, e de incentivos adequados para a mudança de conduta dos agentes degradadores e poluidores.

Maria Amélia Enríquez é graduada em Economia, PhD em Desenvolvimento Sustentável, membro do Painel Internacional de Recursos do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente e professora e pesquisadora da Universidade Federal do Pará (UFPA) e da Universidade da Amazônia (UNAMA).

amelia@ufpa.br

BRASIL, COMÉRCIO EXTERIOR
E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL
UMA CONCILIAÇÃO POSSÍVEL?

Luciana Togeiro de Almeida
Marcelo Fernando Mazzero

Evidências empíricas sobre o perfil ambiental do comércio exterior brasileiro no período 1990-2011 foram aqui reunidas a partir de uma metodologia que especifica os efeitos ambientais do comércio em escala, composição (setorial) e tecnológico. Os dados indicam reforço da especialização exportadora brasileira em setores intensivos em recursos naturais e com alto potencial de poluição, o que denota uma tendência de crescentes pressões ambientais deste comércio exterior. Tais resultados corroboram estudos empíricos anteriores, que apontaram a vulnerabilidade ambiental desse padrão de comércio. Em outras palavras, revelam inércia na promoção de relações comerciais mais favoráveis para o desenvolvimento sustentável brasileiro.

Introdução

Logo após o estouro da crise financeira internacional de 2008, o governo brasileiro exaltava a resistência aos choques externos que a economia brasileira exibia com seus “fundamentos macroeconômicos robustos” e elevado nível de reservas internacionais (cerca de 370 bilhões de dólares). Uma vez construída essa base sólida, a estratégia de crescimento adotada pelo governo foi o apoio à demanda interna, através do consumo de massa induzido por políticas fiscais ativas – transferência de renda e incentivos fiscais. Por outro lado, no que diz respeito ao perfil do comércio exterior, vários estudos apontam para a evidência de reforço da especialização das exportações em produtos primários e manufaturados, baseados em recursos naturais. Para além da discussão sobre a vulnerabilidade econômica deste padrão de comércio exterior, tema frequentemente explorado em análises sobre os desequilíbrios das transações correntes do país, a questão central investigada neste artigo é a sua vulnerabilidade ambiental, seguindo a trilha de estudos empíricos anteriores como os de Veiga, Castilho & Ferraz Filho¹; Schaper²; Young & Pereira³; Schaper & Vérez⁴; Young & Lustosa⁵; Almeida, Mazzer & Ansanelli⁶.

Metodologia

A metodologia aqui utilizada para a análise do perfil ambiental do comércio exterior do Brasil segue de perto – com algumas adaptações e complementos – a de Schaper⁷, que especificou indicadores para os efeitos escala, composição (setorial) e tecnológico, decomposição analítica esta originalmente proposta por Grossman & Krueger⁸.

Apesar das limitações desta metodologia para mostrar os impactos ambientais do comércio, especialmente por não incluir indicadores biofísicos, ao menos é útil para indicar tendências de pressão ambiental decorrentes das exportações do país, além de ser uma maneira de contornar a falta de dados ambientais para a realização de estudos empíricos. Isto significa que os indicadores aqui utilizados captam apenas as pressões ambientais do comércio exterior brasileiro resultantes de maior demanda por recursos naturais e de potencial de geração de poluição dos setores exportadores, mas não servem como indicadores de deterioração ambiental.⁹

¹ VEIGA, P. da M.; CASTILHO, M. R. & FERRAZ FILHO, G. *Relationships between trade and the environment: the Brazilian case*. Rio de Janeiro: Fundação Centro de Estudos do Comércio Exterior – FUNCEX, 1995.

² SCHAPER, M. *Impactos ambientales de los cambios en la estructura exportadora en nueve países de América Latina y el Caribe: 1980-1995*. Santiago de Chile: CEPAL, 1999.

³ YOUNG, C. E. F. & PEREIRA, A. A. *Controle Ambiental, Competitividade e Inserção Internacional: uma análise da indústria brasileira*. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 28., 2000, Campinas. *Anais...* [S. l.]: Associação Nacional dos Centros de Pós Graduação em Economia – ANPEC, 2000.

⁴ SCHAPER, M. & VÉREZ, V. O. *Evolución del comercio y de las inversiones extranjeras en industrias ambientalmente sensibles: Comunidad Andina, Mercosur y Chile (1990-1999)*. Santiago de Chile: CEPAL, 2002.

⁵ YOUNG, C. E. F. & LUSTOSA, M. C. J. *Meio Ambiente e Competitividade na Indústria Brasileira*. *Revista de Economia Contemporânea*, Rio de Janeiro, v. 5, n. Especial, p. 231-259, 2001. Instituto de Economia da UFRJ.

⁶ ALMEIDA, L. T. de; MAZZER, M. F. & ANSANELLI, S. L. de M. *The Bilateral Trade Brazil-European Union: Limits for the transition to a Green Economy?* In: International Society of Ecological Economics Conference, 12a., 2012, Rio de Janeiro. *Anais...* Rio de Janeiro: ISEE, 2012.

⁷ SCHAPER, M. *Op. cit.*

⁸ GROSSMAN, G. M. & KRUEGER, A. B. In: GARBBER, P. M. (Ed.). *Mexico-U.S. Free Trade Agreement*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 1991. p. 13-56.

⁹ Importante mencionar que usamos a nomenclatura SITC Rev. 4 de UNITED NATIONS – UN. Department Of Economic And Social Affairs. *Standard International Trade Classification: Revision 4*. New York: United Nations Publication, 2006. Ainda, segundo LIMA, J. E. D. & ALVAREZ, M. *Manual de Comércio Exterior y Política Comercial: nociones básicas, clasificaciones e indicadores de posición y dinamismo*. Santiago de Chile: CEPAL, 2011; e classificamos os produtos comercializáveis conforme proposto por LALL, S. *The Technological Structure and Performance of Developing Country Manufactured Exports, 1985-1998*. Oxford, UK: Queen Elizabeth House, University of Oxford, 2000. Series QEH Working Papers, no. QEHWPS44.

¹⁰ GROSSMAN, G. M. & KRUEGER, A. B. *Op. cit.*

¹¹ As IAS são aquelas cujos gastos com redução e controle da poluição são superiores a 1% do total das vendas, com base em dados da indústria norte-americana de 1988. Esta categoria foi proposta por LOW, P. & YEATS, A. *Do Dirty Industries Migrate?* In: LOW, P. (Ed.). *International Trade and the Environment*. Washington: The World Bank, 1992. p. 89-104.

¹² As IL são: a) têxtil; b) maquinaria não-elétrica; c) maquinaria elétrica; d) equipamentos de transporte; e) instrumentos. Esta categoria foi proposta por MANI, M. & WHEELER, D. In *Search Of Pollution Havens? Dirty Industry In the World Economy, 1960-1995*. *Journal of Environment & Development*, v. 7, n. 3, p. 215-247, sep. 1998.

¹³ GROSSMAN, G. M. & KRUEGER, A. B. *Op. cit.*

¹⁴ BALASSA, B. Trade Liberalisation and “Revealed” Comparative Advantage. *The Manchester School*, Blackwell Publishing Ltd, v. 33, n. 2, p. 99-123, 1965.

Efeito Escala

O crescimento do comércio está ligado à expansão da atividade econômica. Esta aumenta as pressões ambientais, exigindo mais recursos naturais como insumos (materiais e energia) e geração de impactos ambientais (poluição, resíduos).¹⁰

O efeito escala é indicado por exportações em volume (toneladas), unidade física de medida que melhor expressa as pressões ambientais decorrentes do comércio. Quatro indicadores são aqui utilizados para o efeito de escala:

- 1) volume de exportações de produtos primários;
- 2) volume de exportações de produtos manufaturados baseados em recursos naturais (com base agrícola e florestal e outros);
- 3) volume de exportações de indústrias ambientalmente sensíveis (IAS)¹¹;
- 4) volume de exportações de indústrias limpas (IL)¹².

Efeito Composição

O efeito composição refere-se à contribuição de diferentes setores para o desempenho das exportações do país, isto é, o seu padrão de especialização produtiva. Uma vez que os setores produtivos diferem em potencial de impacto ambiental, mudanças na composição setorial das exportações podem agravar ou reduzir os efeitos ambientais.¹³

Os indicadores aqui utilizados para o efeito composição são:

- 1) Contribuição de cada setor para as exportações totais brasileiras;
- 2) Índice de Vantagem Comparativa Revelada (VCR). Trata-se de um indicador de competitividade de cada setor de um país nos mercados internacionais, desenvolvido originalmente por Balassa¹⁴ e aqui formulado da seguinte forma:

$$VCR = \frac{x_k^{i-j} / X_k^{i-j}}{x_k^{i-w} / X_k^{i-w}}$$

onde x_k^{i-j} é o valor das exportações do produto da categoria k do país i para o país j ; X_k^{i-j} é o valor total das exportações de i para j ; x_k^{i-w} é o valor das exportações do produto da categoria k do país i para o mundo (w); e X_k^{i-w} é o valor

total das exportações de i para w . O país i apresenta vantagem comparativa na exportação do produto k se o indicador VCR for maior do que 1.

3) Índice de Diversificação das Exportações. Este indicador é o inverso do indicador de concentração das exportações proposto por Herfindahl-Hirschman e é expresso da seguinte forma¹⁵:

$$DE = \frac{\sum_1^K (s_k^{i-j})^2 - 1/K}{1 - 1/K},$$

onde $\sum_1^K (s_k^{i-j})^2$ é o valor das exportações do produto da categoria k no comércio entre i e j ; e K é o número de categorias de produtos. Logo, valores de DE próximos a 0 expressam a diversificação das exportações do país i para j ; valor próximo ou igual a 1 indica concentração das exportações de i .

4) Composição das exportações e índice de vantagem comparativa das IAS e IL.

Efeito Tecnológico

O efeito tecnológico refere-se a alterações no potencial de danos ambientais de cada setor. As inovações tecnológicas podem reduzir o consumo de recursos naturais e a geração de poluição por unidade de produto, ou seja, o alto potencial de impacto ambiental de setores exportadores pode ser reduzido com a introdução de novas tecnologias ambientais.¹⁶ Para mensurar este efeito, as dificuldades são maiores para encontrar um indicador apropriado. Dois indicadores são aqui utilizados:

1) Participação relativa das importações de “Bens Difusores de Progresso Técnico” (DPT) no total das importações do país i . Esta é uma variável *proxy* para a importação de novas tecnologias (tecnologia incorporada em bens de capital). Presume-se que o aumento das importações de bens DPT indica que o país está reduzindo seu hiato tecnológico e, ainda, que as novas tecnologias são mais adequadas para o meio ambiente (mais eficientes no uso de recursos naturais e menos poluentes);¹⁷

2) Índice de Especialização Tecnológica. Este índice expressa o conteúdo tecnológico das exportações e é um indicador aproximado do grau de atualização tecnológica do setor produtivo do país como um todo, conforme proposto por Alcorta & Peres¹⁸.

¹⁵ WORLD TRADE ORGANIZATION – WTO; UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT – UNCTAD. *A Practical Guide to Trade Policy Analysis*. Geneva: WTO Publications, 2012.

¹⁶ GROSSMAN, G. M. & KRUEGER, A. B. *Op. cit.*

¹⁷ LIMA, J. E. D. & ALVAREZ, M. *Op. cit.*

¹⁸ ALCORTA, L. & PERES, W. Innovation systems and technological specialization in Latin America and the Caribbean. *Research Policy*, v. 26, n. 7-8, p. 857-881, April 1998.

Evidências empíricas

Efeito Escala

1) Volume de exportações de produtos primários

A figura 1 mostra a contínua elevação do volume das exportações brasileiras de produtos primários, que aumentaram 148,8% nos anos 2000 em relação ao volume médio dos anos 1990. O principal grupo de produtos responsável por esse aumento foi o de minério de ferro e seus concentrados, representando 73,4% do volume de exportações de produtos primários nos anos 2000.

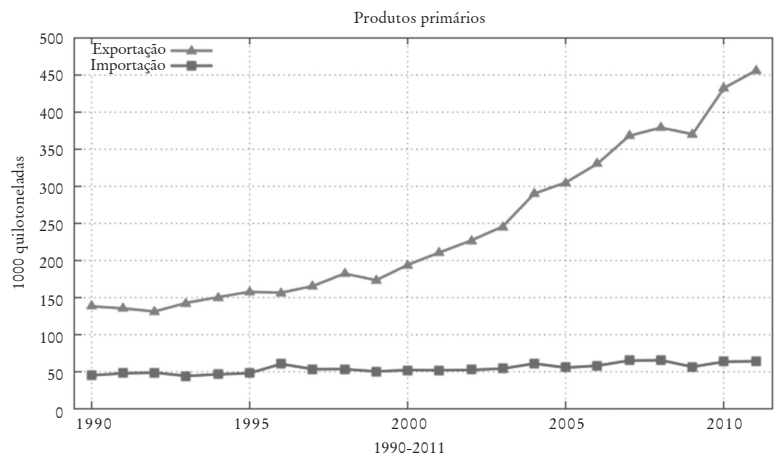


Figura 1: Volume de exportações e importações de produtos primários, 1990-2011. Fonte: elaborado a partir de UN COMTRADE¹⁹

¹⁹ UNITED NATIONS. Department of Economic and Social Affairs. UN COMTRADE: United Nations Commodity Trade Statistics Database.

2) Volume de exportações de produtos manufaturados baseados em recursos naturais

A figura 2 mostra um grande aumento no volume das exportações brasileiras de manufaturados a partir de recursos naturais, especialmente aqueles com base em produtos agrícolas e florestais (figura 2A). O volume médio das exportações dessas categorias (A e B) aumentou 180,9% nos anos 2000 (incluindo 2010 e 2011) em relação à década de 1990. No que diz respeito à categoria A, dois principais grupos de produtos foram responsáveis por esse aumento: 061 (açúcares, melão e mel) e 251 (celulose e resíduos de papel), que responderam por 30,3% e 14,3%, respectivamente, do volume médio de exportações de produtos manufaturados de base agrícola e florestal nos anos 2000. Na categoria B, os dois principais grupos de produtos (participação relativa na média das exportações nos anos 2000)

foram: 334 (óleos de petróleo ou de minerais betuminosos, exceto óleos brutos e outros preparados) e 684 (alumínio), respondendo por 27,6% e 18,5%, respectivamente.

As importações de outros produtos baseados em recursos naturais (figura 2B) também aumentaram no período 1990-2011, precisamente 63,1% comparando o volume médio nos anos 2000 e 1990. Os dois principais grupos de produtos responsáveis por esse crescimento significativo neste período foram 334 (grupo acima descrito) e 335 (óleos residuais de petróleo e materiais derivados).

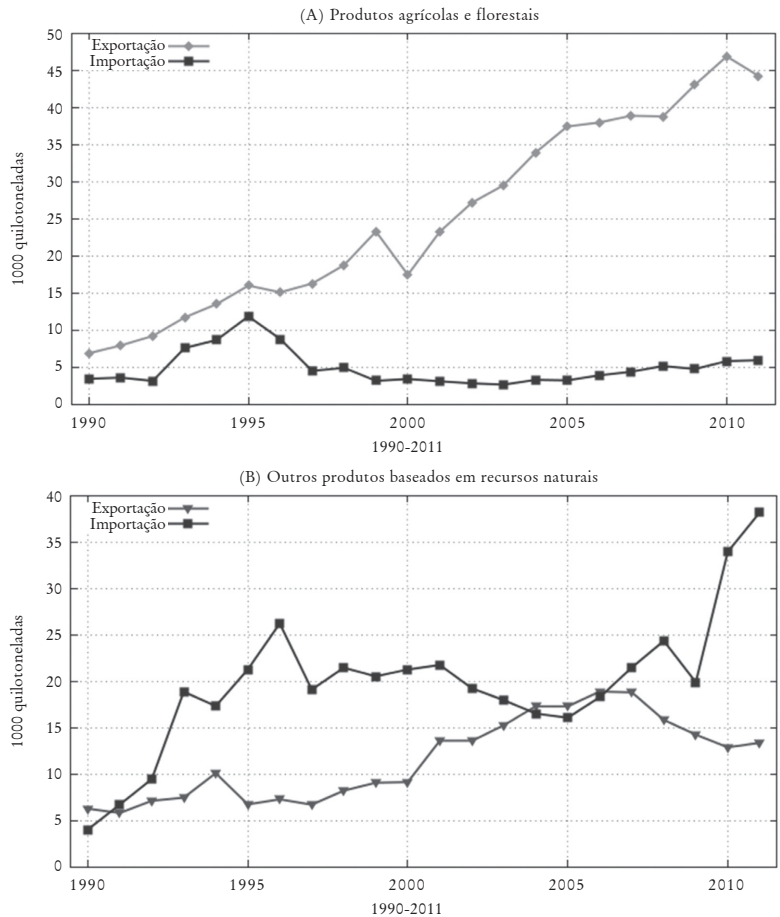


Figura 2: Volume de exportações e importações de manufaturados baseados em recursos naturais, 1990-2011. Fonte: elaborado a partir de UN COMTRADE²⁰

²⁰ UNITED NATIONS. *Op. cit.*

3) Volume de exportações de indústrias ambientalmente sensíveis (IAS)

O aumento do volume de exportações de IAS foi de 100,6%, comparando o volume médio dos anos 2000 e

1990. Três principais grupos de produtos foram responsáveis por esse aumento: 334 (óleos de petróleo ou de minerais betuminosos, exceto óleos brutos e outros preparados), 672 (lingotes e outras formas primárias de ferro ou aço, produtos semiacabados de ferro ou aço) e 251 (celulose e resíduos de papel), que representaram, respectivamente, 17,5%, 13,9% e 13,5% das exportações dessa categoria nos anos 2000.

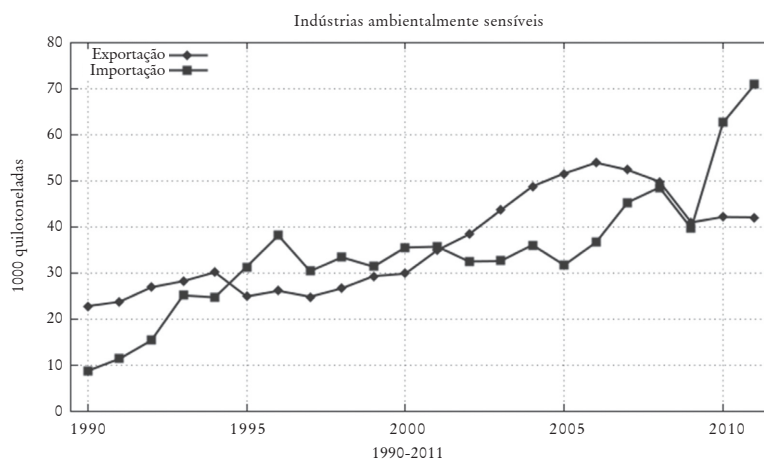


Figura 3: Volume de exportações e importações de IAS, 1990-2011. Fonte: elaborado a partir de UN COMTRADE

É interessante notar que o Brasil se tornou um importador líquido desta categoria desde 2010. Os três principais grupos de produtos responsáveis pelas crescentes importações de IAS no período 2000-2011 foram: 562 (fertilizantes, com exceção dos do grupo 272), 334 (óleos de petróleo ou de minerais betuminosos, exceto óleos brutos e outros preparados) e 335 (óleos residuais de petróleo e materiais derivados).

4) Volume de exportações de indústrias limpas (IL)

O volume de exportações de IL aumentou 133,5% (volume médio nos anos 2000 em relação ao volume médio da década de 1990). Três principais grupos de produtos foram responsáveis por esse aumento: 784 (peças e acessórios para veículos motores), 781 (automóveis e outros veículos motores) e 713 (motores de combustão interna e suas partes), respectivamente, com participação relativa de 16,3%, 12,5% e 10,4% nas exportações dessa categoria nos anos 2000.

Por outro lado, as importações de IL também aumentaram (198,4%, na comparação do volume médio de 2000-

2011 com anos 1990), superando o aumento das exportações de IL. Os três principais grupos de produtos responsáveis por essas crescentes importações foram: 784 (acima descrito), 651 (fios têxteis) e 781 (acima descrito). Claramente, observa-se comércio intra-indústria, com exportação e importação dos mesmos grupos de produtos de IL nesse período.

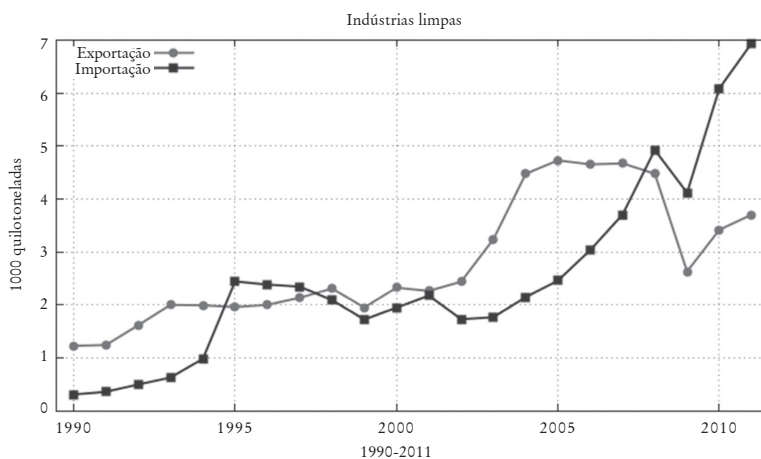


Figura 4: Volume de exportações e importações de IL, 1990-2011. Fonte: elaborado a partir de UN COMTRADE

Em suma, as evidências empíricas para o efeito escala mostram uma tendência preocupante de aumento do volume das exportações brasileiras nessas categorias de produtos com maior potencial de pressões ambientais, ou seja, provenientes de atividades exportadoras intensivas em recursos naturais e geradora de poluição.

Efeito Composição

1) Composição das exportações e índice de vantagem comparativa revelada (VCR)

O quadro geral do comércio exterior do Brasil na figura 5 é muito claro: aumento das exportações de produtos primários e diminuição das exportações de produtos manufaturados em toda década de 2000 em comparação com 1990. Isto é confirmado pelos dados apresentados na tabela 1. Ao passo que as importações brasileiras de produtos manufaturados permaneceram muito elevadas ao longo do período 1990-2011, especialmente as de média tecnologia.

A tabela 1 mostra que a participação relativa das exportações de produtos primários aumentou, em média, de 26,3% em 1990, para 37,6%, em média, nos anos 2000.

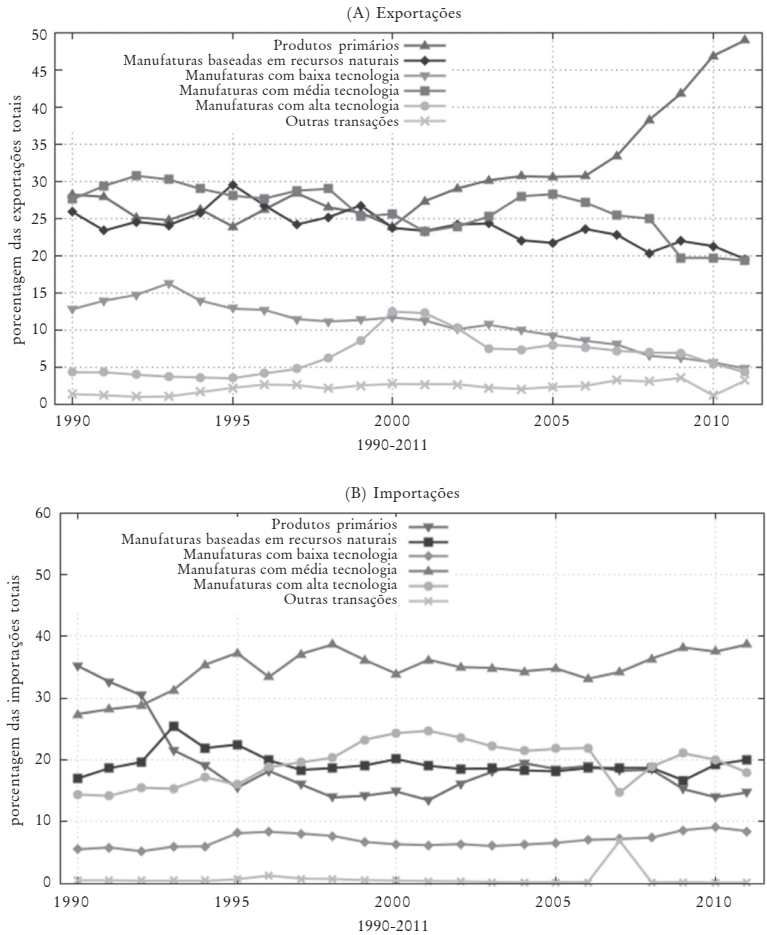


Figura 5: Comércio exterior brasileiro, 1990-2011. Fonte: elaborado a partir de UN COMTRADE

A mesma tendência geral é mostrada pelo índice de vantagem comparativa revelada (VCR, tabela 1): este se manteve elevado e ainda aumentou para os produtos primários (de 1,55 em 1990 para 2,16 em 2000), mas permaneceu muito baixo e diminuiu para quase todas as categorias de produtos manufaturados (em média reduziu de 0,82 em 1990 para 0,32 em 2000).

2) Índice de diversificação das exportações

A figura 6 mostra uma tendência de aumento do índice de diversificação das exportações, a partir de 0,07 em 1990, e chegando a 0,21 em 2011. Isto significa uma tendência de maior concentração das exportações brasileiras em alguns poucos produtos.

Tabela 1: Composição das exportações e índice de vantagem comparativa revelada (VCR) do Brasil, 1990-2011

Categorias	Década 1990		2000-2011	
	Participação relativa	VCR*	Participação relativa	VCR*
A Produtos primários	26,3%	1,55	37,6%	2,16
B Produtos industrializados	71,8%	0,82	59,8%	0,32
B.1 Manufaturas baseadas em recursos naturais	25,7%	1,23	21,8%	0,44
B.1.1 Agrícolas e florestais	16,9%	1,63	14,3%	0,59
B.1.2 Outros produtos baseados em recursos naturais	8,8%	0,47	7,5%	0,16
B.2 Manufaturas com baixa tecnologia	12,9%	0,71	7,5%	0,34
B.2.1 Produtos têxteis e de moda	7,5%	0,37	3,5%	0,57
B.2.2 Outros produtos com baixa tecnologia	5,4%	1,18	4,0%	0,13
B.3 Manufaturas com média tecnologia	28,5%	0,61	23,5%	0,22
B.3.1 Produtos de indústrias automotrizes	7,0%	0,37	6,8%	0,06
B.3.2 Produtos de indústrias de transformação	11,1%	1,17	8,6%	0,42
B.3.3 Produtos de indústrias de engenharia	10,4%	0,18	8,0%	0,16
B.4 Manufaturas com alta tecnologia	4,8%	0,16	7,0%	0,22
B.4.1 Produtos elétricos e eletrônicos	2,6%	0,23	3,3%	0,12
B.4.2 Outros produtos com alta tecnologia	2,2%	0,08	3,7%	0,31
C Outras transações	1,9%	0,02	2,6%	0,01
	100%		100%	

Fonte: elaborado a partir de UN COMTRADE. *China como mercado de referência (j)

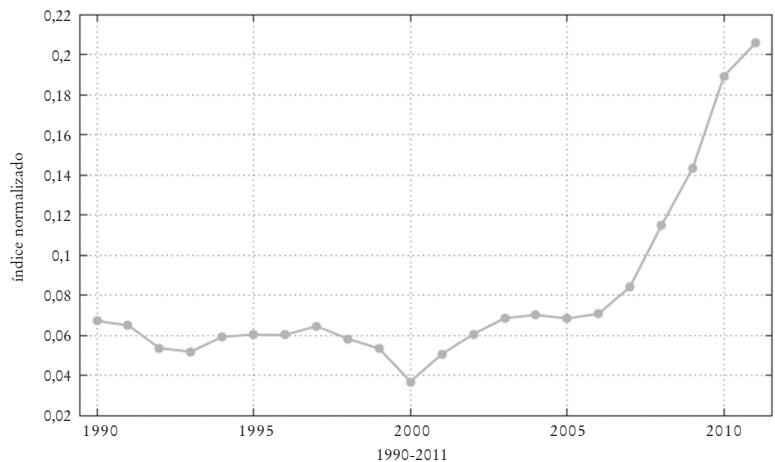


Figura 6: Índice de diversificação das exportações do Brasil, 1990-2011. Fonte: elaborado a partir de UN COMTRADE

3) Composição das exportações e índice de vantagem comparativa revelada de IAS e IL

A tabela 2 mostra a composição das exportações e o índice VCR das categorias IAS e IL. Esse índice permaneceu muito baixo e até mesmo diminuiu acentuadamente (cerca de 50%) para ambas as categorias, embora seja maior para as IAS (0,47 entre 2000-2011) do que para as IL (0,14 no mesmo período), o que é coerente com os dados anteriores aqui apresentados. É fato bem conhecido que o Brasil apresenta baixa vantagem comparativa em produtos manufaturados, entretanto, o que os dados aqui revelam é que esta é ainda mais baixa para a categoria IL.

Tabela 2: Composição das exportações e índice de vantagem comparativa revelada das IAS e IL do Brasil, 1990-2011

Categorias	Década 1990		2000-2011	
	Participação relativa	VCR*	Participação relativa	VCR*
Indústrias ambientalmente sensíveis	30,1%	0,94	25,3%	0,47
Indústrias limpas	24,3%	0,24	22,3%	0,14

Fonte: elaborado a partir de UN COMTRADE. *Relativo às exportações totais do Brasil. China como mercado de referência (j)

Em resumo, as evidências empíricas aqui apresentadas para o efeito composição mostram muito claramente que a especialização produtiva brasileira nas exportações de *commodities* primárias e produtos semimanufaturados foi reforçada desde 2000, assim como a sua dependência de importações de produtos manufaturados de alta tecnologia, conclusão semelhante à do IPEA²¹, entre outros.

Efeito Tecnológico

1) Importações de “bens difusores de progresso técnico” (DPT)

A figura 7 mostra um aumento médio de 3,1% na participação relativa das importações de bens DPT nas importações totais do Brasil entre a década de 1990 a 2011, o que não representa um aumento expressivo, especialmente porque a participação média das importações de tais bens nos anos 2000 é baixa (em torno de 30%).

²¹ INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA – IPEA. *Radar: tecnologia, produção e comércio exterior*. Diretoria de Estudos e Políticas Setoriais, de Inovação, Regulação e Infraestrutura, n. 2, June 2009. Brasília: IPEA, 2009.

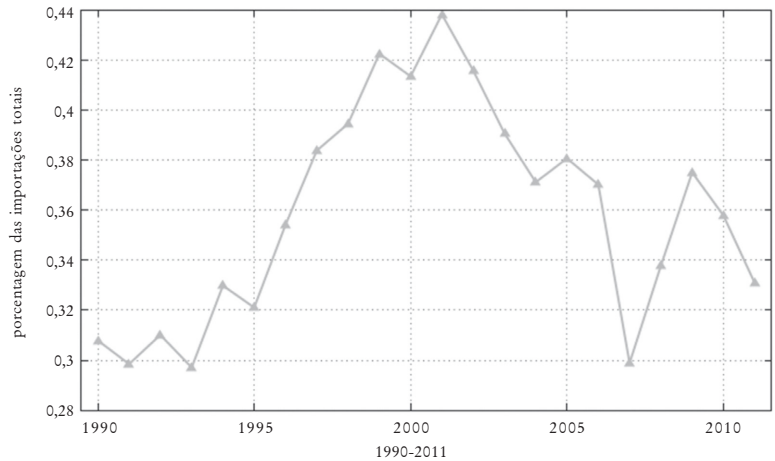


Figura 7: Valor relativo das importações de bens difusores de progresso técnico do Brasil, 1990-2011. Fonte: elaborado a partir de UN COMTRADE²²

²² A partir de OVALLE, A. *Clasificaciones estadísticas internacionales incorporadas en el Banco de Datos del Comercio Exterior de América Latina y el Caribe de la CEPAL (Revisión 3)*. Santiago de Chile: CEPAL, 2008, identificamos os bens DPT, atualizados para SITC Rev. 4, conforme explicado na nota 11. Correspondem aos códigos: 541, 542, 553, 711, 712, 713, 714, 716, 718, 721, 722, 723, 724, 725, 726, 727, 728, 731, 733, 735, 737, 741, 742, 743, 744, 745, 746, 747, 748, 749, 751, 752, 759, 764, 771, 772, 773, 774, 776, 778, 792, 871, 872, 873, 874, 881,

2) Índice de especialização tecnológica das exportações

A figura 8 mostra um aumento médio de 111,1% do índice de especialização tecnológica do Brasil de 1990 a 2000. Esta é uma mudança bastante expressiva e consistente com o aumento da participação das exportações de produtos manufaturados de alta tecnologia nas exportações totais (como mostra a tabela 1), embora esse índice ainda tenha permanecido abaixo da unidade no período 1990-2011, revelando que as exportações brasileiras ainda estão concentradas em produtos de baixa tecnologia.

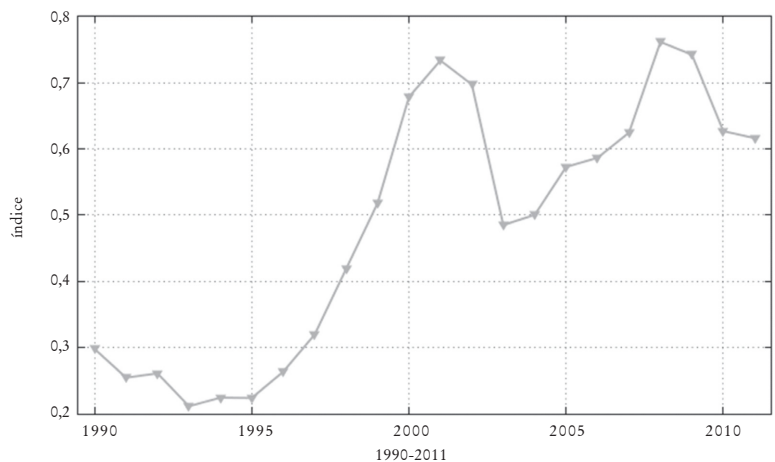


Figura 8: Índice de especialização tecnológica das exportações do Brasil, 1990-2011. Fonte: elaborado a partir de UN COMTRADE

Em resumo, os dois indicadores utilizados aqui para o efeito tecnológico mostram uma tendência positiva, mas moderada, de inovação tecnológica vinculada ao comércio exterior brasileiro, ou seja, uma ligeira alta das importações de bens DPT e melhoria do perfil tecnológico das exportações.

Considerações finais

O comércio exterior brasileiro, ao longo de mais de vinte anos (1990-2011), não apresenta mudança estrutural no seu perfil econômico e ambiental.

As evidências empíricas aqui reunidas indicam que o esperado alívio ou compensação das pressões ambientais advindas da expansão do comércio (efeito escala) pelas vias de mudança da composição setorial das exportações (efeito composição) e de inovações tecnológicas (efeito tecnológico) continua a ser uma aposta em um futuro promissor de mudanças estruturais, uma vez que continuamos a exportar e importar “mais do mesmo”.

Tais resultados corroboram estudos empíricos anteriores e, com isto, revelam uma inércia considerável para promover relações comerciais mais favoráveis para o desenvolvimento sustentável do Brasil. A questão central a ser mais discutida é a seguinte: é possível conciliar a especialização em exportações intensivas em bens primários e manufaturados, fortemente baseados em recursos naturais e com elevado potencial de dano ambiental, com estratégias de transição para uma “economia verde no contexto do desenvolvimento sustentável e da erradicação da pobreza”, como proposto pela Rio+20? As evidências aqui expostas indicam que a transição para uma economia verde no Brasil requer não apenas transformações estruturais nos setores voltados ao mercado interno, mas também exige uma mudança no padrão de comércio exterior do país.

Por fim, vale ressaltar a importância de realização de mais estudos empíricos sobre a relação entre comércio e meio ambiente no Brasil, especialmente com novas abordagens metodológicas, preferencialmente com o uso de indicadores biofísicos para mensurar de forma mais direta as pressões ecossistêmicas decorrentes do comércio exterior.

Luciana Togeiro de Almeida é economista, doutora em Economia e professora no Departamento de Economia da Faculdade de Ciências e Letras da Universidade Estadual Paulista – UNESP, Campus de Araraquara.

ltogeiro@fclar.unesp.br

Marcelo Fernando Mazzero é bacharel em Ciências Econômicas, estudante de doutorado em Economia Aplicada na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo – ESALQ-USP.

mfmazzero@usp.br

APÊNDICE

Tabela A1: Classificação por tipo de produtos segundo sua intensidade tecnológica

Categories	Grupos* SITC Rev. 4
A Produtos primários	001, 011, 012, 022, 025, 034, 036, 041, 042, 043, 044, 045, 054, 057, 071, 072, 074, 075, 081, 091, 121, 211, 212, 222, 223, 231, 244, 245, 246, 261, 263, 268, 272, 273, 274, 277, 278, 281, 283, 284, 285, 286, 287, 289, 291, 292, 321, 333, 342, 343, 344, 345
B Produtos industrializados	
B.1 Manufaturas baseadas em recursos naturais	
B.1.1 Agrícolas e florestais	016, 017, 023, 024, 035, 037, 046, 047, 048, 056, 058, 059, 061, 062, 073, 098, 111, 112, 122, 232, 247, 248, 251, 264, 265, 269, 421, 422, 431, 621, 625, 629, 633, 634, 635, 641
B.1.2 Outros produtos baseados em recursos naturais	282, 288, 322, 325, 334, 335, 411, 511, 514, 515, 516, 522, 523, 524, 531, 532, 551, 592, 661, 662, 663, 664, 667, 681, 682, 683, 684, 685, 686, 687, 689
B.2 Manufaturas com baixa tecnologia	
B.2.1 Produtos têxteis e de moda	611, 612, 613, 651, 652, 654, 655, 656, 657, 658, 659, 831, 841, 842, 843, 844, 845, 846, 848, 851
B.2.2 Outros produtos com baixa tecnologia	581, 642, 665, 666, 674, 675, 676, 677, 678, 691, 692, 693, 694, 695, 696, 697, 699, 821, 893, 894, 895, 897, 898, 899
B.3 Manufaturas com média tecnologia	
B.3.1 Produtos de indústrias automotrizes	781, 782, 783, 784, 785
B.3.2 Produtos de indústrias de transformação	266, 267, 512, 513, 533, 553, 554, 562, 571, 572, 573, 574, 575, 579, 582, 583, 591, 593, 597, 598, 599, 653, 671, 672, 673, 679, 786, 791, 882
B.3.3 Produtos de indústrias de engenharia	711, 713, 714, 721, 722, 723, 724, 725, 726, 727, 728, 731, 733, 735, 737, 741, 742, 743, 744, 745, 746, 747, 748, 749, 762, 763, 772, 773, 775, 793, 811, 812, 813, 872, 873, 884, 885, 891
B.4 Manufaturas com alta tecnologia	
B.4.1 Produtos elétricos e eletrônicos	716, 718, 751, 752, 759, 761, 764, 771, 774, 776, 778
B.4.2 Outros produtos com alta tecnologia	525, 541, 542, 712, 792, 871, 874, 881
C Outras transações	351, 883, 892, 896, 911, 931, 961, 971

Fonte: atualizado para SITC Rev. 4 a partir de LIMA, J. E. D. & ALVAREZ, M. *Op. cit.*; OVALLE, A. *Op. cit.* *Para descrição dos grupos de produtos, ver UNITED NATIONS – UN *Op. cit.*

Tabela A2: Indústrias Ambientalmente Sensíveis

Categorias	Grupos* SITC Rev. 4
Indústrias Ambientalmente Sensíveis	232, 251, 266, 267, 283, 284, 288, 334, 335, 511, 512, 513, 514, 515, 516, 522, 523, 524, 525, 531, 532, 533, 541, 542, 551, 553, 554, 562, 571, 572, 573, 574, 575, 579, 582, 583, 591, 593, 597, 598, 599, 611, 612, 613, 621, 625, 629, 641, 642, 661, 662, 663, 671, 672, 673, 674, 675, 676, 677, 678, 679, 681, 682, 683, 684, 685, 686, 687, 689, 691, 692, 693, 694, 695, 696, 697, 699, 812, 813, 831, 971

Fonte: adaptada a partir de MANI, M. & WHEELER, D. *Op. cit.*; OVALLE, A. *Op. cit.*

*Para descrição dos grupos de produtos, ver UNITED NATIONS – UN *Op. cit.*

Tabela A3: Indústrias Limpas

Categorias	Grupos* SITC Rev. 4
Indústrias Limpas	651, 652, 653, 654, 655, 656, 657, 658, 659, 711, 712, 713, 714, 716, 718, 721, 722, 723, 724, 725, 726, 727, 728, 731, 733, 735, 737, 741, 742, 743, 744, 745, 746, 747, 748, 749, 751, 752, 759, 761, 762, 764, 771, 772, 773, 774, 775, 776, 778, 781, 782, 783, 784, 785, 786, 791, 792, 793, 871, 872, 873, 874, 881, 882, 883, 884, 885

Fonte: adaptado a partir de MANI, M. & WHEELER, D. *Op. cit.*; SCHAPER, M. & VÉRÈZ, V. O. *Op. cit.*; OVALLE, A. *Op. cit.* *Para descrição dos grupos de produtos, ver UNITED NATIONS – UN *Op. cit.*

PAGAMENTOS POR SERVIÇOS AMBIENTAIS NA CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE NA AMAZÔNIA

Jorge L. Vivian (in memoriam)
Peter H. May

Políticas públicas de conservação de recursos naturais buscam mudanças de comportamento, voltadas para transformações persistentes no longo prazo. A hipótese a ser considerada é que as florestas que persistirão em espaços rurais ajudarão a reduzir a pressão econômica e política sobre áreas protegidas. Contudo, este futuro comum depende de uma complexa relação entre os atores locais e estaduais, mediada por políticas públicas. O Pagamento por Serviços Ambientais representa parte potencial de uma cesta de instrumentos que precisam levar em conta esta complexidade socioeconômica e institucional, bem como a magnitude dos vetores (inclusive antagônicos) em jogo. Nesse sentido, é fundamental um rearranjo que supere a atual setorização e competição entre políticas de desenvolvimento e conservação. As políticas setoriais deverão ser redesenhadas e analisadas em função de seus impactos sistêmicos e interfaces, mediante a utilização de cestas de instrumentos (*policymixes*) flexíveis, e não apenas mediante ações setoriais baseadas em instrumentos isolados definidos sobre indicadores circunscritos aos seus alvos imediatos.

Introdução

Dominam o campo das políticas públicas de conservação de recursos naturais as soluções que buscam mudanças de comportamento, voltadas para transformações persistentes no longo prazo. Entretanto, devido à grande complexidade das relações sociedade-natureza, tais resultados não se viabilizam com um único instrumento.

A experiência na introdução de políticas públicas mostra que essa complexidade exige uma concepção que preveja a articulação de diversos instrumentos. Para isso, demandará a integração de instrumentos em múltiplas escalas (de tempo e de espaço) e múltiplas dimensões. Em outras palavras, as políticas setoriais deverão ser desenhadas e analisadas em função de seus impactos sistêmicos, e não apenas sobre indicadores circunscritos aos seus alvos imediatos.

Nesse contexto, surge o mecanismo de Pagamento para Serviços Ambientais (PSA) como uma “bala dourada”¹, que procura simplificar esta complexidade, reduzindo externalidades através de negociações entre atores. Como não poderia deixar de ser, o instrumento simplificador gerou mais polêmica que a complexidade que o antecedeu, apesar do entusiasmo perante a novidade. O objetivo deste artigo é descrever o surgimento do PSA como panaceia para a resolução de conflitos socioambientais, procurando sugerir contextos em que o mecanismo possa atuar de forma efetiva, mas sempre considerando que necessariamente tem que fazer parte de uma combinação de ferramentas para gestão ambiental (*policymix*).

Pagamento por serviços ambientais

O PSA é definido, na sua forma “pura”, como uma transação voluntária, na qual um serviço ambiental bem definido, ou um uso da terra que possa assegurar este serviço, é comprado por, pelo menos, um comprador de, pelo menos, um provedor, sob a condição de que o provedor garanta a provisão deste serviço (condicionalidade).²

Os princípios orientadores que integram essa definição servem para diferenciar o que se convencionou chamar de PSA de outros instrumentos de conservação. A arquitetura de qualquer projeto que envolva incentivos econômicos à conservação da biodiversidade, recursos hídricos e/ou carbono terrestre, bem como compensações por Serviços Ambientais (SA), de modo geral, apresenta alguns dos seguintes elementos: uma transferência de recursos entre ato-

¹ LANDELL-MILLS, N. & PORRAS, I. *Silver bullet or fool's gold: a global review of markets for forest environmental services and their impacts on the poor*. Londres: IIED, 2002.

² WUNDER, S. *Payments for Environmental Services: Some Nuts and Bolts*. CIFOR, Occasional Paper n° 42, 2005.

res sociais visando criar incentivos para alinhar decisões individuais e/ou coletivas para o uso da terra com interesses sociais na gestão dos recursos naturais; tais incentivos deveriam ser idealmente eficientes e envolver algum grau de adicionalidade e de condicionalidade (pagamentos só podem ser feitos ao conferir a provisão do serviço).³

Os objetivos de conservação envolvidos na manutenção ou recuperação de SA e que pretendem ser estimulados por projetos PSA, raramente ocorrem em contextos socioecológicos onde todos estes elementos estão presentes ao mesmo tempo.⁴ Isto não impede, porém, que ocorram as transações e que o PSA esteja concretamente atuando como um instrumento de incentivo econômico à conservação e ao desenvolvimento sustentável.

Para maior flexibilidade no entendimento em uma base sistêmica e para não limitar a análise a casos clássicos de PSA, uma moldura analítica a ser seguida envolve os principais pontos elencados no *Millenium Ecosystem Assessment*. É através desta perspectiva que Santos & Vivan identificaram, listaram e categorizaram projetos que envolvem PSA e seus objetivos, de forma completa ou parcial, em uma perspectiva comparada entre casos nacionais e internacionais.⁵ Dentre os casos nacionais, foram selecionadas informações relativas à Amazônia e, em menor escala no estudo, ao bioma Cerrado. Com tal moldura analítica, buscou-se elencar projetos que envolvam principalmente a conservação da biodiversidade e a preocupação com as emissões de gases de efeito estufa, visando à preocupação com o desmatamento na região amazônica.

A análise de possíveis políticas públicas de PSA, derivada de variadas experiências já existentes, inclui exemplos de como se integram as temáticas da agricultura e do reflorestamento. O pressuposto da abordagem é que a redução do desmatamento passa também por ações de mudança no modelo produtivo, incluindo a intensificação da produção e a recuperação do potencial produtivo do solo, bem como a presença de árvores na paisagem produtiva, para aumentar os estoques de Carbono. A proposta é incluir na análise de instrumentos econômicos a pauta do estímulo a modelos de produção que contribuam para reduzir a demanda de conversão de novas áreas, que ofereçam suprimento de matéria-prima florestal para a economia, e que colaborem para a redução dos problemas de vazamento.⁶

A popularidade das abordagens centradas na ideia de criação de “mercados” para a conservação, como PSA, tem crescido entre os formuladores de políticas de conservação,

³ MURADIAN, R. *et al.*. Reconciling theory and practice: An alternative conceptual framework for understanding payments for environmental services. *Ecological Economics*, 69(6), 1.202-1.208, 2010.

⁴ SEEHUSEN, S. E. & GUEDES, F. B. (Orgs.). *Pagamento por Serviços Ambientais na Mata Atlântica*. Lições aprendidas e desafios. Brasília: GTZ, 2011.

⁵ SANTOS, R. F. dos & VIVAN, J. L. *Pagamentos por Serviços Ecossistêmicos em Perspectiva Comparada: Recomendações para Tomada de Decisão*. Projeto Apoio aos Diálogos Setoriais União Europeia-Brasil, 2012.

⁶ VAN NOORDWIJK, M. & MINANG, P. A. “If we cannot define it, we cannot save it” ASB Policy Brief No. 15. ASB. Partnership for the Tropical Forest Margins, Nairobi, Kenya. 2009 Available at: www.asb.cgiar.org

⁷ COMISSÃO EUROPEIA. *Science and Environmental Policy: Special issue on Payment for Ecosystem Services*, 2012.

⁸ SANTOS, Rui Ferreira & VIVAN, Jorge Luiz. Pagamento por Serviços Ecosistêmicos em perspectiva comparada: recomendações para tomada de decisão. Brasília: Projeto Apoio aos Diálogos Setoriais UE-Brasil, 2012. Disponível em: http://sectorialogues.org/sites/default/files/mmaa_-_publicacao_-_4_conv.pdf

⁹ PETERS-STANLEY, M.; HAMILTON, K. & YIN, D. *Leveraging the landscape: State of the forest carbon markets 2012*. Washington, D. C., Forest Trends, 2012.

¹⁰ BOVARNICK, A.; KNIGHT, C. & STEPHENSON, J. *Habitat Banking in Brazil: A Feasibility Assessment Working Paper*. United Nations Development Programme, 2010.

¹¹ WUNDER, S. When will payments for environmental services work for conservation? *Conservation Letters*, DOI: 10.1111/conl.12034, 2013.

¹² MURADIAN, R. *et al.* Payments for ecosystem services and the fatal attraction of win-win solutions. *Conservation Letters*, doi: 10.1111/j.1755-263X.2012.00309.x. 2013.

¹³ VATN, A. An institutional analysis of payments for environmental services. *Ecol Econ*; 69(6):1.245-1.252, 2010.

¹⁴ SANTOS, R. F. dos & VIVAN, J. L. *Op cit.*

¹⁵ MARTINEZ-ALIER, J.; MUNDA, G. & O'NEILL, J. Weak comparability of values as a foundation for ecological economics. *Ecological Economics*, 26:277-286, 1998.

em instituições tais como os bancos multilaterais e a Comissão Européia⁷, influenciando decisões e estratégias de conservação em nível global. Estima-se que os pagamentos por serviços hidrológicos correspondem a cerca de US\$ 500 milhões ao ano.⁸ Os pagamentos por regulação do clima, através de pagamentos para reflorestamento ou desmatamento evitado, situam-se em torno de US\$ 237 milhões em 2011.⁹ Nos Estados Unidos, sistemas de “bancos de habitats”, que vendem créditos em áreas recuperadas ou preservadas para empresas com demandas de compensações ambientais, giram cerca de US\$ 200 milhões ao ano.¹⁰

Entretanto, questionamentos se acumulam sobre estes novos instrumentos. A noção de um mercado privado protagonizando e mobilizando uma rede social de atores com “disposição a pagar” não é a regra brasileira. Aliar conservação da biodiversidade e desenvolvimento sustentável demanda menos soluções do tipo “bala dourada” e mais soluções sistêmicas. As soluções econômicas neoclássicas “de mercado” para a conservação (PSA como um exemplo), frequentemente repetem erros cometidos por projetos de conservação e desenvolvimento integrados (ICDPs); exemplo de tais erros é o tratamento imperfeito de vetores do campo político-econômico, sociocultural e ecológico, o que é admitido por autores como Wunder¹¹. Além disso, há que se considerar a imperfeição dos “mercados”, e rever o pressuposto de que, em teoria, se podem acomodar a todos os interesses e demandas conflitantes utilizando-se exclusivamente mecanismos de mercado.¹² Finalmente, é preciso considerar que PSA é mais uma forma de utilizar as capacidades e os fundos dos estados e das comunidades do que simplesmente abandoná-los em favor de fundos oriundos do mercado privado. Há um componente claro de mercado envolvido, mas o material de avaliação de casos demonstra que este é um exigente processo de construção social e política.¹³ Da mesma forma, a geração, administração e venda de serviços ambientais, incluindo certificação, que operem unicamente com recursos de mercado, não foram constatadas em nenhum dos casos analisados por Santos & Vivan¹⁴, nem nacionais, nem internacionais.

Para evitar tais armadilhas na revisão de instrumentos, é necessário identificar sua validade para o real contexto social, econômico e ecológico que se quer impactar.¹⁵ Isto demanda uma abordagem multidimensional; demanda também assumir que nem tudo pode ser mensurável, o que implica adotar, como eixo central de instrumentos econômicos, a comparabilidade. Esta perspectiva é compatível

com a visão da Economia Ecológica, segundo a qual a incomensurabilidade não implica incomparabilidade, mas comparabilidade fraca, que pode ser operacionalizada por meio de avaliação multicritério. Esta permite que se descrevam e se entendam os aspectos conflituosos, multidimensionais, incomensuráveis e incertos dos efeitos dos instrumentos e de decisões econômicas a eles relacionadas.

Ao considerar o potencial uso de instrumentos de mercado e do PSA, em particular, para combater desmatamento, é fundamental levar em conta todos os vetores de desmatamento e o que os alimentam, para combatê-los de modo sistêmico. É imprescindível, em primeiro lugar, que se definam claramente os critérios de elegibilidade em relação aos objetivos, assim como o papel funcional do instrumento em cada contexto. Esquemas de PSA precisam ser aliados a mecanismos complementares que visem reduzir lacunas e fragilidades nas frentes de desmatamento, em termos de assistência social, econômica, educacional e regularização fundiária, para inibir a especulação da terra e reduzir seus efeitos, como a migração e as pressões em zonas de fronteira de floresta onde não há uma governança definida.

Os atores envolvidos com a expansão da fronteira agropecuária na Amazônia são de escala e segurança de posse diferenciada. Dentro de um horizonte de recursos limitados para PSA, e devido à necessidade de arranjos contratuais para os quais a propriedade da terra é primordial, os candidatos prediletos para participar de tais esquemas seriam, majoritariamente, grandes proprietários e empresas. Como no seu conjunto este setor tem contribuído com grande parcela do desmatamento no país, PSA direcionado para estes atores é objeto de polêmica.

Portanto, numa análise de projetos PSA, é preciso: 1) avaliar experiências em que a restauração e a proteção de Áreas de Proteção Permanente (APP) e de Reservas Legais (RL) são compensadas; 2) incentivar pagamentos diretos por compensações, por investimentos que apoiem o desenvolvimento e a inserção em mercados; 3) disponibilizar apoio técnico para “boas práticas” de agricultura, uso do solo e florestas; 4) considerar impactos positivos observados sobre o capital social.

Os resultados de programas demonstrativos como, por exemplo, os que foram abrigados pelo Programa Piloto das Florestas Brasileiras do G-7, conhecido como PPG-7, permitem uma avaliação retrospectiva neste sentido.¹⁶ O impacto no capital social se reflete na capacidade produtiva

¹⁶ PINZÓN RUEDA, R. *et al.*. *Avaliação do Programa Piloto Para Proteção das Florestas Tropicais do Brasil*. Resumo executivo. Brasília, outubro de 2006.

¹⁷ PETERS, M.; FUDGE, S. & JACKSON, T. (Eds.). *Low Carbon Communities: Imaginative approaches to Combating Climate Change Locally*. UK: Edward Elgar, 2010. 281 p.

amplo senso da sociedade, trazendo associadas melhorias em indicadores que são alvos de políticas públicas: governança, bem estar social, equidade, educação, entre outros.¹⁷ São, portanto de interesse desta análise os incentivos econômicos que direta ou indiretamente são voltados para consolidação ou recuperação do capital econômico e social em suas relações de interação com o capital ecológico, e que tornem mais atrativas e efetivas as ações de conservação.

Concluindo, ressalta-se que os instrumentos econômicos não são nem moralmente nem politicamente neutros. Este fato deve ser levado em conta quando do desenho e implementação de qualquer instrumento econômico, incluindo o PSA, como parte de políticas de conservação.

Projetos PSA amplo senso na Amazônia: uma visão descritiva

Muitos dos projetos que incluem PSA na Amazônia têm seu ponto focal em estratégias de preparação para programas de Redução de Emissões de Gases de Efeito Estufa do Desmatamento e Degradação Florestal (REDD+), estratégias que buscam preencher lacunas em termos de capacidade de monitoramento e verificação, assim como de regularização fundiária e capacitação gerencial. Um exemplo deste tipo de ação se refere aos projetos financiados pelo Fundo Amazônia¹⁸ para administrações estaduais, municipais e ONGs. Muitos são “tipo-PSA”, ou seja, produzem serviços ambientais com externalidade, mas têm como horizonte preparar o contexto e os condicionantes para obter futuros pagamentos por SA. Como recurso heurístico, estão divididos aqui em três áreas temáticas, que são 1) cadeias da sociobiodiversidade; 2) manejo florestal comunitário; e 3) restauração florestal.

Embora não usualmente classificado dentro do leque de mecanismos associados com PSA, incluímos, na descrição a seguir, projetos de Certificação envolvendo agricultura, manejo florestal e reflorestamento. Tal inclusão se deve ao fato de que este é um instrumento que conecta um protocolo (voluntário) de comportamento socioambiental que prevê uma compensação financeira, cujo pagamento só será efetivado se houver comprovação da realização das práticas certificáveis (condicionalidade). Empresas do ramo florestal (manejo, reflorestamento) e agrícola (cultivos perenes e anuais) geralmente estabelecem linhas de base e pactuam com a empresa certificadora metas que incluem restauração, manutenção e cuidados para suas Áreas Protegidas

¹⁸ O Fundo Amazônia foi criado dentro do BNDES, tendo como aporte financeiro principal uma doação prevista por parte do Governo da Noruega, de US\$ 1 bilhão ao longo de 10 anos, condicionado em progresso no combate ao desmatamento na Amazônia.

(RL, APP) como parte dos condicionantes para alcançar a certificação. Caracterizando a compensação econômica, o selo de certificação abre, por sua vez, as portas para editais de compras institucionais ou mercados privados, onde a certificação dos produtos demandados é uma exigência contratual, eventualmente com adicionais aos preços de mercado para produtos não certificados.

¹⁹ SANTOS, R. F. dos & VIVAN, J. L. *Op. cit.*

²⁰ Por exemplo, Projeto Alternativas para a Pequena Agricultura no Tocantins – APATO: Fortalecimento da Cadeia Produtiva do Babaçu, Região do Bico do Papagaio, TO.

Com tais inclusões, Vivan¹⁹ apresenta revisão de 33 casos identificados de PSA *amplo senso* na Amazônia e no Cerrado, com mais representantes no estado do Mato Grosso (36%), seguido por Pará (18%) e Amazonas (12%), sendo os demais distribuídos entre os estados de Tocantins²⁰ (9%), Rondônia (6%) e Goiás (3%). Projetos envolvendo mais de um estado somam 12%. Os projetos identificados cobrem um total de 12.037.544 hectares, sendo que 99% desta área pertencem a projetos acima de 1.200 hectares. Projetos de menor escala (<1.200ha) somam um total de 776 hectares.

Contexto e desenho institucional

Do total de projetos, apenas 3 (10%) são PSA específicos; a maioria (71%) tem os serviços ambientais como um objetivo ou externalidade, enquanto o restante (19%) se prepara para tentar acessar PSA. Cerca de metade dos projetos (47%) tem a forma de pagamentos ou benefícios indefinidos, em que predominam os benefícios em espécie (36%, incluído o único caso com repasse comunitário e não individual). Dois projetos fazem repasse de recursos em moeda, valor fixo pago à pessoa física, e outros dois utilizam os recursos diretamente na instituição executora do projeto.

A estratégia mais citada é Proprietário Individual (45%), seguido por Microbacia Hidrográfica (18%) e Bacia Hidrográfica (11%). O Bioma é citado como alvo em 18% dos casos, e Corredores Ecológicos em 7%. Apenas dois casos citam uma abordagem em múltiplos níveis, utilizando pelo menos 4 níveis: proprietário, microbacia, bacia, corredor ecológico. O foco em Florestas e em Áreas Protegidas (APPs, RL, Reservas Particulares do Patrimônio Natural-RPPN, Unidades de Conservação, Terras Indígenas) predomina com 76%, seguido do foco em Paisagem (24%). O monitoramento é o tópico mais frágil, com 83% dos projetos declarando-o como “em preparação”, 7% com Linha de Base definida, 3% com certificação em processo e apenas 7% com certificação consolidada.

Serviços ambientais dos ecossistemas alvos

Duas formas podem ser definidas para avaliar impactos: *Input-oriented*, ou seja, avaliação por cumprimento de metas de atividades previstas, e *Output-oriented*, em que a avaliação se dá por mensuração de alvos específicos (por exemplo, estoques de Carbono, populações de espécies-alvo, níveis de sedimentação em corpos hídricos). Predominam na Amazônia os projetos *Input* orientados (96%), sendo os serviços ambientais monitorados por macroindicadores da cobertura florestal (54%), boas práticas (agroecologia – 23%) e Carbono (12%), com apenas um projeto monitorando biodiversidade e cobertura florestal. O único projeto *Output* orientado também enfoca macroindicadores (Carbono e cobertura florestal). Pelo menos oito projetos (24%) têm foco na recuperação de ambientes que envolvem sistemas hídricos e provimento de água. Cinco grandes projetos apoiam ações de Cadastramento Ambiental Rural (CAR), uma fase crucial apoiada no novo Código Florestal, para futuros projetos de PSA.

Na revisão, a maior parte dos casos consiste em *Input* orientado na paisagem, tendo na cobertura florestal um *surrogate* para outros objetivos (biodiversidade), e não há como avaliar claramente os serviços ambientais gerados. Projetos com áreas >1.200ha, possibilitam a formação de corredores ecológicos e mosaicos de usos do solo em torno de conjuntos de Áreas Protegidas. Por outro lado, a avaliação realizada para o PPG-7 por Pinzón-Rueda *et al.*²¹ identificou que o monitoramento de indicadores biofísicos era muito frágil, mas que objetivos estratégicos de conservação e objetivos de desenvolvimento rural sustentável aconteceram eventualmente em projetos distintos. Ou seja, questões como representatividade e conectividade não foram tratadas de maneira estratégica. Este é um ponto que parece persistir em certa medida dentro do quadro de projetos PSA em andamento, com algumas exceções, como os projetos realizados por parcerias de instituições com perfis complementares (agroecologia e conservação).

Fontes de financiamento

Uma vez que a maioria dos projetos na Amazônia não é PSA específico, 38% dos projetos citam coerentemente que não possuem fontes de recursos definidas para pagamentos. Incluindo-se, porém, como PSA o repasse de benefícios, serviços etc. (incentivos em espécie), 100% dos projetos contam com algum recurso federal. Este recurso, por

²¹ PINZÓN-RUEDA, R. *et al.*
Op. cit.

sua vez, tem origem, em sua maior parte, em acordos de doações internacionais, principalmente pelo NORAD (Noruega). Outras fontes mencionadas são a Iniciativa Privada, através do Mercado Voluntário de Carbono (11% de citações), e doações aos fundos estaduais.

Atores envolvidos

Os 33 casos envolvem como atores principalmente o Governo Federal (20%), Estados (14%) e Municípios (9%), além da Iniciativa Privada (10%). ONGs e produtores rurais aparecem com 24% e 22%. Um caso icônico, com abordagem de paisagem, é o Fundo Dema. Iniciativa da FASE (Federação de Órgãos para Assistência Social e Educacional, fundada em 1961, pioneira em projetos voltados para desenvolvimento rural sustentável na Amazônia), o fundo recebe financiamento pelo BNDES, com o objetivo de estabelecer uma fonte de recursos para projetos de menor porte, integrantes do Fundo Amazônia. O Fundo foi criado com doação do IBAMA de 9 mil toras de mogno de extração ilegal; o BNDES aportou então R\$ 9,3 milhões a este fundo, a partir de recursos do Fundo Amazônia, mas os recursos majoritários provêm de doação do Governo Norueguês, do aporte do Governo Alemão (US\$ 27,2 milhões) e da Petrobras (US\$ 4,2 milhões). O Comitê Gestor é constituído por representantes da Fase Amazônia, Fundação Viver, Produzir e Preservar-FVPP e Prelazia do Xingu. O Conselho Consultivo Regional atualmente conta com 40 participantes que representam organizações comunitárias e movimentos sociais. O quadro será complementado com uma representação eleita por cada município da área de atendimento do Fundo Dema.

Equidade e capital social nos projetos PSA

Existe uma grande divisão de opiniões em termos de quem deveria ser o alvo do PSA, e que resultados essas decisões teriam em termos da equidade e eficiência. No Mato Grosso, onde os interesses do agronegócio são dominantes na política local, os benefícios de tais pagamentos têm gerado interesse considerável entre aqueles que expressam pouca disposição de evitar o desmatamento futuro, sem compensação substancial. No entanto, é difícil justificar pagamentos generosos para atores que, em grande parte, já ultrapassaram os limites estabelecidos na legislação. A distribuição de recursos entre grupos de baixa renda, como colonos e agroextrativistas seria mais equitativa, mas não

²² CORBERA, E. *et al.*. Rights to land, forests and carbon in REDD+: Insights from Mexico, Brazil and Costa Rica. *Forests* 2, 301-342, 2010.

²³ VIANA, V. *et al.*. Programa Bolsa Floresta no estado do Amazonas. In: PAGIOLA, S.; CARRASCOSA, H. & TAFARELLO, D. (Orgs.). *Experiencias de pagamentos por servicios ambientales no Brasil*. São Paulo: SMA/CBRN, 2012.

faria diferença significativa no cumprimento das metas de redução do desmatamento.²²

Considerando dois casos icônicos, um administrado pela chamada “máquina do Estado”, e outra pelas organizações, tanto o Programa Bolsa Floresta (PBF) em Amazonas²³, como o Fundo Dema-FASE/Fundo Amazônia, têm o aspecto distributivo como preocupação central. O fato de que o repasse no PBF é feito para as mulheres explicita de certo modo esta visão. No caso do Fundo Dema, trata-se de uma organização (FASE) com um longo histórico de apoio às organizações populares, e uma das primeiras a abrigar projetos “demonstrativos” apoiados pela cooperação internacional, durante e principalmente logo após o final da Ditadura Militar, em 1983. Os projetos eram então destinados a atender demandas de organização comunitária e de sobrevivência econômica de populações rurais e extrativistas em regiões remotas do País, ou onde a presença do estado era muito frágil ou desinteressada quanto aos problemas gerados pelo modelo de ocupação da terra, seus conflitos ou por sistemas de produção danosos à saúde ou ao meio ambiente.

De forma empírica, pode-se afirmar que projetos mais recentes e de grande escala, como é o caso do PBF, sofrem com problemas de capilaridade em uma escala bem maior do que projetos que lançam mão de redes socioecológicas formadas nos últimos 30-40 anos (caso do Fundo Dema/FASE/Fundo Amazônia). São aspectos de envolvimento direto na gestão do projeto, desenvolvimento de inovações e soluções, e resolução de problemas que demandam o tipo de compromisso e de presença constante, que certamente não se pode exigir de projetos com um histórico recente, se comparados com organizações que têm mais de 50 anos de presença na região amazônica.

A aplicação equitativa de recursos através de mecanismos de pagamento exigirá a presença de arranjos institucionais adequados, que não estão presentes espontaneamente neste contexto de fronteira de florestas tropicais. Um exemplo interessante de utilização de um conjunto de instrumentos de incentivo econômico à conservação, e que pode abrir as portas para pagamentos diretos como instrumento complementar, é o projeto Poço de Carbono Jurueña, em Jurueña, Mato Grosso. Este projeto, que veio em sequência de ações do PPG-7, do GEF e de compensação ambiental (Petrobrás), permitiu ganhos institucionais associados com a viabilização da organização social local, integrada com infraestrutura material necessária para acessar mercados, apoiando ao mesmo tempo os ganhos em bem-

estar social e equidade. O investimento de longo prazo em certificação e licenciamento ambiental ajudou a trazer escala aos ganhos econômicos para a cadeia da castanha do Brasil, abrindo caminho para outras cadeias produtivas alternativas em curso (palmito de pupunha, cacau, café sombreado), e permitiu importante adicionalidade em conservação da RL, em até 39% a mais que outros dois assentamentos na região noroeste de Mato Grosso.²⁴

²⁴ VIVAN, J. L. *et al.*. Pilot projects and agroenvironmental measures in north-west Mato Grosso, Brazil: impacts and lessons for REDD+ policy “mixes”. European Ecological Economic Society Conference, Lille, France, maio, 2013.

No caso de um assentamento, Vale do Amanhecer, Juruena, a integração de esforços para legalizar a RL coletiva e consolidar a cadeia da castanha (certificação, licenciamento de assentamento rural) reforçou a organização local. A comunidade envolvida se apropriou de conjuntos de regras externas de conservação, associadas também a interesses econômicos, o que permitiu a evolução de um conjunto de fatores de governança florestal local. Tudo isso foi alcançado sem recurso a um instrumento de pagamento, tendo, no entanto, na certificação de produtos da sociobiodiversidade e na estrutura de propriedade coletiva sobre os ativos florestais, um fundamento que permitiu conservar significativamente maior área em florestas remanescentes que outros assentamentos na mesma região. Como contraste, projetos de foco ou escopo restrito, fraca articulação política ou muito específicos, apresentam menor resiliência em face das políticas públicas contraditórias, as quais incentivam a abertura de novas frentes de pecuária, madeira e *commodities* agrícolas.

Políticas públicas complementares às ações integradas existem: entre eles, o Programa Nacional da Merenda Escolar, o PRONAF florestal e PRONAF sistêmico, e até mesmo o ainda pouco acionado Programa da Agricultura de Baixo Carbono. No entanto, ainda enfrenta desafios em termos de geração de alternativas de renda consolidadas, considerando-se ainda que se trata de uso da terra e recursos naturais dentro de áreas onde estes recursos são legalmente protegidos. O que se percebe na análise dos projetos nacionais, pelas listas extensas de decretos, leis e ementas, é a busca de salvaguardas contra ataques jurídicos aos projetos e programas. Isto reflete a realidade que é o vácuo em termos de leis específicas para incentivos econômicos à conservação e práticas sustentáveis de agricultura. Os instrumentos setoriais de incentivo econômico também falham ao ignorar a ação contrária de políticas antagônicas. Da mesma forma, ignoram a fragilidade que desempenham as estruturas de serviços públicos, ligados tanto a comando e controle, como a assistência técnica e extensão rural.

Conclusões

Muitas das experiências em PSA aqui identificadas possuem desenhos institucionais complexos, incluindo ONGs, governos, agricultores, empresas e instituições privadas. Lacunas de informação constituem regra. No seu conjunto, entretanto, as informações disponíveis indicam que o futuro de todas as categorias de florestas (privadas, públicas e protegidas), juntamente com os agroecossistemas que as abrigam, estão ligadas direta ou indiretamente, mesmo em diferentes escalas de governança e de estruturas normativas. Consideramos que as florestas que persistirão em espaços rurais – e que ajudarão a reduzir a pressão econômica e política sobre áreas protegidas – não são um produto autônomo, mas o resultado de uma complexa relação entre os atores locais e estaduais mediada por políticas públicas.²⁵

De modo geral, o PSA deve ser encarado como um instrumento dentro de uma cesta de políticas, computando a complexidade e magnitude dos vetores antagônicos aos interesses de conservação. Da mesma forma, é importante prever fontes sustentáveis e possíveis causas de interrupções no fluxo previsível de recursos, os quais devem levar em conta as escalas de tempo envolvidas nas mudanças de uso da terra e do gerenciamento de recursos. Uma cesta de instrumentos deve ser desenhada para gerar uma paisagem moldada por políticas: uma *policyscape*²⁶. Considerando a setorização e competição entre políticas de desenvolvimento e conservação, reforça-se o papel que desempenharão as instituições em um rearranjo para planejar e executar ações integradas. Isto deverá acontecer através de políticas públicas que possam efetivamente influenciar a tomada de decisão no sentido de reduzir e evitar as crescentes perdas de capital natural, envolvendo a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos a ela associados.

²⁵ MENON, A. *et al.*. Competing Visions: Domestic Forests, Politics and Forest Policy in the Central Western Ghats of South India. *Small-Scale Forestry*, 2009. 8:515-27. <http://dx.doi.org/10.1007/s11842-009-9096-0>

²⁶ BARTON, D.; BLUMEN-TRATH, S. & RUSCH, G. *Policyscape – a spatially explicit evaluation of voluntary conservation in a polymix for biodiversity conservation in Norway. Society & Natural Resources*, no prelo.

Jorge L. Vivan era agrônomo, doutor em Recursos Genéticos Vegetais e consultor e pesquisador dos Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia (INCT)/ Políticas Públicas, Estratégias e Desenvolvimento (PPED) e do Projeto Polymix. (*in memoriam*).

Peter H. May é PhD em Economia dos Recursos Naturais, professor associado do Programa de Pós-Graduação de Ciências Sociais em Desenvolvimento, Agricultura e Sociedade (CPDA) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), presidente da Sociedade Brasileira de Economia Ecológica (ECOECO) e Pesquisador do INCT/PPED.

peter.may@amazonia.org.br

PRODUÇÃO DE ÁGUA E ADEQUAÇÃO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

*Junior Ruiz Garcia
Ademar Ribeiro Romeiro*

De acordo com os dados do Programa de Avaliação Mundial da Água (*World Water Assessment Programme – WWAP*, 2012) das Nações Unidas, a atividade agrícola responde por 70% do consumo humano total de água. A agricultura não apenas influencia a demanda por água, mas pode ser considerada uma importante atividade no que se refere à adoção de sistemas de gestão de recursos hídricos. Assim, o tipo de sistema de manejo do solo agrícola também afetará a dinâmica hídrica. Neste sentido, o agricultor, além de produzir alimentos, poderia tornar-se um “produtor” de água, como preconizado pelo “Programa Produtor de Água” da Agência Nacional de Águas (ANA). Daí a importância de se perseguir a adequação do uso agrícola do solo para a manutenção e/ou ampliação da disponibilidade de água em quantidade e em qualidade adequada às demandas das regiões, a partir da perspectiva econômico-ecológica.

Introdução

A depleção dos recursos hídricos, quanto à sua quantidade e qualidade e sua escala tempo-espaço, tem agravado o fornecimento de água em determinadas regiões. De acordo com a OECD – *Organisation for Economic Co-Operation and Development*¹, em 2005 por volta de 2,7 bilhões de pessoas viviam em áreas que apresentavam situação de severo estresse hídrico. Este mesmo estudo estimou que, no ano de 2030, em torno de 4 bilhões de pessoas estarão vivendo em áreas com severo estresse hídrico. Essa escassez espaço-tempo dos recursos hídricos, em muitos casos, está vinculada ao uso não-racional e à adoção de práticas predatórias no uso do solo, em especial agrícola, que se materializaram na degradação do ambiente que envolve os mananciais, como, por exemplo, as matas ciliares. Mesmo no Brasil, onde existe abundância relativa e absoluta de recursos hídricos, a escassez tornou-se eminente em várias regiões.

Não se trata apenas da carência de recursos hídricos em áreas tradicionais que convivem com a estiagem, como a Região Nordeste, em especial a Região do Semiárido Brasileiro. Também em regiões que há algumas décadas apresentavam disponibilidade acima de sua demanda por recursos hídricos, nos últimos anos passaram a conviver com severos períodos de estiagens, em estados como Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná. Outro exemplo é a drástica redução da disponibilidade de recursos hídricos em áreas de Cerrado, no Centro-Oeste e Norte do Brasil, embora o regime de chuvas ainda não tenha sido alterado de maneira significativa. Essa redução decorre do intenso e rápido aumento da demanda por água para “alimentar” os sistemas de irrigação instalados nesta região. Não se pode esquecer que a expansão da atividade agrícola em regiões de Cerrado é resultado de um intenso processo de desmatamento e de degradação das nascentes e demais corpos d’água da região.

Portanto, o uso e ocupação inadequados dos solos agrícolas estão entre as principais causas da depleção dos recursos hídricos. Ao mesmo tempo, a agricultura é a atividade humana de maior demanda por água. Segundo dados do Programa de Avaliação Mundial da Água (*World Water Assessment Programme – WWAP*, 2012) das Nações Unidas, a atividade agrícola responde por 70% do consumo humano total de água. Nesse sentido, as ações que possam aumentar ou diminuir a disponibilidade de água em quantidade e qualidade nas regiões dependem profundamente da participação dos produtores agropecuários. Trata-se de uma partici-

¹ ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO – OCDE (2008). *OECD Environment Outlook to 2030*. Disponível em: www.oecd.org. Acesso em: 28/05/2010.

pação decisiva que pode ser classificada como um serviço ambiental a ser prestado na recuperação de um serviço ecossistêmico fundamental dos solos, que é aquele da produção de água em quantidade e qualidade. Considere-se ainda que a agricultura representa a primeira grande intervenção no tipo de uso e ocupação das terras em zonas naturais a partir da abertura de novas áreas. Esse é o primeiro grande impacto no relativo equilíbrio dos ecossistemas e na dinâmica hídrica de qualquer fronteira agrícola. Na sequência, o tipo de sistema de manejo do solo agrícola também afetará a dinâmica hídrica da fronteira agrícola.

Desse modo, a questão a ser debatida é a seguinte: o sistema de manejo do solo agrícola adotado contribuirá para a manutenção da disponibilidade de água na região ou promoverá sua redução? Nesse contexto, este trabalho tem por objetivo principal discutir a importância da adequação do uso agrícola do solo para a manutenção e/ou ampliação da disponibilidade de água em quantidade e em qualidade adequadas às demandas das regiões, a partir de uma perspectiva econômico-ecológica.

Este trabalho está organizado em três seções. A primeira seção ocupa-se da abordagem econômico-ecológica, cujo objetivo é mostrar a importância de uma análise holística da dinâmica econômica, que inclui a consideração de seus impactos ecossistêmicos. Na seção seguinte, discute-se a relação entre agricultura e a dinâmica hídrica, procurando-se deixar claro quais os impactos do tipo de cobertura vegetal e do seu manejo no serviço ecossistêmico de provisão de água. A terceira seção apresenta recomendações para que a atividade agrícola possa contribuir para a disponibilidade de recursos hídricos em quantidade e qualidade, destacando-se também o papel da simulação dos distintos cenários de uso e ocupação que resultam dessas recomendações para a formulação de políticas públicas.

Abordagem Econômico-Ecológica

A Economia Ecológica (EE) tornou-se a principal resposta crítica à Economia do Meio Ambiente (EMA) de vertente neoclássica. A proposta da EE é resultado da inquietação “silenciosa” de um conjunto de cientistas quanto ao tratamento dado à inter-relação entre o sistema econômico e o natural, que procura o aporte de contribuições estruturais na análise da problemática ecológico-econômica. Essa abordagem integra em seu corpo teórico-analítico diversas áreas do conhecimento, tais como economia, ecologia, termodinâmica, ética e uma série de outras ciências naturais e sociais.

Tal característica proporciona a construção de uma visão integrada, holística, dinâmica e biofísica da inter-relação entre o sistema econômico e natural, cujo objetivo é fornecer contribuições estruturais para a solução de problemas ecológico-econômicos. Trata-se, portanto, de uma abordagem transdisciplinar da análise de tais problemas.²

² COSTANZA, R. Economia ecológica: uma agenda de pesquisa. In: MAY, P. H. & MOTTA, R. S. (Orgs.). *Valorando a natureza: a análise econômica para o desenvolvimento sustentável*. Rio de Janeiro: Campus, 1994.

³ COSTANZA, R. *Op. cit.*

De acordo com Costanza³, a abordagem apresentada pela EE assenta-se na amplitude de sua percepção da problemática ambiental e na importância que se atribui à inter-relação entre o sistema natural e o antropogênico. A visão de mundo é mais ampla no que se refere às variáveis que devem ser estudadas: espaço, tempo e partes do sistema. Ainda, essa abordagem é considerada pessimista, porque a análise é permeada por um elevado grau de incerteza sobre a capacidade de o desenvolvimento tecnológico superar as limitações impostas pelo ecossistema ao crescimento econômico. Para a EE, seria irracional apostar que a inovação removeria todo e qualquer limite para o crescimento físico da economia. No entanto, se essa postura mostrar-se equivocada, o resultado será uma agradável surpresa, e a sociedade ainda teria um sistema relativamente sustentável.⁴

⁴ COSTANZA, R. *Op. cit.*

⁵ CECHIN, A. & VEIGA, J. E. O fundamento central da economia ecológica. Capítulo 2. In: MAY, P. (Org.). *Economia do meio ambiente: teoria e prática*. 2ª edição. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

Cechin & Veiga⁵ destacam alguns elementos que caracterizariam a EE como uma real ruptura com a EMA: 1) contraste dos “pontos de partida”; 2) relevância da noção de “metabolismo”; 3) importância decisiva da primeira e da segunda lei da termodinâmica; 4) oposição cognitiva de ambas as escolas sobre o “processo produtivo”; 5) desdobramento cético da abordagem econômico-ecológica.

⁶ CECHIN, A. & VEIGA, J. E. *Op. cit.*

A EE considera o sistema econômico como um subsistema aberto e contido em um sistema maior, o ecossistema, embora este seja finito e não se expanda. O ecossistema é materialmente fechado para troca de matéria, mas aberto para troca de energia solar.⁶ Logo, o sistema econômico não pode expandir-se *ad infinitum*, porque é impossível manter um crescimento material sustentável. Qualquer aumento físico do sistema econômico necessariamente ocupará uma parcela maior do sistema natural.

A substituição do sistema natural para econômico é irreversível na maioria dos casos. Uma vez realizada, não é possível recuperar as características originais do ecossistema. Então, qualquer decisão que tenha por objetivo a expansão do sistema econômico deve levar em conta, pelo menos, seu custo de oportunidade. Caso o custo de oportunidade seja maior que o benefício social, a decisão poderá ser “antieconômica”, porque no conjunto da sociedade a decisão não estaria gerando melhoria de bem-estar.

A análise neoclássica da dinâmica econômica é baseada no fluxo circular da renda, que se resume na relação monetária entre produto e consumo. Essa análise considera o sistema econômico como isolado e ignora sua dependência do sistema natural. Neste modelo, é possível produzir um bem ou serviço sem a entrada ou a saída de matéria e energia. No limite, afirma-se que é possível produzir algo a partir do nada. “[...] se a economia não gerasse resíduo e não exigisse novas entradas de matéria e energia, então ela seria o sonhado moto-perpétuo, capaz de produzir trabalho ininterruptamente, consumindo a mesma energia e valendo-se dos mesmos materiais”.⁷

⁷ CECHIN, A. & VEIGA, J. E. *Op. cit.* p. 35.

A análise do sistema econômico realizada pela EE é sustentada pela Primeira e Segunda Lei da Termodinâmica. A Primeira Lei ou Princípio da Conservação da Energia mostra que a energia pode ser transformada de uma forma para outra. A energia não pode ser consumida ou destruída, no sentido de ser utilizada de modo a haver uma menor quantidade do que havia anteriormente; sempre haverá a mesma quantidade, mas em formas diferentes. O que se entende por consumo de energia é, na verdade, a conversão de uma forma para outra, por exemplo, trabalho e calor. A EE considera o sistema econômico como uma dinâmica metabólica semelhante à de um ser vivo, em que ocorre troca de energia e matéria com seu ambiente externo, portanto, um sistema aberto. O sistema natural é a base material e energética do econômico, sem a qual este sistema não existiria!

⁸ COMMON, M. & STAGL, S. *Ecological economics: an introduction*. New York: Cambridge University Press, 2005.

⁹ DALY, H. & FARLEY, J. *Ecological Economics: Principles and Applications*. Washington: Island Press, 2004. COMMON, M. & STAGL, S. *Op. cit.*

MULLER, C. C. *Os economistas e as relações entre o sistema econômico e o meio ambiente*. Brasília: Editora UNB/Finatec, 2007.

CECHIN, A. & VEIGA, J. E. *Op. cit.*

CECHIN, A. *A natureza como limite da economia: a contribuição de Nicholas Georgescu-Roegen*. São Paulo: Editora Senac/Edusp, 2010.

¹⁰ CECHIN, A. & VEIGA, J. E. *Op. cit.*

A Segunda Lei (Entropia) considera que a dissipação de energia tende a um máximo em um sistema isolado. Significa que a energia dissipada não poderá mais ser utilizada para gerar trabalho. De acordo com a Segunda Lei, a degradação energética tende ao máximo em um sistema isolado, e não é possível reverter esse processo.⁸ Então, qualquer transformação energética envolveria aumento da entropia, o que implica perda na capacidade de realização de trabalho.⁹

O sistema econômico é aberto para a entrada de matéria e energia de qualidade, embora também seja aberto para a saída de matéria e energia de baixa qualidade, ou seja, resíduo ou dejetos, em geral na forma de poluição. Portanto, este sistema se apropria da energia e da matéria de baixa entropia do sistema natural e, após utilizá-la, acaba por gerar produtos e subprodutos na forma de resíduos e dejetos de alta entropia. De acordo com Cechin & Veiga¹⁰, os economistas convencionais se concentraram no fluxo circular e se esqueceram do fluxo metabólico real.

A EMA ignora as diferenças qualitativas entre os fatores de produção, vigorando a perfeita substituição entre o capital natural e o manufaturado (*made human capital*). Assim, nenhum deles poderia ser considerado como fator limitante da expansão econômica.¹¹ Contudo, a EE considera que o capital natural e o produzido pelo homem são essencialmente complementares, porque sem capital natural não há capital manufaturado.

A postura assumida pela EE é caracterizada como cética ao assumir que uma parcela dos recursos naturais são finitos e insubstituíveis, e que os ganhos de eficiência proporcionados pela inovação tecnológica serão compensados de maneira negativa pelo aumento da escala da economia e pelas escolhas dos consumidores, que privilegiam bens intensivos em energia e estilos de vida material-intensiva.¹²

A escala do sistema econômico está associada à capacidade de suporte do sistema natural. A EE coloca a seguinte questão: qual a escala máxima de uso dos recursos naturais?¹³ O conceito de escala física das atividades humanas, entendido como tamanho físico do sistema econômico, ocupa um lugar central na abordagem econômico-ecológica. Conforme Andrade¹⁴, a EE considera que “o estudo da escala precede o estudo da alocação ótima”. Logo, a distribuição e o uso eficiente dos recursos naturais devem tomar por base a capacidade de suporte do sistema natural, isto é, identificar a escala sustentável para o sistema econômico.

Costanza¹⁵ destaca ainda outros aspectos que devem nortear a análise econômico-ecológica: a) sustentabilidade da atividade econômica; b) avaliação dos bens e serviços ecossistêmicos; c) contabilidade do sistema econômico-ecológico; d) modelagem econômico-ecológica em escala local, regional e global; e) instrumentos para gestão ambiental (econômico-ecológica); f) manutenção do capital natural.

A sustentabilidade do sistema econômico e ecológico passa pela definição de uma hierarquia de objetivos que considere a gestão econômico-ecológica na escala local, regional/nacional e global. Esse processo envolve a modelagem econômico-ecológica regional e global; ajuste de preços e outros incentivos locais para que de fato reflitam os custos ecológicos globais no longo prazo, incluindo a incerteza; desenvolvimento de políticas locais, nacionais e globais que não levem ao contínuo declínio do capital natural.¹⁶

Para finalizar, a evolução biológica é lenta quando comparada à evolução cultural, logo, o preço que a sociedade paga por sua rápida capacidade de adaptação é o perigo de ter-se tornado dependente demais das recompensas de

¹¹ COSTANZA, R. *Op. cit.*

¹² WORLD RESOURCES INSTITUTE – WRI. *The weight of nations: material outflows from industrial economies*. Washington, DC: World Resources Institute, 2000. Disponível em: http://pdf.wri.org/weight_of_nations.pdf. Acesso em 06/07/2010.

¹³ ANDRADE, D. C. *Economia do Meio Ambiente: Aspectos Teóricos e Metodológicos nas Visões Neoclássica e da Economia Ecológica*. *Leituras de Economia Política* (IE/Unicamp). v. 14, p. 1-31, ago/dez 2008.

¹⁴ ANDRADE, D. C. *Op. cit.* p. 17.

¹⁵ COSTANZA, R. *Op. cit.*

¹⁶ COSTANZA, R. *Op. cit.*

¹⁷ COSTANZA, R. *Op. cit.*

curto prazo, ignorando as recompensas de longo prazo.¹⁷ Desse modo, para que se torne possível assegurar a sustentabilidade da economia, talvez seja preciso reimpôr limites à dinâmica econômica por meio das instituições (regras).

A Agricultura e a Dinâmica Hídrica

O solo provê uma série de serviços ecossistêmicos, os quais resultam das funções ecossistêmicas decorrentes de suas características estruturais. O solo não pode ser considerado um recurso renovável, pois é resultado de inúmeros processos físico-químico-biológicos que levam milhares de anos. Sua formação – “pedogênese” – ocorre a partir da desintegração física e da decomposição químico-biológica de rochas da crosta terrestre. Tais processos ocorrem em função de mudanças na temperatura, forças erosivas da água, gelo, vento e por organismos vivos.

A degradação química é acelerada pela presença de oxigênio, água e seus sais dissolvidos e por ácidos provenientes da atmosfera e da degradação microbiana da flora e fauna (matéria orgânica). Os principais fatores ambientais que contribuem para a formação do solo são: clima, organismos (biota), relevo ou topografia, material de origem e tempo.¹⁸ Os principais atributos e propriedades físicas do solo são: cor, textura, estrutura, cerosidade, porosidade, densidade, consistência, retenção de água, componentes minerais e orgânicos, profundidade e aptidão agrícola.

De modo geral, em um dado volume de solo, cerca de 40 a 55% são partículas minerais; entre 1 a 10% são de matéria orgânica; o restante de espaço poroso é preenchido por água e/ou ar, onde os organismos vivos correspondem a uma pequena fração, normalmente menos de 0,1% da massa, enquanto que o número de microrganismos é enorme. Estima-se que um grama de solo possa conter um milhão de propágulos de fungo (esporos, latentes ou em fase de repouso, fragmentos de hifas etc.), mais de um bilhão de células bacterianas e um número desconhecido de espécies.¹⁹ No quadro 1 são apresentados alguns bens e serviços ecossistêmicos providos pelo solo.

Verifica-se que existem sobreposições entre os bens e serviços ecossistêmicos apresentados em cada categoria (quadro 1). Essa é uma evidência da complexidade da dinâmica ecossistêmica e da estreita interação entre os elementos que compõem o solo. A ciclagem de nutrientes pode ser considerada o serviço mais crítico, porque é essencial para a vida²⁰ e para a produção de biomassa. A ciclagem de nutrientes é realizada por organismos fixadores de nitrogê-

¹⁸ FERRAZ, R. P. D. *et al.*. Capítulo 2 – Fundamentos de morfologia, pedologia, física e químicos do solo de interesse no processo de recuperação de área degradada. In: TAVARES, S. R. L. *et al.*. *Curso de Recuperação de Áreas Degradadas: A visão da ciência do solo no contexto do diagnóstico, manejo, indicadores de monitoramento e estratégias de recuperação*. Centro de Treinamento da Petrobras, Rio de Janeiro, RJ, 22 a 26 de setembro de 2008. Embrapa Solos, Documento 103, novembro/2008.

¹⁹ JANICK *et al.*, 1974 *apud* DAILY, G. C.; MATSON, P. A. & VITOUSEK, P. M. Ecosystem services supplied by soil. Chapter 7. In: DAILY, G. C. *Nature's services: societal dependence on natural ecosystems*. Washington DC: Island Press, 1997.

²⁰ BARRIOS, E. *Op. cit.*

nio, fósforo e outros compostos e por decompositores e transformadores, fungos e bactérias, que, a partir de relações simbióticas com as raízes das plantas, entre outros elementos, atuam em conjunto, contribuindo diretamente para a capacidade de mobilização de nutrientes. A biodiversidade encontrada no solo é responsável pela manutenção de sua fertilidade.²¹

²¹ BARRIOS, E. *Op. cit.*

Quadro 1: Síntese dos Bens e Serviços Ecosistêmicos providos pelo Ecossistema Solo segundo Avaliação Ecosistêmica do Milênio

Bens e Serviços Ecosistêmicos de Suporte
Ciclagem de nutrientes (manutenção da fertilidade do solo ou resiliência)
Formação / renovação do solo ("produção" de solo)
Sustentação para o crescimento das plantas
Produção primária
Bens e Serviços Ecosistêmicos de Provisão
Infiltração e armazenagem de água (lençóis freáticos e aquífero)
Filtragem da água (purificação)
Regulação do fluxo hidrológico
Bens e Serviços Ecosistêmicos de Regulação
Controle do fluxo de água (escoamento superficial, infiltração e fluxo na estiagem)
Controle da erosão e retenção de sedimentos (associado à capacidade infiltração)
Regulação climática (estocagem de gases de efeito estufa)
Controle de pragas, pragas e doenças (desintoxicação da matéria orgânica)
Degradação da matéria orgânica "morta"
Bens e Serviços Ecosistêmicos Socioculturais
Ambiente que permite a ocupação sociocultural e econômica
Expressão artística e cultural (cerâmica)
Turismo e recreação
Prática de esportes
Beleza cênica

Fonte: Elaborado pelos autores com base em DAILY, G. C.; MATSON, P. A. & VITOUSEK, P. M.²², LAVELLE, P. *et al.*²³, BARRIOS, E.²⁴, CHAER, G. M.²⁵, ANDRADE, D. C.²⁶.

Uma importante função e serviço ecosistêmico provido pela ciclagem de nutrientes é a regulação dos ciclos elementares do planeta, como por exemplo, os relativos ao ciclo do carbono, nitrogênio, fósforo e enxofre. As alterações no ciclo do carbono e do nitrogênio podem ter grande potencial para induzir profundas mudanças nos processos químicos globais.

²² DAILY, G. C.; MATSON, P. A. & VITOUSEK, P. M. Ecosystem services supplied by soil. Chapter 7. *In: DAILY, G. C. Nature's services. Op. cit.*

²³ LAVELLE, P. *et al.* Soil invertebrates and ecosystem services. *European Journal of Soil Biology*, n° 42, October/2006, p. S3-S15. Disponível em: <http://france.elsevier.com/direct/ejsobi>. Acesso em: 10/05/2011.

²⁴ BARRIOS, E. Soil biota, ecosystem services and land productivity. *Ecological Economics*, n° 64, 2007, p. 269-285. Disponível em: www.elsevier.com/locate/ecolecon. Acesso em: 10/05/2011.

²⁵ CHAER, G. M. Métodos de integração de indicadores para avaliação da qualidade do solo. Capítulo 4. *In: PRADO, R. B.; TURETTA, A. P. & ANDRADE, A. G. Manejo e conservação do solo e da água no contexto das mudanças climáticas*. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2010. Disponível em: <http://www.cnps.embrapa.br/solosbr/publicacao2.html>. Acesso em: 09/05/2011.

²⁶ ANDRADE, D. C. *Modelagem e Valoração de Serviços Ecosistêmicos: Uma Contribuição da Economia Ecológica*. Campinas, 2010, 268 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Econômico Espaço e Meio Ambiente) – Programa de Doutorado do Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas – Unicamp.

Outro importante serviço ecossistêmico provido pelo solo é a capacidade de infiltração e retenção da água da chuva. Esse serviço é fundamental para o controle do fluxo superficial e do ciclo hidrológico. Estima-se que o volume global anual de precipitação alcance 119 mil km³, equivalente para cobrir a superfície terrestre com uma camada de um metro de água.²⁷ O serviço de infiltração impede o acúmulo de água na superfície. A água infiltrada será utilizada pelas plantas e para a formação e manutenção dos lençóis freáticos e aquíferos.

²⁷ BRANCO, S. M. *Água: origem, uso e preservação*. 2ª edição - 17ª impressão. São Paulo: Moderna, 2003.

A todo o momento morrem milhões de organismos vivos e seus “corpos” são depositados sobre a superfície do solo, os quais serão “consumidos” por organismos que habitam o solo, tornando inofensivos inúmeros agentes patogênicos presentes na matéria “morta”. Os decompositores produzem inúmeros compostos – potentes antibióticos – que neutralizam agentes patogênicos, tais como a penicilina e a estreptomicina, produzidas por um fungo e uma bactéria.²⁸ Os decompositores exercem a função de reciclar a matéria orgânica morta, permitindo a renovação dos nutrientes do solo e do ciclo da vida. É preciso reconhecer que a ação dos decompositores é essencial para a produção de alimentos (agricultura e atividade extrativa), forragem, madeira, algodão e outras fibras, combustíveis de biomassa, fármacos e outras fontes de matéria.

²⁸ DAILY, G. C.; MATSON, P. A. & VITOUSEK, P. M. Ecosystem services supplied by soil. Chapter 7. In: DAILY, G. C. *Nature's services*. Op. cit.

Enquanto os ecossistemas não forem perturbados pela ação antrópica, o ciclo de nutrientes tende a ser fechado, isto é, não haveria perdas significativas no processo, correspondendo à função de auto-organização do solo. Contudo, a ação antrópica pode alterar esse ciclo, fazendo com que o resultado seja a perda da capacidade de assimilação e da fertilidade do solo. Lavelle *et al.*²⁹ destacam que os serviços ecossistêmicos do solo são resultados dessa capacidade de auto-organização.

²⁹ LAVELLE, P. *et al.*. Op. cit.

Ainda, a presença de florestas pode ser considerada o principal componente estrutural de um ecossistema – pelo menos é o mais visível – e, também, um importante indicador do estado geral dos ecossistemas. A cobertura florestal é responsável por uma série de serviços essenciais para a manutenção de outros componentes ecológicos e do sistema humano. A sua importância relativa e o tipo de serviços que provê variam em função de sua localização e de outras características.

As florestas ripárias, por exemplo, são importantes corredores para a movimentação da fauna, contribuindo para a dispersão vegetal (biodiversidade) – criando as condi-

³⁰ SILVA, J. A. A. *et al.* O Código Florestal e a Ciência: contribuições para o diálogo. Produzido pela Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência – SBPC; Academia Brasileira de Ciências – ABC. Disponível em: www.sbpnet.org.br/site/arquivos/codigo_florestal_e_a_ciencia.pdf. Acesso em: 27/04/2011.

³¹ LIMA, W. P. & ZAKIA, M. J. Capítulo 3 – Hidrologia de matas ciliares. In: RODRIGUES, R. R. & LEITÃO FILHO, H. F. (Eds.). Matas ciliares: conservação e recuperação. 2ª edição, São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, Fapesp, 2009.

³² BRANCO, S. M. *Op. cit.*

³³ SILVA, J. A. A. *et al.* *Op. cit.*

³⁴ BRAGA, R. A. P. *Op. cit.*

³⁵ PAGANO, S. N. & DURIGAN, G. Aspectos da ciclagem de nutrientes em matas ciliares do oeste do estado de São Paulo, Brasil. In: RODRIGUES, R. R.; LEITÃO FILHO, H. F. (Eds.). *Matas ciliares: conservação e recuperação*. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2009.

ções necessárias para o fluxo gênico da flora e fauna.³⁰ Segundo Lima & Zakia,³¹ essa função deve ser considerada razão mais que suficiente para a manutenção das zonas ripárias. Deve-se acrescentar a sua função hidrológica na manutenção da integridade dos ecossistemas de uma bacia hidrográfica, o que reflete na disponibilidade de água em quantidade e qualidade suficiente para manter a dinâmica ecossistêmica e as atividades humanas em determinada região. Os ecossistemas ripários, juntamente com o restante da cobertura florestal, influenciam o ciclo hidrológico através da infiltração e percolação da água pluvial (reduzindo o escoamento superficial), bem como, através da evapotranspiração.

Segundo Branco³², em condições naturais – ecossistemas saudáveis – do volume total precipitado na superfície terrestre estima-se que por volta de 30% escoará diretamente para os corpos d'água superficiais. O restante infiltra-se no solo, formando os depósitos de água subterrânea (lençóis freáticos e aquíferos). A capacidade de infiltração do solo é amplificada pela presença de cobertura florestal, porque o sistema radicular, serrapilheira e a vegetação adensada podem reter em média 70% do volume das precipitações.³³

Estudos realizados em área de Mata Atlântica, no Parque Estadual da Serra do Mar, no Estado de São Paulo, indicaram que a interceptação da água proveniente da precipitação pela mata natural secundária alcança 18,23%, retornando à atmosfera pela evaporação direta. A maior parcela, 80,65%, atinge a superfície do solo, resultando no escoamento superficial. Uma pequena parcela, em torno de 1,12%, é escoada pelo tronco das árvores.³⁴

As matas ciliares também abrigam processos de transferência de nutrientes exclusivos. A entrada de sedimentos de áreas “externas” ao ecossistema ciliar, que podem ser transportadas pela água da chuva, é passível de redução pela mata ciliar, que atuará como um filtro.³⁵ Portanto, os sedimentos não serão depositados no corpo d'água. Outra entrada de nutrientes é através do fluxo lateral do lençol freático, que transporta os sedimentos das partes mais altas do terreno para a mata ciliar. Por sua vez, a perda de nutrientes pode ocorrer através do arraste da serrapilheira pela água dos rios em áreas inundáveis. Uma importante característica do ecossistema ripário no que se refere à ciclagem de nutrientes é que se trata de um processo totalmente aberto e imprevisível.

Do mesmo modo, a mata ciliar contribui para a potabilidade da água, porque desempenha uma função de filtra-

³⁶ LIMA, W. P. & ZAKIA, M. J. *Op. cit.*

³⁷ PAGANO, S. N. & DURIGAN, G. *Op. cit.*

³⁸ BRAGA, R. A. P. *Avaliação dos instrumentos de políticas públicas na conservação integrada de florestas e águas, com estudo de caso na bacia do Corumbataí – SP.* Tese de doutoramento (Escola de Engenharia de São Carlos – Hidráulica e Saneamento). 2005, p. 30. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses>. Acesso em: 26/04/2011.

gem superficial de sedimentos. Estudos mostram que a mata ciliar promove uma redução da concentração de substâncias químicas, tais como herbicidas e fertilizantes “artificiais”, porque, ao chegar à zona ripária, uma parcela deles fica retida por absorção pelo sistema radicular.³⁶ A função de filtragem contribui também para a ciclagem de nutrientes. Por sua vez, a produção de biomassa em florestais tropicais é elevada, tornando-se um importante reservatório de nutrientes minerais.³⁷

Ainda, Braga³⁸ apresenta um interessante modelo relacional sobre os efeitos positivos e negativos decorrentes do desmatamento sobre o sistema hídrico e o solo (figura 1).

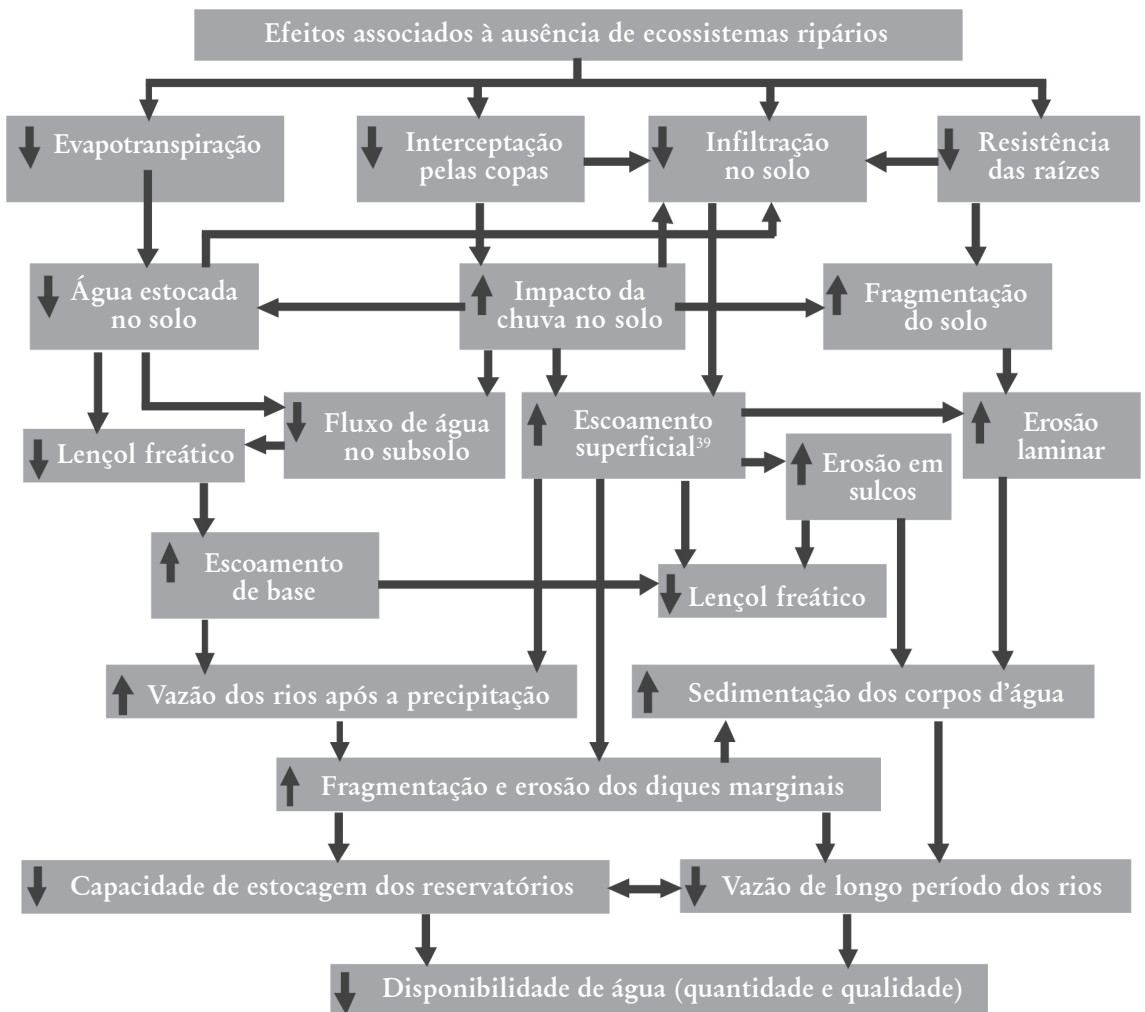


Figura 1: Síntese da Interdependência entre a ausência de Cobertura Florestal Ripária e os Componentes Ecossistêmicos (Solo e Água). Fonte: Modificada pelos autores com base em Braga⁴⁰

³⁹ Refere-se ao aumento do fluxo (volume) e da velocidade de escoamento da água de chuva, portanto, contribuindo para enxurradas.

⁴⁰ BRAGA, R. A. P. *Op. cit.* p. 31.

Em síntese, a mata ripária fornece os seguintes serviços ecossistêmicos: 1) geração do escoamento direto; 2) quantidade e qualidade dos recursos hídricos; 3) ciclagem de nutrientes; 4) interação direta com o ecossistema aquático (quadro 2). Portanto, a redução da cobertura vegetal ripária poderá reduzir o fluxo de água em períodos de estiagem, e, em períodos chuvosos, elevar o escoamento superficial. Por sua vez, a elevação do fluxo superficial significará um aumento na probabilidade de ocorrência de inundações e enchentes.

Quadro 2: Bens e Serviços Ecossistêmicos providos pelo Ecossistema Ripário segundo Avaliação Ecossistêmica do Milênio

Bens e Serviços Ecossistêmicos de Suporte
Retenção do solo no longo período (reduz o ritmo da erosão natural do solo)
Ciclagem de nutrientes (armazenamento e reciclagem de nutrientes)
Renovação do solo (provimento de matéria orgânica e de minerais)
Bens e Serviços Ecossistêmicos de Provisão
Proteção, abrigo e berçário (reprodução) - manutenção da biodiversidade
Alimentos para a espécie humana (frutos, recursos pesqueiros etc.)
Insumos para as atividades humanas (madeira, fibras, combustível etc.)
Recursos genéticos (para uso agrícola, medicinal etc.)
Recursos medicinais (medicina tradicional e homeopática)
Recursos ornamentais
Bens e Serviços Ecossistêmicos de Regulação
Captura e armazenagem de CO ₂ pela fotossíntese
Manutenção da qualidade do ar
Relativa estabilidade climática (local, regional e global) pela evapotranspiração
Prevenção de distúrbio (cheias, inundações, enchentes etc.)
Manutenção do fluxo de água (navegação)
Provimento / purificação de água (filtragem, retenção e armazenagem de água)
Controle biológico de pragas e doenças (manutenção da biodiversidade)
Manutenção da população de polinizadores (contribui para o cultivo agrícola)
Controle da erosão do solo e sedimentação
Bens e Serviços Ecossistêmicos Socioculturais
Beleza cênica (características da paisagem natural)
Recreação (ecoturismo, prática de esportes etc.)
Cultural e artística (inspiração para desenvolvimento de atividades lúdicas)
Histórica (fonte para estudo da evolução das espécies)
Espiritual e religiosa
Ciência e educação (pesquisa científica)
Contribui para as relações sociais
Contribui para o relaxamento psíquico (sensação de bem-estar ou paz de espírito)

Fonte: Elaborado pelos autores.

O Agricultor como “Produtor de Água”

A disponibilidade de água em quantidade e qualidade, como visto, está estreitamente relacionada ao tipo de manejo do solo, em especial do solo agrícola. Se o sistema de manejo não respeita os limites biofísicos, uma série de serviços ecossistêmicos providos pelo solo e pela cobertura florestal pode ter seu fluxo reduzido, ou mesmo, perdido. Os principais impactos associados ao manejo inadequado do solo agrícola são: impermeabilização, erosão, perda de nutrientes, perda de biodiversidade (biota que utiliza o solo como habitat), queda da produtividade agrícola, aumento da necessidade de insumos externos, perda da capacidade de infiltração da água, degradação de recursos hídricos (quantidade e qualidade), aumento da emissão de gases de efeito estufa, aumento dos investimentos em obras de infraestrutura, deterioração de áreas urbanas etc.

As principais práticas de manejo do solo agrícola que contribuem para a manutenção do fluxo de serviços ecossistêmicos envolvem: 1) sistema de plantio direto; 2) rotação de culturas; 3) sistemas agroflorestais; 4) sistemas agrosilvipastoris; 5) sistemas orgânicos agroecológicos; 6) controle de pragas e doenças com quantidade adequada de produtos químicos, quando possível fazer uso de compostos naturais; 7) aplicação controlada de fertilizantes e compostos para manter a fertilidade do solo, quando possível priorizar o uso de fertilizantes naturais; 8) construção de terraços; 9) plantio em curva de nível; 10) manutenção de cobertura permanente do solo; 11) monitoramento dos teores de matéria orgânica, entre outros.

Nesse sentido, a recuperação e manutenção do provimento de serviços ecossistêmicos em territórios agropecuários, em especial os serviços associados à disponibilidade de recursos hídricos, dependerão das práticas de manejo adotadas pelos agricultores. Contudo, o adequado manejo do solo não somente contribuirá para o provimento de serviços ecossistêmicos para toda a sociedade, mas também para o próprio agricultor. Esse efeito decorre da interdependência dos componentes ecossistêmicos. Assim, os benefícios auferidos pelos agricultores poderão compensar, em certa medida, uma parcela dos custos decorrentes da transição de processos intensivos em químicos e maquinários para práticas conservacionistas. A outra parcela pode ser compensada pela implantação de esquemas de Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA's) prestados pelos agricultores à sociedade.

A importância dos serviços ambientais providos pelos agricultores que adotam práticas conservacionistas ou que respeitem as restrições biofísicas do solo, passou a ter reconhecimento na agenda política no período recente. Por exemplo, a Agência Nacional de Águas (ANA) criou o Programa “Produtor de Água” em 2001.⁴¹ O Programa tem por objetivo a melhoria da qualidade hídrica a partir do incentivo à adoção de práticas, quanto ao uso do solo agrícola, que contribuam para reduzir a sedimentação dos corpos d’água, aumento da oferta de água e conscientização dos produtores agropecuários.⁴²

O “Produtor de Água” da ANA visa à melhoria da qualidade e da quantidade de água em bacias hidrográficas a partir de incentivo financeiro direto aos produtores rurais. Desse modo, o foco central é promover uma redução da erosão e do assoreamento de mananciais nas áreas agrícolas do país. A adesão é voluntária, mas o produtor deve estar disposto a adotar práticas com vistas à conservação do solo e da água.⁴³

Outra iniciativa que pode contribuir para a manutenção ou o aumento da disponibilidade de água em quantidade e qualidade é o Programa Agricultura da Baixo Carbono (ABC), lançado em 2010, pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), cujo principal objetivo consiste em promover alterações nas práticas agrícolas a partir da adoção de processos e tecnologias que neutralizem ou minimizem a emissão e os efeitos dos gases de efeito estufa. Na safra 2012/2013, o programa disponibilizou mais de R\$ 4 bilhões em crédito para agricultores que tiveram interesse em adotar práticas conservacionistas de manejo, ou mesmo que quiseram promover a adequação das práticas de manejo do solo agrícola.⁴⁴ Foram incentivados pelo programa: o plantio direto na palha; a recuperação de pastos degradados; a integração lavoura-pecuária-floresta; o plantio de florestas comerciais; a fixação biológica de nitrogênio; o tratamento de resíduos animais.⁴⁵

Embora o objetivo das ações incentivadas pelo Programa ABC tenham por objetivo a mitigação das emissões de gases de efeito estufa gerados na atividade agrícola, tais ações também podem contribuir de maneira significativa para o aumento da disponibilidade hídrica nas propriedades e nas bacias hidrográficas. Conforme foi destacado pela abordagem econômico-ecológica, vigora na dinâmica ecossistêmica uma profunda inter-relação e interdependência entre os componentes do ecossistema, logo, a adequação do manejo do solo agrícola em prol da mitigação dos gases de

⁴¹ AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUA – ANA. *Programa Produtor de Água*. Disponível em: <http://www.ana.gov.br/produagua/>. Acesso em: 05/10/2010.

⁴² AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUA – ANA. *Programa Produtor de Água*. Op. cit.

⁴³ AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUA – ANA. *Programa Produtor de Água: Manual Operativo*. Disponível em: <http://www.ana.gov.br/produagua/>. Acesso em: 05/10/2010.

⁴⁴ MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. *Programa Agricultura de Baixo Carbono*. Disponível em: www.agricultura.gov.br/desenvolvimento-sustentavel/programa-abc. Acesso em: 02/06/2013.

⁴⁵ MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. *Programa Agricultura de Baixo Carbono*. Op. cit.

efeito estufa também contribuirá para a melhoria hídrica das regiões, ou seja, também são práticas que influenciam no fluxo de serviços ecossistêmicos relacionados à dinâmica hídrica das regiões.

No entanto, as decisões relacionadas ao uso do solo agrícola são baseadas em expectativas. Como o futuro é incerto, a construção de cenários – representações do futuro a partir de suposições – pode oferecer importantes informações para a tomada de decisão em um ambiente complexo, incontrollável e incerto, características inerentes da interação entre sistema econômico e natural. Segundo Peterson, Cumming & Carpenter⁴⁶, um cenário pode representar um relato plausível do futuro. Nesse contexto, os autores apontam três principais benefícios quanto ao uso de cenários: 1) aumento da compreensão de um ambiente incerto; 2) incorporação de alternativas no plano de gestão; 3) maior consistência das decisões tomadas.

Dessa maneira, a construção de cenários permite que os tomadores de decisão possam avaliar diferentes situações baseadas em suas expectativas (suposições), comparando-as entre si para obter um rol de soluções possíveis (alternativas) antes de tomar a decisão sobre determinada ação. Em termos da gestão dos recursos naturais, os cenários permitem aos agentes avaliar a trajetória de suas decisões antes de adotadas, contribuindo, assim, para práticas que minimizem o impacto das ações humanas no sistema natural. O uso de cenários está estreitamente vinculado a análises de longo prazo, característica inerente dos problemas ambientais.

De acordo com Verburg, Rounsevell & Veldkamp⁴⁷, os cenários também permitem o ordenamento das percepções sobre ambientes alternativos futuros, os quais seriam reflexos das decisões tomadas no presente. Os cenários podem representar um conjunto de histórias, escritas ou orais, construídas a partir de enredos criteriosamente elaborados. No entanto, autores como Shearer⁴⁸, destacam que os cenários não representam predições, mas sim uma aproximação da realidade futura construída a partir de suposições, que auxiliará na gestão de ambientes incertos e na tomada de decisão. Cabe destacar que a construção de cenários não se baseia em fatos, mas em suposições.

Considerações finais

O uso e a ocupação do solo e principalmente o sistema de manejo são fundamentais para a manutenção da disponibilidade de água. De uma perspectiva econômico-eco-

⁴⁶ PETERSON, G. D.; CUMMING, G. S. & CARPENTER, S. R. Scenario planning: a tool for conservation in an uncertain World. *Conservation Biology*, vol. 17, n° 2, abril/2003, p. 358-366.

⁴⁷ VERBURG, P. H.; ROUNSEVELL, M. D. & VELDKAMP, A. Scenario-based studies of future land use in Europe. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, vol. 114, n° 1, May/2006, p. 1-6.

⁴⁸ SHEARER, A. W. Approaching scenario-based studies: three perceptions about the future and considerations for landscape planning. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 32:67-87, 2005.

lógica, este uso e ocupação e os correspondentes sistemas de manejo devem ser articulados do modo como o recomendam os agroecólogos, isto é, como um agroecossistema onde se busca aproveitar plenamente o potencial de produção dos serviços ecossistêmicos aí presentes.

A produção de água é um desses serviços ecossistêmicos. Resulta de propriedades físico-químicas do solo, quando este é manejado adequadamente. Sob florestas naturais, essas propriedades do solo ocorrem naturalmente. Em solos cultivados, vão depender do manejo adotado. Nesse caso, o agricultor torna-se parte do agroecossistema, na medida em que as práticas adotadas poderão manter ou criar as condições para que tais propriedades existam. Quando isso ocorre, a água das chuvas não apenas infiltra-se, como também fica em parte “estocada” no solo, percolando lentamente para os lençóis freáticos. Dois serviços resultam desse processo: a) os lençóis freáticos continuam a ser alimentados de água durante períodos mais ou menos longos de estiagem, reduzindo, desse modo, a diferença de disponibilidade de água entre os períodos chuvosos e os secos; b) as lavouras beneficiam-se de maior disponibilidade de água no solo superficial, reduzindo-se significativamente sua vulnerabilidade a “veranicos” (curto período seco durante a estação chuvosa) que podem provocar perdas de safras significativas.

Cabe notar que, enquanto o primeiro serviço beneficia os usuários urbano-industriais de água, o segundo beneficia diretamente aqueles que conservam e/ou melhoram o agroecossistema, os agricultores. Nesse sentido, o custo de oportunidade de sua provisão, que seria o objeto de políticas públicas, em especial a de pagamento por serviços ambientais, é potencialmente menor do que aqueles referentes a serviços ecossistêmicos que não beneficiam diretamente seus protetores.

A simulação desses benefícios para toda a região-alvo teria um impacto bastante positivo, tanto na justificativa como na calibração de políticas públicas projetadas para melhorar a produção de água de qualidade, notadamente políticas de adequação do uso e ocupação do solo.

Junior Ruiz Garcia é graduado em Ciências Econômicas, doutor em Desenvolvimento Econômico e professor do Departamento de Economia da Universidade Federal do Paraná (UFPR).

jrgarcia1989@gmail.com

Ademar Ribeiro Romeiro é graduado em Ciências Econômicas, doutor em Economia e professor do Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

arromeiro@gmail.com

VALORAÇÃO
ECONÔMICO-ECOLÓGICA DE
SERVIÇOS ECOSISTÊMICOS
ILUSTRAÇÃO PRELIMINAR PARA O CASO
DO SOLO AGRÍCOLA DE ARARAS, SÃO PAULO

*Daniel Caixeta Andrade
Ranulfo Paiva Sobrinho
Sérgio Gomes Tôsto*

Ecosystems provide a wide range of services. Because of the complex ecological processes that interact to produce these services, it is often difficult – and possibly misleading – to isolate and value just one ecosystem service without simultaneously considering other services.¹

Trata-se aqui de ilustrar preliminarmente uma proposta de valoração de serviços ecossistêmicos à luz da Economia Ecológica, cuja ideia básica é a utilização de ferramentas metodológicas capazes de apreender a complexidade inerente aos serviços ecossistêmicos. O exercício empírico realizado compreende a valoração do serviço de fertilidade natural e de regulação de água prestados pelo solo agrícola do município de Araras, São Paulo, no ano de 2007. Procurou-se mostrar o potencial da ferramenta de modelagem ecológica no processo de valoração, de forma a aproximá-lo da visão da Economia Ecológica.

¹ BARBIER, E. B. & HEAL, G. M. Valuing Ecosystem Services. *The Economists' Voice* 3(3), artigo 2, 2006. Disponível em: <http://www.bepress.com/ev/vol3/iss3/art2>. Acesso: abril de 2009.

Desde muito tempo, os economistas ecológicos dirigem várias críticas a alguns dos métodos utilizados na prática de valoração, mormente ancorados na microeconomia neoclássica, muito embora a grande maioria a aceite (com ressalvas) como ferramenta auxiliar para a gestão ambiental ou mesmo a adote de maneira idêntica. Sobre este último caso, alguns pesquisadores apontam para uma certa incoerência, uma vez que estudiosos do campo da Economia Ecológica criticam a prática corrente da valoração ambiental e ainda assim a reproduzem.

Apesar de as críticas teóricas da Economia Ecológica estarem firmemente consolidadas na literatura econômica heterodoxa e respaldadas por nomes como o de Georgescu-Roegen, Herman Daly, Robert Costanza e Joan Martínez Alier, nota-se que há uma relativa carência em termos de avanços metodológicos que diferenciam efetivamente as análises de cunho neoclássico daquelas econômico-ecológicas. Este estado contribuiu para que economistas ecológicos frequentemente utilizassem o mesmo conjunto de técnicas adotadas por economistas neoclássicos, originando clamores – justificáveis até certo ponto – de que não haveria distinção operacional entre as duas correntes.

É no campo da valoração de serviços ecossistêmicos que tal confusão metodológica se manifesta de maneira mais contundente. Recentemente, porém, esforços de pesquisa vêm sendo direcionados no sentido de delinear de forma clara os princípios norteadores de uma plataforma valorativa coerente com os princípios da Economia Ecológica.² Para isso, é preciso invocar o recurso à transdisciplinaridade, cuja operacionalização é áspera e às vezes pouco palatável, mas absolutamente indispensável no tratamento dos fenômenos complexos do mundo real.

Este artigo tem como objetivo ilustrar preliminarmente uma proposta de valoração de serviços ecossistêmicos à luz da Economia Ecológica, cuja ideia básica é a utilização de ferramentas metodológicas capazes de apreender a complexidade inerente aos serviços ecossistêmicos. Inicialmente, aplicou-se um método amplamente utilizado – o custo de reposição de nutrientes – que consegue captar apenas o valor do serviço de fertilidade natural, representado pelo custo de se repor os nutrientes perdidos com a erosão por meio de fertilizantes disponíveis no mercado. Entretanto, embora válida como estimativa do valor do serviço ecossistêmico em questão, deve-se ter em mente que esta não representa a totalidade do valor dos serviços ecossistêmicos ameaçados pela erosão.

² ANDRADE, D. C. *Modelagem e valoração de serviços ecossistêmicos: uma contribuição da Economia Ecológica*. Tese de Doutorado – Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, São Paulo, 2010.

São vários os serviços ecossistêmicos fornecidos por um solo em condições ecológicas ideais – capacidade de estocagem de água, mobilização de nutrientes, produção de metabolitos fitossanitários, estruturação adequada ao enraizamento e absorção de nutrientes pela planta. A consideração em si destas variáveis ecossistêmicas, cada uma com parâmetros de sustentabilidade específicos, não é factível sem uma ferramenta de modelagem. Além disso, o tratamento de cada uma delas exige também ferramentas de modelagem de modo a se ter em conta as variações espaciais do fluxo de determinado serviço ecossistêmico, considerando-se a heterogeneidade dos ecossistemas. Mesmo ao se considerar individualmente um serviço, a modelagem é necessária para a simulação dos impactos recebidos sob diferentes hipóteses quanto ao comportamento dos principais vetores de mudança.

Para fins de demonstração do potencial da modelagem e da proposta de valoração econômico-ecológica, além do serviço de fertilidade natural do solo, cujo valor foi obtido pelo tradicional método do custo de reposição de nutrientes, foi utilizado como exemplo ilustrativo o serviço de capacidade de estocagem de água prestado pelos solos do município de Araras, São Paulo, para o ano de 2007, cuja dinâmica foi analisada por meio da aplicação do modelo “número da curva” (*curve number*). A intenção deste exercício ilustrativo é apontar para limitações do processo usual de valoração que desconsidera a interconexão entre funções e serviços ecossistêmicos. Um dos diferenciais da perspectiva econômico-ecológica é a tentativa de incorporar aspectos relacionados à complexidade do capital natural. Uma plataforma valorativa compatível com esta visão deve, portanto, levar em conta critérios ecológicos e sociais, além daqueles estritamente econômicos.

Valoração econômica da erosão do solo no município de Araras, São Paulo: a prática usual

O município de Araras, no estado de São Paulo, possui 98,65% de sua área (aproximadamente 643,40 km²) inserida nas bacias hidrográficas dos Rios Mogi-Guaçu e Pardo.³ Sua população em 2009 era de cerca de 117.044 habitantes (95,87% residentes na zona urbana e 4,13% na zona rural). O valor de seu PIB gerado no ano de 2006 foi de R\$ 1.167,24 milhões.⁴

A quantificação das perdas físicas de solo por erosão no município foi feita por meio do método conhecido como

³ Andrade e colaboradores realizaram uma avaliação dos serviços ecossistêmicos prestados por esta bacia hidrográfica. ANDRADE, D. C. *et al.* Dinâmica do uso do solo e valoração de serviços ecossistêmicos: notas de orientação para políticas ambientais. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, v. 25, p. 53-71, 2012.

⁴ FUNDAÇÃO SEADE. População total, população urbana e população rural dos municípios paulistas – 2009, 2010. Disponível em: <http://www.seade.gov.br/>. Acesso em janeiro de 2010. IPEADATA. Produto Interno Bruto (PIB) dos municípios paulistas – 1985-2006, 2010. Disponível em: www.ipeadata.gov.br. Acesso em janeiro de 2010.

⁵ BERTONI, J. & LOMBAR-
DI NETO, F. Conservação
do solo. São Paulo: Livrosce-
res, 1985.

Equação Universal de Perda de Solos (EUPS), adaptado para as condições brasileiras.⁵ Os resultados obtidos para as perdas de solo por categoria de uso no município, bem como a configuração do uso da terra em 2007, encontram-se a seguir (tabela 1).

A média de perda de solo no município no ano de 2007 foi de 5,00 t.ha⁻¹.ano⁻¹, sendo a cultura de cana-de-açúcar queimada aquela que apresentou maior estimativa de perda, seguida pelas culturas anuais. Vegetação ripária e pastagem apresentaram as menores taxas.

Tabela 1: Uso da terra e estimativas de perdas de solo por categoria de uso no município de Araras, São Paulo, no ano de 2007 (ha, t.ha⁻¹.ano⁻¹). Fonte: elaborada pelo autor.

Categorias de uso do solo	Área total (ha)	Perda ponderada (t.ha ⁻¹ .ano ⁻¹)
Cafeicultura	328,55	2,88
Cana-de-açúcar crua	25.496,05	3,96
Cana-de-açúcar queimada	9.105,71	14,88
Floresta antropizada	3.013,13	1,02
Corpos d'água	1.254,48	2,98
Cultura anual	1.688,11	14,40
Fruticultura	11.971,42	2,94
Pastagem	1.336,22	1,82
Vegetação ripária	6.702,29	0,11
Média		5,00

O método do custo de reposição de nutrientes (equação 1), cuja ideia básica é a quantificação das perdas de nutrientes em função das taxas de perda de solo, utiliza como parâmetro a equivalência de preços de fertilizantes encontrados no mercado e segue-se com quatro procedimentos: 1) quantificação das perdas de solo por cultura (tabela 1); 2) identificação da quantidade de nutrientes carregada pelo processo erosivo (nitrogênio – N, fósforo – P, potássio – K, cálcio e magnésio – Ca+Mg); 3) conversão da quantidade de nutrientes em equivalentes de fertilizantes necessários para repor a fertilidade do solo (sulfato de amônia, superfosfato simples, cloreto de potássio e calcário dolomítico); 4) mensuração dos custos de aplicação dos fertilizantes.

$$VEPS = \sum_{i=1}^n (Q_i * P_i) + C_a \quad (1)$$

Em que: $VEPS$ = valor econômico da perda de solo (serviço de fertilidade natural); Q_i = quantidade necessária do fertilizante i para reposição da fertilidade do solo; P_i = preço de mercado do fertilizante i ; C_a = custo de aplicação.

Para a quantificação dos nutrientes carregados junto ao solo perdido, foram utilizados dados contidos em Bellinazzi Jr. *et al.*⁶, que identificaram o teor médio de nutrientes do solo paulista. Em seguida, a perda média de nutrientes pelo processo de erosão foi calculada pela seguinte equação:

$$NS_i = \sum_{i=1}^4 PS * TN_i \quad (2)$$

Em que: NS_i = quantidade perdida do i -ésimo nutriente, em toneladas (t); PS = perda de solo (em t); TN_i = correspondente à média do teor de nutrientes nos tipos de solo da bacia, em porcentagem.

A tabela 2, em seguida, sintetiza as perdas totais de solo e nutrientes no município de Araras, São Paulo, no ano de 2007. Percebe-se que os tipos de usos que mais apresentaram perdas totais de solo foram, respectivamente, a cana-de-açúcar queimada, cana-de-açúcar crua, fruticultura e cultura anual. Considerando apenas o sistema cana-de-açúcar (crua e queimada), tem-se que ele é responsável por aproximadamente 75,69% das perdas de solo no município. Trata-se de uma informação ilustrativa da importância do cultivo de cana-de-açúcar na região no que tange aos impactos ambientais causados. Os quatro tipos de uso do solo citados anteriormente são responsáveis pela quase totalidade das perdas ocorridas na área em estudo no ano de 2007 (cerca de 94,13%).

Tabela 2: Estimativa de perda total de solo e de nutrientes por categoria de uso do solo no município de Araras, São Paulo, no ano de 2007 (em toneladas). Fonte: elaborada pelo autor.

Categorias de uso do solo	Total de Perda de Solo	Perda total de N	Perda total de P	Perda total de K	Perda total de Ca+Mg
Cafeicultura	946,22	0,92	0,02	0,10	0,90
Cana-de-açúcar crua	100.964,36	97,68	2,67	10,15	95,79
Cana-de-açúcar queimada	135.492,96	131,09	3,58	13,63	128,54
Floresta antropizada	3.073,39	2,97	0,08	0,31	2,92
Corpos d'água	3.738,35	3,62	0,10	0,38	3,55
Cultura anual	24.308,78	23,52	0,64	2,44	23,06
Fruticultura	35.195,97	34,05	0,93	3,54	33,39
Pastagem	2.431,92	2,35	0,06	0,24	2,31
Vegetação ripária	737,25	0,71	0,02	0,07	0,70
Total	306.889,22	296,92	8,10	30,87	291,15

⁶ BELLINAZZI JUNIOR, R.; BERTONI, D. & LOMBARDI NETO, F. A ocorrência de erosão rural no Estado de São Paulo. In: Simpósio sobre o controle da erosão. 2ª edição, São Paulo. Anais. São Paulo: ABGE, 1981. p. 117-137, 1981.

O próximo passo constitui em converter as quantidades perdidas de nutrientes em equivalentes de fertilizantes. Isso foi feito utilizando-se a seguinte equação e o índice de equivalência fornecido por Bellinazzi Jr. *et al.*⁷:

$$QF_i = \sum_{j=1}^4 NS_j * TF_i \quad (3)$$

Em que: QF_i = quantidade correspondente de fertilizantes (t); NS_j = teor médio do j-ésimo nutriente perdido nos solos da bacia (t); TF_i = índice de equivalência entre nutrientes e fertilizantes.

A tabela 3, em seguida, apresenta as quantidades de fertilizantes necessárias para repor a fertilidade perdida no processo de erosão por tipo de uso do solo na região. Com base nos preços de mercado dos fertilizantes considerados (sulfato de amônia, superfosfato simples, cloreto de potássio e calcário dolomítico)⁸ (IEA, 2010)⁹ – tabela 4 –, foi possível conhecer o custo monetário de aquisição dos fertilizantes necessários (tabela 5).

Tabela 3: Estimativa da quantidade de fertilizantes necessária para reposição dos nutrientes perdidos pelo processo de erosão do solo por categoria de uso no município de Araras, São Paulo, no ano de 2007 (em toneladas). Fonte: elaborada pelo autor.

Categorias de uso do solo	Sulfato de amônia	Superfosfato Simples	Cloreto de Potássio	Calcário Dolomítico
Cafeicultura	4,58	0,14	0,16	2,36
Cana-de-açúcar crua	488,42	14,83	17,47	251,92
Cana-de-açúcar queimada	655,45	19,90	23,44	338,07
Floresta antropizada	14,87	0,45	0,53	7,67
Corpos d'água	18,08	0,55	0,65	9,33
Cultura anual	117,59	3,57	4,21	60,65
Fruticultura	170,26	5,17	6,09	87,82
Pastagem	11,76	0,36	0,42	6,07
Vegetação ripária	3,57	0,11	0,13	1,84
Total	1.484,58	45,06	53,09	765,73

Tabela 4: Preço médio dos fertilizantes no ano de 2007 (em reais de 2007 por tonelada). Fonte: Instituto de Economia Agrícola (IEA).

Fertilizante	Preço médio ¹⁰
Sulfato de amônia	832,79
Superfosfato simples	650,80
Cloreto de potássio	1.083,67
Calcário dolomítico	31,25

⁷ Conforme estes autores, são necessários 5 quilogramas (kg) de sulfato de amônia para repor 1kg de nitrogênio, 5,56kg de superfosfato simples para 1kg de fósforo, 1,72kg de cloreto de potássio para 1kg de potássio e 2,63kg de calcário dolomítico para repor 1kg de cálcio+magnésio.

⁸ Corresponde à média dos preços pagos pela agricultura nos meses do ano de 2007.

⁹ IEA. Instituto de Economia Agrícola. Preços médios mensais pagos pela agricultura - 2007, 2010. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/out/index.php>. Acesso em janeiro de 2010.

¹⁰ Média dos preços nos meses do ano de 2007.

Tabela 5: Estimativa do custo monetário dos fertilizantes necessários para reposição da fertilidade do solo por categoria de uso no município de Araras, São Paulo, no ano de 2007 (em reais de 2007). Fonte: elaborada pelo autor.

Categorias de uso do solo	Sulfato de amônia	Superfosfato Simples	Cloreto de Potássio	Calcário Dolomítico
Cafeicultura	3.811,98	90,42	177,39	73,78
Cana-de-açúcar crua	406.747,20	9.648,48	18.928,02	7.872,49
Cana-de-açúcar queimada	545.849,89	12.948,14	25.401,18	10.564,78
Floresta antropizada	12.381,54	293,70	576,18	239,64
Corpos d'água	15.060,40	357,25	700,84	291,49
Cultura anual	97.930,89	2.323,03	4.557,22	1.895,43
Fruticultura	141.791,27	3.363,44	6.598,27	2.744,33
Pastagem	9.797,29	232,40	455,92	189,62
Vegetação ripária	2.970,11	70,45	138,21	57,49
Total	1.236.340,55	29.327,32	57.533,23	23.929,05

A etapa final de aplicação do método consistiu em agregar ao custo monetário calculado acima os custos de aplicação dos fertilizantes (equação 1). Estes foram retirados do Relatório do Projeto ECOAGRI¹¹, que calculou os custos associados de serviços e transportes para aplicação dos fertilizantes por tipo de cobertura do solo na bacia dos rios Mogi-Guaçu e Pardo, na qual o município de Araras, São Paulo, se insere (R\$ 42,02 por tonelada de sulfato de amônia, superfosfato simples e cloreto de potássio, e R\$ 128,87 por tonelada para o calcário dolomítico – tabela 6¹²). As tabelas 7 e 8 apresentam, respectivamente, os custos de reposição de nutrientes total e por hectare (reais de 2007) para as categorias de uso analisadas no município em questão.

Tabela 6: Custo de aplicação dos fertilizantes necessários para reposição da fertilidade do solo por categoria de uso no município de Araras, São Paulo, no ano de 2007 (em reais de 2007). Fonte: elaborada pelo autor.

Categorias de uso do solo	Sulfato de amônia	Superfosfato Simples	Cloreto de Potássio	Calcário Dolomítico
Cafeicultura	192,34	5,84	6,88	304,26
Cana-de-açúcar crua	20.523,20	622,97	733,95	32.464,87
Cana-de-açúcar queimada	27.541,89	836,02	984,95	43.567,47
Floresta antropizada	624,73	18,96	22,34	988,24
Corpos d'água	759,90	23,07	27,18	1.202,06
Cultura anual	4.941,29	149,99	176,71	7.816,44
Fruticultura	7.154,35	217,17	255,85	11.317,19
Pastagem	494,34	15,01	17,68	781,98
Vegetação ripária	149,86	4,55	5,36	237,06
Total	62.381,91	1.893,57	2.230,89	98.679,57

¹¹ ECOAGRI. *Diagnóstico Ambiental da Agricultura no estado de São Paulo: Bases para um desenvolvimento rural sustentável*. III Relatório Técnico. Maio de 2006. Disponível em <http://ecoagri.cnptia.embrapa.br/>. Acesso em janeiro de 2010.

¹² Os valores originais calculados são R\$ 39,00 por tonelada e R\$ 119,61 por tonelada para o ano de 2005, que atualizados para o ano de 2007 (ano da análise) pelo Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) resultam nos valores citados e utilizados nos cálculos do custo total de aplicação de nutrientes. IPEADATA. Índice de Preços ao Consumidor Amplo (IPCA) – 1994-2007, 2010. Disponível em: www.ipeadata.gov.br. Acesso em janeiro de 2010.

Tabela 7: Estimativa do custo de reposição de nutrientes (custos dos fertilizantes + custos de aplicação) por categoria de uso do solo no município de Araras, São Paulo, no ano de 2007 (em reais de 2007). Fonte: elaborada pelo autor.

Categorias de uso do solo	Sulfato de amônia	Superfosfato Simples	Cloreto de Potássio	Calcário Dolomítico	Total
Cafeicultura	4.004,32	96,26	184,27	378,04	4.662,89
Cana-de-açúcar crua	427.270,40	10.271,45	19.661,97	40.337,36	497.541,17
Cana-de-açúcar queimada	573.391,78	13.784,16	26.386,13	54.132,26	667.694,32
Floresta antropizada	13.006,27	312,67	598,52	1.227,88	15.145,34
Corpos d'água	15.820,30	380,32	728,01	1.493,55	18.422,18
Cultura anual	102.872,18	2.473,02	4.733,93	9.711,86	119.791,00
Fruticultura	148.945,61	3.580,61	6.854,12	14.061,52	173.441,87
Pastagem	10.291,63	247,41	473,60	971,60	11.984,23
Vegetação ripária	3.119,97	75,00	143,57	294,55	3.633,10
Total	1.298.722,46	31.220,89	59.764,12	122.608,62	1.512.316,09

Tabela 8: Estimativa do custo de reposição de nutrientes (custos dos fertilizantes + custos de aplicação) por hectare e por categoria de uso do solo no município de Araras, São Paulo, no ano de 2007 (em reais de 2007 por hectare). Fonte: elaborada pelo autor.

Tipo de Uso do Solo	Custo de Reposição de Nutrientes (por hectare)
Cafeicultura	14,19
Cana-de-açúcar crua	19,51
Cana-de-açúcar queimada	73,33
Floresta antropizada	5,03
Corpos d'água	14,69
Cultura anual	70,96
Fruticultura	14,49
Pastagem	8,97
Vegetação ripária	0,54
Média	24,63

A tabela 8 resume o custo de reposição de nutrientes por cultura no município de Araras, São Paulo, no ano de 2007. Percebe-se que as coberturas de cana-de-açúcar queimada e cultura anual apresentam uma estimativa de custo de reposição acima da média apresentada pelo município (R\$ 24,63 por hectare). Com relação à bacia na qual se insere a área estudada, o custo de reposição por hectare corresponde aqui a 62,82% do valor estimado para toda a bacia (R\$ 39,21 por hectare de acordo com o Projeto ECOAGRI).¹³

O método do custo de reposição de nutrientes, cuja aplicação é relativamente simples em função da disponibilidade de informações, apresenta várias limitações. Particular-

¹³ O valor original do custo de reposição de nutrientes por hectare para toda a bacia dos rios Mogi-Guaçu e Pardo é de R\$ 36,40 (reais de 2005), que atualizados para 2007 pelo IPCA equivalem a R\$ 39,21 por hectare (IPEA-DATA, Índice de Preços... *Op. cit.*).

mente, as estimativas aqui calculadas não consideram dados empíricos de teor médio de nutrientes e de equivalência de nutrientes-fertilizantes para a região em estudo, o que não corresponde ao cenário ideal para a valoração dos danos da erosão *on site*.

Não obstante, os resultados encontrados podem servir como parâmetro para a tomada de decisão sobre a adoção de práticas de conservação do solo por parte dos produtores rurais do município. Tais estimativas também podem funcionar como medida pedagógica para os produtores no que tange aos custos econômicos provocados pela erosão do solo, deixando-se claro que representam apenas um dos serviços ecossistêmicos gerados pelo solo (fertilidade natural), não estando computados os valores ecológicos e socioculturais.

A despeito de algumas limitações de natureza informacional, deve-se ter em mente algumas considerações de ordem ecológica sobre os impactos da erosão. A interpretação frequente e direta de que o valor monetário da erosão do solo no município de Araras, São Paulo, foi de R\$ 1.512.316,09 (tabela 7) deve ser evitada, pois este valor reflete apenas um aspecto dos impactos ambientais causados (perdas de nutrientes estocados no solo).

Avaliando o serviço de regulação de água no município de Araras, São Paulo: o modelo do “número da curva”

De acordo com Kremen¹⁴, a mensuração biofísica dos processos ecológicos e do seu papel na geração de serviços ecossistêmicos tem sido negligenciada na maioria das análises. A elucidação das relações sugeridas configura-se como uma agenda de pesquisa importante, pois a falta de informações e as incertezas sobre como os serviços são gerados a partir das funções ecossistêmicas restringem análises mais acuradas sobre a quantificação dos fluxos de serviços ecossistêmicos em função das intervenções antrópicas.

Certamente, a erosão do solo pode afetar vários serviços ecossistêmicos prestados pelo solo. A consideração de todas estas variáveis, resultantes de múltiplas e frequentemente inter-relacionadas funções ecossistêmicas, bem como dos respectivos parâmetros de sustentabilidade com seus limiares não lineares de sustentabilidade, é impossível sem o emprego de uma ferramenta de modelagem. Também é preciso considerar que a ferramenta de modelagem pode ser necessária para tratar apenas de uma variável ecossistê-

¹⁴ KREMEN, C. Managing ecosystem services: what do we need to know about their ecology? *Ecology Letters*, 8, p. 468-479, 2005.

mica. Como será demonstrado, este é o caso da variável representada pelo serviço de regulação hídrica (ou capacidade de estocagem de água no solo).

Em se tratando do serviço de regulação de água, este é afetado pela erosão na medida em que esta tem um impacto negativo sobre a estrutura do solo, que se torna mais compactada e, conseqüentemente, com menor capacidade de infiltração e condutividade hidráulica. Como resultado, há um aumento no escoamento superficial (*run-off*).

Farber *et al.*¹⁵ descrevem o serviço de regulação de água simplesmente como “fluxo de água sobre a superfície do planeta”, enquanto que Costanza *et al.*¹⁶ o descrevem como “regulação dos fluxos hidrológicos”. Independente de qual seja sua interpretação semântica, o importante a se notar é que os dois principais benefícios que podem ser derivados a partir desse serviço é a purificação de água e a modulação dos ciclos de seca e enchentes/inundações.¹⁷

Gately¹⁸ conceitua regulação de água como sendo o processo de abstração hidrológica que pode ser medido universalmente em termos de volume de água regulada. O conceito de escoamento superficial relaciona-se diretamente com a definição apresentada, sendo que, na maioria das vezes, quanto maior este último, maiores serão as descargas em rios/corpos d’água e menores serão as recargas dos aquíferos, reduzindo, portanto, a capacidade de regulação dos fluxos de água. Além disso, o escoamento superficial se relaciona com a capacidade de purificação de água dos ecossistemas, uma vez que, quanto maior o volume de água, maiores serão as quantidades esperadas de poluentes que entram no sistema hídrico.

Por escoamento superficial entende-se o fluxo de água que ocorre quando o volume proveniente de precipitações excede a capacidade de infiltração do solo. Depende de vários fatores físicos e meteorológicos, como tipologia de solo e intensidade das chuvas, e fatores antrópicos, como as características de cobertura dos solos. Sartori afirma que “o escoamento superficial é uma das fases do ciclo hidrológico e seu estudo é de grande importância devido ao dimensionamento de obras de engenharia e manejo agrícola. Sua quantificação é uma tarefa complexa e dependente de vários fatores, os quais são agregados a parâmetros ou variáveis em modelos de chuva-vazão”¹⁹.

Variações nos fluxos de escoamento superficial em uma determinada área podem ser uma *proxy* para variações no fluxo do serviço de regulação de água. Considera-se que quanto maior a magnitude da primeira variável, menor será

¹⁵ FARBER, S. *et al.* Linking ecology and economics for ecosystem management. *Bio-science*, 56(2)117-129, 2006.

¹⁶ COSTANZA, R. *et al.* The value of the world’s ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387, 253-260, 1997.

¹⁷ Assume-se que a palavra “fluxo”, contida nas duas descrições apresentadas, refere-se apenas aos fluxos de água doce que ocorrem em nível de bacia hidrográfica.

¹⁸ GATELY, M. *Dynamic modeling to inform environmental management: applications in energy resources and ecosystem services*. Community Development and Applied Economics; University of Vermont. Master Thesis, 2008. p. 41.

¹⁹ SARTORI, A. *Avaliação da classificação hidrológica do solo para a determinação do excesso de chuva do método do serviço de conservação do solo dos Estados Unidos*. Dissertação de Mestrado – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, UNICAMP, 161 p., 2004.

a quantidade de água regulada. Nesse caso, aumenta-se a quantidade de água perdida, o que gera impactos econômicos, tais como a perda de produtividade das plantas por meio da redução da quantidade de água disponível.

Para estimar o volume de água que foi convertido em escoamento superficial no ano de 2007 no município de Araras, usou-se o modelo conhecido como “número da curva” (*curve number*) ou simplesmente “modelo CN”. Este modelo foi originalmente desenvolvido pelo Serviço de Conservação do Solo (SCS) do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA).²⁰

²⁰ Para maiores detalhes sobre o modelo utilizado, consultar SARTORI, A. *Op. cit.*

O primeiro passo para a utilização do modelo acima descrito foi a estimação dos valores do parâmetro CN (*curve number*) para 9 categorias de uso do solo no município de Araras (tabela 9). Quanto mais próximo do valor 100, menor será a capacidade de infiltração, ou seja, maior será o potencial de escoamento superficial. Deve-se notar que tais valores representam a combinação das características de tipo de solo e tipo de cobertura, obtidas pelos bancos de dados do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC).

Aos valores de CN, foram agregados os dados de precipitação, os quais foram obtidos junto à Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). Os 7 eventos pluviométricos utilizados são apresentados na tabela 10, com os respectivos volumes precipitados (em mm).

A partir dos dados de precipitação e das estimativas para o parâmetro CN, foi possível o cálculo do volume de escoamento superficial por categoria de solo no município de Araras, em 2007, em metros cúbicos por hectare/ano (tabela 11²¹).

²¹ Foram consideradas somente as atividades agrícolas.

Os resultados mostram-se coerentes com o esperado, já que, em função do tipo de manejo considerado, aquelas culturas com práticas menos adequadas ou que propiciam menor proteção ao solo são as que apresentaram maior volume escoado. É necessário destacar os baixos volumes escoados para a citricultura e cafeicultura, devidos à boa cobertura dos solos nestas duas atividades. Quanto às culturas anuais e pastagem, é de se esperar um alto volume de escoamento, em consequência, principalmente, do intenso uso de maquinaria e pisoteio do gado, respectivamente, o que compromete a capacidade de infiltração do solo. A classe de floresta secundária apresentou um elevado escoamento devido à sua característica de antropização. Entretanto, o potencial de escoamento em matas ciliares é mais reduzido, resultado igualmente esperado.

Tabela 9: Determinação do parâmetro “CN” por categoria de uso do solo no município de Araras, São Paulo.

Uso	Tipo de Cobertura	Tipo de Manejo do Solo	Condição Hidrológica	A	B	C	D
Cana-de-açúcar crua	Plantio em linha	Contorno e terraceamento com incorporação da palhada no solo	Má	X	X	X	X
			Média	X	X	X	X
			Boa	61	70	77	80
Citricultura	Plantio em linha	Contorno e terraceamento	Má	X	X	X	X
			Média	X	X	X	X
			Boa	32	58	72	79
Cana-de-açúcar queimada	Plantio em linha	Contorno e terraceamento com queima da parte aérea	Má	66	74	80	82
			Média	X	X	X	X
			Boa	X	X	X	X
Mata ciliar	Arbustiva	Sem manejo	Má	X	X	X	X
			Média	X	X	X	X
			Boa	30	48	65	73
Áreas urbanas	Ruas e rodovias pavimentadas com calçadas, guias e galerias de drenagem		Má	98	98	98	98
			Média	X	X	X	X
			Boa	X	X	X	X
Floresta antropizada	Área antropizada	Sem manejo	Má	X	X	X	X
			Média	43	65	76	82
			Boa	X	X	X	X
Cultura Anual – Soja + Milho	Plantio em linha	Curva de nível com resíduos de colheita	Má	60	71	78	81
			Média	X	X	X	X
			Boa	X	X	X	X
Pastagem	Plantio a lanço	Terraceamento	Má	68	79	86	89
			Média	X	X	X	X
			Boa	X	X	X	X
Cafeicultura	Plantio em linha	Curva de nível e terraceamento	Má	X	X	X	X
			Média	32	58	72	79
			Boa	X	X	X	X

A última coluna da tabela acima apresenta o volume total escoado por categoria de uso do solo no município analisado, que é de aproximadamente 81,8 milhões de m³. Se tal volume de água perdido pudesse ser valorado, por exemplo, pelo preço da água praticado por alguns Comitês de Bacias Hidrográficas (CBHs), ter-se-ia um indicador da perda econômica propiciada pelo escoamento superficial. No comitê dos rios Piracicaba, Corumbataí e Jundiá, tal preço é R\$ 0,0003/m³, o que geraria um total de R\$ 24.531,90. Trata-se de um montante relativamente baixo, devido ao preço simbólico cobrado por unidade de volume

de água. Entretanto, ao se considerar um valor arbitrário de R\$ 10,00/m³ para uso doméstico, a ser cobrado dos habitantes do município de Araras, a perda econômica total equivale a R\$ 817.697.359,40.

O volume de água regulada é resultado da diferença entre o total precipitado e o total de escoamento superficial ($L=P - Q$)²². Admitindo-se L como indicador da provisão do serviço ecossistêmico de regulação de água, os resultados acima podem ser utilizados para demonstrar o estado desse serviço no município, no ano de 2007.

²² P é o total de precipitação e Q representa o total de escoamento superficial (*run-off*).

Tabela 10: Dados de precipitação para 7 eventos pluviométricos no município de Araras, São Paulo, no ano de 2007. Fonte: Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP)

Evento 1		Evento 2		Evento 3		Evento 4		Evento 5		Evento 6		Evento 7	
Data	Vol.	Data	Vol.	Data	Vol.	Data	Vol.	Data	Vol.	Data	Vol.	Data	Vol.
31/12/06	2,4	14/01/07	25,0	06/02/07	26,0	15/03/07	14,8	15/04/07	14,8	16/07/07	4,8	23/07/07	0,4
01/01/07	71,4	15/01/07	5,4	07/02/07	0	16/03/07	28,2	16/04/07	28,2	17/07/07	47,0	24/07/07	5,6
02/01/07	12,6	16/01/07	1,0	08/02/07	38,0	17/03/07	56,2	17/04/07	56,2	18/07/07	25,8	25/07/07	58,0
03/01/07	6,6	17/01/07	0	09/02/07	59,8	18/03/07	4,6	18/04/07	4,6	19/07/07	1,4	26/07/07	4,4
04/01/07	27,2	18/01/07	25,4	–	–	19/03/07	53,6	19/04/07	53,6	–	–	–	–
05/01/07	34,0	19/01/07	59,8	–	–	20/03/07	1,4	–	–	–	–	–	–
06/01/07	18,0	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
07/01/07	9,6	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
08/01/07	2,4	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Tabela 11: Estimativa de volume de água escoado por categoria de uso do solo no município de Araras, São Paulo, em 2007. Fonte: elaborada pelo autor

Uso e cobertura	Escoamento de água superficial (m ³ .ha ⁻¹ .ano ⁻¹)	Escoamento total (m ³ .ano ⁻¹)
Cana-de-açúcar crua	166	42.348.096,68
Cana-de-açúcar queimada	283	25.713.895,44
Citricultura	10	1.141.773,50
Cafeicultura	6	20.121,79
Cultura anual - Soja+milho	215	3.633.536,18
Pastagem	263	3.507.016,56
Mata ciliar	31	2.072.015,39
Floresta secundária	111	3.333.280,40
Total	1.084	81.769.735,94

Para fins ilustrativos e de modelagem espacial, o modelo utilizado (*curve number*) foi apresentado em forma diagramática dentro da plataforma SIMILE (figura 1). A integração com *softwares* de informação georreferenciada permite a visualização do mapa da área de estudo e os resultados de forma espacializada.

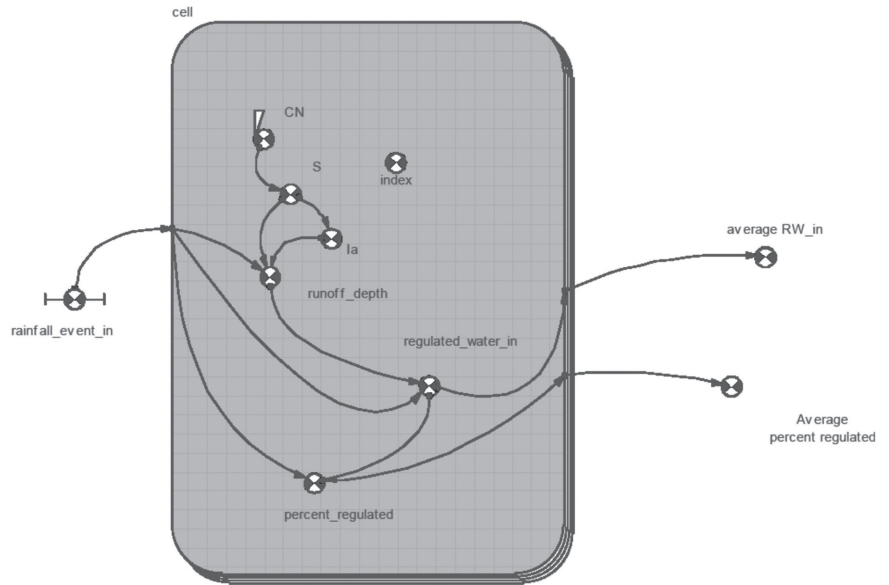


Figura 1: Representação do modelo de Regulação de Água

Para o município de Araras, o diagrama apresentado na figura acima foi construído baseado em células (*cellgrid*), com um total de 104 linhas e 106 colunas, com uma resolução de 300m².²³ O mapa do município foi obtido no Laboratório de Geoprocessamento do Instituto Agrônomo de Campinas (IAC).

Os submodelos representados acima equivalem a cada uma das unidades de área, cujos objetos são modelados pelas relações sugeridas no diagrama. É como se o mapa do município fosse dividido em várias quadrículas, sendo o comportamento de cada uma apontado pelo modelo. Os *inputs* do modelo são os dados estimados para o parâmetro CN (tabela 9), calculados com base na combinação das categorias de uso e tipologia do solo, e informações sobre precipitação (tabela 10) (variáveis “*rainfall_event_in*” e “*CN*”). Os parâmetros I_a e S no diagrama acima representam, respectivamente, a abstração hidrológica inicial e o potencial máximo de retenção, ambos influenciando o volume de escoamento superficial.

²³ O número de unidades de área (linhas e colunas) é definido pelo usuário de acordo com a resolução utilizada. Entretanto, um modelo com alta resolução pode representar um grande esforço computacional, nem sempre disponível.



Figura 2: Representação do parâmetro CN estimado

A figura 2 mostra, de forma espacializada, as estimativas de CN para o município. A área mais clara da figura representa o perímetro urbano de Araras, no qual o CN estimado é próximo a 100, representando uma capacidade mínima de infiltração de água. Áreas com cores mais fortes são aquelas em que o CN estimado é menor, representando uma maior capacidade de infiltração.

Os dados de saída são o volume de água regulada (diferença entre o volume precipitado e o escoado, este último dado pela variável “*runoff-depth*”) e representado pela variável “*regulated-water-in*”. As variáveis “*Average RW-in*” e “*Average percent regulated*” representam, respectivamente, a

média do volume de água regulada em mm e porcentagem, considerando todas as unidades de área do modelo. A figura 3 indica a evolução do volume de água regulada no município de Araras no período de 31 de dezembro de 2006 a 26 de julho de 2007.

Segundo a proposta feita por Hein *et al.*²⁴, um processo de valoração dos serviços ecossistêmicos deve compreender cinco etapas, quais sejam: 1) definição do ecossistema ou região onde os serviços ecossistêmicos serão valorados; 2) avaliação biofísica dos serviços ecossistêmicos contemplados; 3) valoração *stricto sensu*; 4) agregação e comparação dos diferentes valores; e 5) consideração das escalas apropriadas do ponto de vista dos *stakeholders*. Em termos de tal proposta, o modelo acima, ao analisar a trajetória do serviço de regulação, deve ser usado se o objetivo é um processo de valoração que considere as alterações dos fluxos de serviços ecossistêmicos.

Os resultados derivados de um modelo como o acima apresentado permitem ao pesquisador maior clareza sobre a “performance” de determinado serviço ecossistêmico. A partir daí, procede-se a valoração *stricto sensu* com base nas informações obtidas pelo procedimento da modelagem.

²⁴ HEIN, L. *et al.* Spatial scales, stakeholders and the valuation of ecosystem services. *Ecological Economics*, 57(2), 209-228, 2006.

No caso da regulação de água, por exemplo, uma opção para valoração desse serviço seria a estimativa da perda de produtividade em culturas agrícolas devido à perda de água disponível para as plantas, diminuindo sua resistência em períodos de veranico. Pode-se, ainda, estimar o aumento do custo de irrigação para compensar a umidificação natural dos solos.²⁵

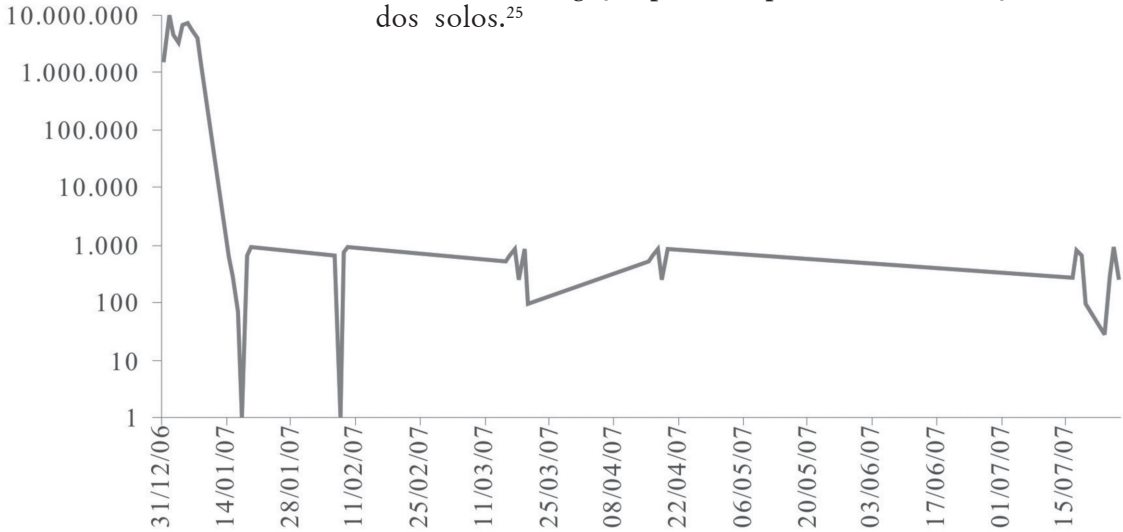


Figura 3: Evolução do volume regulado de água no município de Araras, São Paulo, no período de 26/12/2006 a 26/07/2007.

²⁵ Pimentel e colaboradores estimaram o custo adicional de irrigação nos EUA de US\$ 30.ha⁻¹ano⁻¹, considerando-se uma perda de 75mm de água por hectare e uma taxa de erosão eólica de 17 toneladas (t) por hectare por ano. PIMENTEL, D. *et al.* Environmental and economic costs of soil erosion and conservation benefits. *Science*, 267, p. 1.117-1.123, 1995.

Independente da forma selecionada para se valorar o dano associado à redução do fluxo do serviço ecossistêmico analisado, o fato é que um processo de valoração fundamentado em resultados da modelagem torna-se mais crível do ponto de vista dos *stakeholders* envolvidos. Estes também podem auxiliar na valoração dos impactos causados, visto que os modelos permitirão a visualização dos efeitos negativos resultantes, favorecendo a avaliação dos próprios *stakeholders* dos prejuízos causados pelas suas ações. Assim, ao tornarem mais claras as interdependências ecológicas, os modelos podem funcionar como uma fonte de informações integradora para *experts* e não *experts* na avaliação e valoração dos serviços ecossistêmicos. Ademais, a forma como os modelos são construídos e, mesmo modelos simplificados de apenas um serviço ecossistêmico (como o adotado a título de ilustração), torna possível conhecer espacialmente a dinâmica dos serviços ecossistêmicos. Trata-se de uma importante informação, pois pode ser utilizada como forma para subsidiar mecanismos de geração de incentivos para preservação do capital natural.

É importante destacar ainda que a abordagem preliminar aqui utilizada ainda não permitiu explorar integralmente o potencial da ferramenta de modelagem. Na construção de cenários, por exemplo, é possível analisar a trajetória do serviço de regulação de água sob a hipótese de o município analisado cumprir totalmente com a legislação ambiental (20% de averbação de Reservas Legais e manutenção de Áreas de Proteção Permanente). Outra possibilidade seria a junção do modelo acima com modelos de mudanças de uso do solo. Estes últimos, ao analisarem dinamicamente a evolução do uso de solo em determinada área, permitem ao usuário conhecer os impactos sobre os serviços ecossistêmicos advindos da expansão/redução de usos mais ou menos propícios à provisão de serviços ecossistêmicos.

Considerações finais

Este artigo ilustra de que maneira a valoração de serviços ecossistêmicos poderia se aproximar das premissas da Economia Ecológica. Ainda em caráter preliminar, procurou-se demonstrar que a ferramenta da modelagem é importante para a correta avaliação e valoração dos serviços ecossistêmicos. Trata-se de um elemento auxiliar no processo de valoração, permitindo ao seu executor ter melhor compreensão da dinâmica dos serviços ecossistêmicos.

O caminho aqui percorrido foi o de, primeiramente, valorar um serviço ecossistêmico prestado pelo solo (fertilidade natural) por meio da aplicação de um método tradicional, qual seja, o do custo de reposição de nutrientes. Posteriormente, a ilustração da modelagem foi feita para mostrar que apenas a aplicação dos métodos não é suficiente para se avaliar corretamente todos os serviços ecossistêmicos que estão em jogo. Essa insuficiência não se deve exclusivamente ao método do custo de reposição de nutrientes, cuja construção metodológica é considerada adequada para os objetivos a que se propõe. Entretanto, não se pode esquecer que o solo, no exemplo utilizado, provê outros tipos de serviços ecossistêmicos que também são afetados pelo processo de erosão. É o caso do serviço de regulação de água, o qual pode ser mensurado a partir da avaliação da capacidade de retenção de água.

Apesar de o modelo utilizado retratar a dinâmica de apenas um serviço ecossistêmico (regulação de água), a ilustração colocada é uma amostra da potencialidade da utilização de modelos ecológicos no processo de valoração. Estes permitem a visualização espacial dos fenômenos analisados

Daniel Caixeta Andrade é economista, doutor em Desenvolvimento Econômico e professor do Instituto de Economia da Universidade Federal de Uberlândia, Minas Gerais.
caixetaandrade@ie.ufu.br

Ranulfo Paiva Sobrinho é ecólogo, doutor em Desenvolvimento Econômico e pesquisador do Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas, São Paulo.
ranulfops@yahoo.com.br

Sérgio Gomes Tôsto é agrônomo, doutor em Desenvolvimento Econômico e pesquisador da Embrapa Monitoramento por Satélite.
sergio.tosto@embrapa.br

e também a integração de modelos mais simples a modelos mais complexos, visando ao entendimento das interdependências ecológicas.

Como uma aproximação do que se considera adequado para um processo de valoração dos serviços ecossistêmicos realmente dinâmico e integrado, a análise aqui feita pode ser considerada como um primeiro esforço no sentido da efetiva junção da modelagem de serviços ecossistêmicos e de sua valoração. Acredita-se ser esta uma importante agenda de pesquisa, a qual deve ser encampada principalmente pelos economistas ecológicos, para os quais deve existir a integração das perspectivas econômica e ecológica para se enfrentar o problema de degradação ambiental. Não se pode deixar de mencionar, ainda, que desdobramentos futuros de pesquisa devem atentar para outros aspectos da valoração econômico-ecológica, como a incorporação dos valores socioculturais dos serviços ecossistêmicos.

VALOR DE RECREAÇÃO DE UMA RESERVA NA MATA ATLÂNTICA

Ronaldo Seroa da Motta
Ramon Arigoni Ortiz

A Reserva Natural Vale (RNV), localizada no município de Linhares, Espírito Santo, além de ser um importante sítio para conservação da biodiversidade da Mata Atlântica, dispõe de equipamentos de hotelaria, recreação e eventos que atraem um número cada vez maior de visitantes, com acesso gratuito ao local. Essa demanda crescente motivou a aplicação de pesquisa, aqui apresentada, sobre valoração contingente para estimar o valor de uso recreativo da Reserva. Os resultados encontrados indicam que a variação do excedente do consumidor de cada visita estaria entre R\$ 24,57 e R\$ 39,95, ou valores anuais equivalentes entre R\$ 160 a 261 mil reais.

Introdução

Este artigo tem como objetivo descrever os procedimentos e resultados obtidos no estudo de valoração ambiental da Reserva Natural Vale (RNV) referente ao valor de uso recreativo gerado a partir de visitas à reserva. A Reserva, além de ser um sítio importante para conservação da biodiversidade da Mata Atlântica localizado no município de Linhares, Espírito Santo, ainda dispõe de equipamentos de hotelaria, recreação e eventos que atraem um número cada vez maior de visitantes.

O número total de visitantes na Reserva aumentou substancialmente, a partir de 2008, de 5.000 para 32.000 em 2011. Uma parcela significativa desses visitantes é composta por estudantes que se beneficiam de programas de educação ambiental, ou por participantes de eventos institucionais. Entretanto, um quarto das visitas é de caráter espontâneo, isto é, são visitas resultantes de uma decisão econômica, com o objetivo de desfrutar dos benefícios ambientais recreativos da Reserva. Como o acesso desses visitantes é gratuito, este estudo irá concentrar-se na mensuração do valor econômico da visitação espontânea.

Para medir ganhos de bem-estar associados ao valor de uso recreativo de sítios naturais, é necessário medir o excedente do consumidor e, portanto, medir uma função de demanda. Para tal, a literatura se utiliza dos métodos do custo de viagem (MCV) ou de valoração contingente (MVC).

O método do custo de viagem (MCV) estima a função de demanda usando a relação inversa entre o custo de viagem ao sítio recreativo e o número de visitas realizadas pelo indivíduo. Ou seja, baseia-se nas preferências reveladas por essas visitas, considerando seus custos e benefícios.¹ Uma crítica à aplicação do MCV é que ele estima uma função de demanda Marshalliana e não Hicksiana, isto é, não considera o efeito-renda.² Portanto, quando os gastos de viagem representam parte importante da renda há que realizar transformações nas funções de demanda para estimar medidas de bem-estar.³

A aplicação do MCV, entretanto, torna-se complexa quando a viagem tem destinos múltiplos e o tempo de viagem é parte preponderante do custo. A forma de desagregação do custo de viagem entre destinos múltiplos e a de estimação do valor econômico do tempo afetam as medidas de bem-estar derivadas do MCV.⁴ Adicionalmente, como o MCV é aplicado com dados observados dos sítios em análise, não permite analisar, no bem-estar, os efeitos das alterações de características ambientais.⁵

¹ Modelagem econométrica de MCV se iniciou com abordagens simples onde custo era apenas relacionado com a distância percorrida para realização da visita sem possibilidade de substituição até modelos de utilidade aleatória onde há um padrão de escolha de destinos frente a conjunto de possibilidades. THIENE, M. & SCARPA, R. Deriving and testing efficient estimates of WTP distributions in destination choice models. *Environmental and Resource Economics*, 44:379-395, 2009.

² As duas funções de demanda seriam equivalentes somente numa especificação linear (ver PENDLETON, L. & MENDELSON, R. Estimating recreation preferences using hedonic travel cost and random utility models. *Environmental and Resource Economics*, 17:89-108, 2000).

³ HAUSMAN, J. Exact consumer's surplus and deadweight loss. *The American Economic Review*, 71(4), 662-676, 1981.

HANEMANN, M. Discrete-continuous models of consumer demand. *Econometrica*, 52, 541-561, 1984.

⁴ BATEMAN, I. & JONES, L. P. Contrasting conventional with multi-level modeling approaches to meta-analysis: expectation consistency in U.K. Woodland Recreation Values. *Land Economics*, 79 (2), 235-258, 2003.

ORTIZ, R. A.; SEROA DA MOTTA, R. & FERRAZ, C. A estimação do valor ambiental do Parque Nacional do Iguauá através do método de custo de viagem. *Pesquisa e Planejamento Econômico*, 30(3), 2000.

⁵ SHRESTHA, R. K. & LOOMIS, J. B. Testing a meta-analysis model for benefit transfer in international outdoor recreation. *Ecological Economics*, 39, 67-83, 2003.

JEON, Y. & HERRIGES, J. A. Convergent validity of contingent behavior responses in models of recreation demand. *Environmental and Resource Economics*, 45:223-250, 2010.

⁶ Ver, por exemplo, MITCHELL, R. C. & CARSON, R. T. *Using Surveys to Value Public Goods: The Contingent Valuation Method*. Washington, D. C.: RFF Press, 1989.

ARROW, K. *et al.* Report of the NOAA Panel on contingent valuation. *Federal Register*, 58 (January, 10): 4.601-4.614, 1993.

BATEMAN, I. J. *et al.* *Economic Valuation with Stated Preference Techniques: a Manual*. Cheltenham: Edward Elgar Publishing, 2002.

⁷ Por conta disto, essa literatura considera que estudos de meta-análise para fins de transferência de benefícios quase sempre geram vieses estimativos estatisticamente significativos.

SHRESTHA, R. K. & LOOMIS, J. B. *Op. cit.*

WHITEHEAD, J. C. *et al.* Combining revealed and stated preference data to estimate the nonmarket value of ecological services: an assessment of the state of the science. *Journal of Economic Survey*, 22:872-908, 2008.

JEON, Y. & HERRIGES, J. A. *Op. cit.*

Já o método de valoração contingente mede diretamente a disposição a pagar e pode trabalhar com cenários que capturem alterações ambientais. No entanto, por trabalharem com cenários hipotéticos, isto é, de preferências declaradas, os manuais de valoração contingente definiram procedimentos criteriosos para uma aplicação correta do método⁶, de forma a garantir que suas estimativas não sejam enviesadas, ou melhor, que os valores estimados sejam uma boa aproximação da verdadeira preferência dos indivíduos.

A possibilidade de convergência das estimativas dos dois métodos tem sido um tema bastante discutido: dependendo de como cada método é aplicado e da variação ambiental que se está analisando⁷, os custos de viagem são estimados. No caso da RNV, a aplicação do MCV teria que lidar com dois problemas metodológicos que dificultam sua execução, a saber: (a) alguns visitantes chegam à Reserva como parte de um plano de viagem que inclui outros destinos, o que dificulta a discriminação dos custos de viagem entre os diversos destinos; (b) a variação dos custos de viagem não é grande quando a maioria dos visitantes vem de um pequeno número de lugares próximos à reserva.

Assim, adotamos o método da valoração contingente através de pesquisa com questionário junto a uma amostra de visitantes espontâneos. A seguir apresentamos a especificação do modelo e os seus resultados.

O modelo

Assumimos uma função de utilidade esperada do visitante como $u(j, y; s)$ onde $j = 1$ se o indivíduo tem acesso à Reserva e zero quando ele não é o caso. O termo y representa a renda do consumidor e s um vetor de atributos que afetam a decisão de visitar a Reserva. Logo, $u(j, y; s)$ é composta de um componente observável $v(j, y; s)$ e outro não observável ϵ_j , tal que $u(j, y; s) = v(j, y; s) + \epsilon_j$.

Seja agora a utilidade esperada do visitante quando a visita a Reserva está disposto a pagar pela visita (DAP) tal que $u_1 = u(1, y - \text{DAP}, s)$ e, para aqueles que não querem ter acesso e não pagar, $u_0 = u(0, y; s)$. Logo, o indivíduo decidirá se aceita pagar ou não se:

$$v(1, y - \text{DAP}; s) + \epsilon_1 > v(0, y, s) + \epsilon_0 \quad (1)$$

ou

$$v(1, y - \text{DAP}; s) - v(0, y, s) > \epsilon_0 - \epsilon_1 \quad (2)$$

Admitindo uma distribuição para o termo do erro ε_j , a diferença $\varepsilon_0 - \varepsilon_1$ seguiria essa distribuição. Ou seja, a probabilidade de pagamento pelo proprietário ficaria caracterizada quando Δv se iguala à diferença de utilidade em (2).⁸

Para elaborar o questionário a ser aplicado, partiu-se de uma pesquisa piloto para determinar o perfil socioeconômico dos visitantes e suas preferências sobre a visita. A pesquisa final foi realizada entre fevereiro e maio de 2012 e a amostra incluí um total de 278 questionários válidos.

O questionário investiga os dados socioeconômicos dos visitantes e suas motivações para a visita. Para evitar um viés de protesto ao indagar sobre a possibilidade de uma entrada paga a um local onde vigora o acesso gratuito, a pergunta da DAP foi desenvolvida de forma a que o entrevistado indicasse a quantidade adicional de dinheiro que estaria disposto a pagar em custos adicionais de viagem para chegar à Reserva. Dependendo do meio de transporte utilizado pelo visitante (ônibus ou automóvel particular), esse custo serviria para cobrir, respectivamente, um gasto adicional por passagem de ônibus ou por combustível. Assim, ao medir um valor acima ao que está sendo realizado, o gasto adicional retrata diretamente a variação do excedente do consumidor. Esta questão em formato dicotômico solicitava ao entrevistado que respondesse “sim” ou “não” a uma lista de valores predeterminados da DAP⁹.

Resultados e estimativas

Em torno de 55% da amostra é composto por pessoas do sexo feminino e a média de idade é de 37 anos. O custo médio de viagem (transporte, acomodação e refeições) por grupo é de R\$ 342,69 (US\$ 170), ou R\$ 153,35 (US\$ 77) por pessoa. A grande maioria dos visitantes, 61%, deslocou-se à RNV de carro.

Conforme mostra a tabela 1, como era de se esperar, a taxa de aceitação dos valores solicitados (respostas positivas para cada valor solicitado) diminuiu com o aumento desse valor.

Na tabela 2 apresentamos os dados coletados na pesquisa para sub-amostras segundo as características do visitante. Usamos variáveis dicotômicas (*dummies*) para controlar pelo efeito do visitante ser funcionário da Vale, estar em viagem com outro destino além da reserva (destino múltiplo), ter ido de carro ou ter-se hospedado no hotel da reserva e, assim, tratar seus efeitos fixos na aceitação ou não dos valores apresentados.

⁸ HANEMANN, M. Discrete-continuous models of consumer demand. *Econometrica*, 52, 541-561, 1984.
MADDALA, G. S. *Limited Dependent and Qualitative Variables in Econometrics*. New York: Cambridge University Press, 1983.

⁹ O intervalo desses valores foi determinado em pesquisa-piloto, em que se indagavam valores de forma aberta; ao final, os valores situaram-se entre R\$ 5,00 e R\$ 150,00, divididos como 5, 10, 20, 50, 70, 100 e 150 reais por visita.

Tabela 1: Aceitação dos valores solicitados para visitar a RNV (%)

Valor solicitado	Aceitam o valor	Número de respostas
R\$ 5,00	98.1	259
R\$ 10,00	88.3	233
R\$ 20,00	66.3	175
R\$ 50,00	39.8	105
R\$ 70,00	23.5	62
R\$ 100,00	15.5	40
R\$ 150,00	5.5	5

Tabela 2: Resumo das sub-amostras: médias (e desvio padrão)

Variáveis	Amostra limpa	Destino único	Visitante externo
Número de entrevistados	156	218	246
Mulher (dummy)	0.62 (0.48)	0.58 (0.49)	0.56 (0.50)
Idade	35.4 (11.5)	36.4 (12.1)	37.2 (12.0)
Nível educacional	5.9 (1.4)	5.9 (1.4)	5.9 (1.3)
Custo de transporte	34.5 (33.6)	50.3 (95.7)	62.1 (101.7)
Despesas na reserva	50.2 (118.0)	54.6 (121.1)	190.2 (394.2)
Distância desde casa	229.6 (444.6)	235.6 (411.9)	237.8 (391.3)
Tempo de viagem (horas)	2.54 (2.48)	2.87 (2.93)	3.0 (2.9)
Horas na reserva (para visitantes diários)	5.6 (2.6)	5.8 (2.6)	5.8 (2.6)
Custo total de viagem	78.96 (97.95)	105.27 (158.06)	327.3 (547.2)
Custo de viagem por pessoa	22.93 (63.10)	41.12 (123.77)	144.1 (317.4)
Número de acompanhantes	16.9 (15.3)	17.5 (17.9)	15.9 (17.5)
Renda	4960 (3951)	4740 (3706)	5101 (3987)
Log (renda)	8.17 (0.90)	8.13 (0.88)	8.20 (0.89)
Questionário fácil (dummy)	0.86 (0.35)	0.89 (0.31)	0.89 (0.30)
Trabalhador Vale (dummy)	0	0	0
Hóspede do hotel (dummy)	0	0	0.11 (0.32)
Destino múltiplo (dummy)	0	0.28 (0.45)	0.28 (0.45)
Visitou de carro (dummy)	0.51 (0.50)	0.52 (0.50)	0.57 (0.49)

Note que o valor declarado da DAP dos entrevistados que são funcionários da Vale, se hospedam no hotel e que têm destino múltiplo engloba benefícios adicionais aos capturados por aqueles visitantes de um dia. Dessa forma, vamos estimar resultados para três sub-amostras, a saber: (a) amostra limpa: não inclui os funcionários da Vale, hóspedes do hotel e os com destino múltiplo e, por isso, deve estar restrita aos visitantes de um dia morando nas proximidades da Reserva; (b) destino único: não inclui os funcionários da Vale e hóspede do hotel e (c) visitante externo: inclui todos os visitantes exceto os funcionários da Vale. Dessa forma, os resultados da amostra limpa são os mais conservadores.

Como evidencia a tabela 2, a amostra limpa, caracterizada por visitante de um dia, em sua maioria, é de 20 a 40% menor que as outras sub-amostras que incluem funcionários da Vale, visitantes com destinos múltiplos e que se hospedam na Reserva; por isso, os custos de viagem são bem menores. De resto, os perfis das sub-amostras são muito similares.

A partir das respostas para os valores solicitados no questionário, geramos intervalos em que a DAP verdadeira dos respondentes está localizada. Em outras palavras, a DAP verdadeira do entrevistado está dentro do intervalo formado pelo maior valor solicitado, para o qual a resposta do entrevistado foi “sim” e o menor valor solicitado rejeitado pelo respondente. Se o entrevistado rejeita o menor valor (R\$ 5,00), sabemos que a DAP deste entrevistado é um número entre zero e cinco. Por outro lado, se o entrevistado aceita todos os valores solicitados, então sua DAP é maior do que R\$ 150,00, mas não sabemos o limite superior deste intervalo. Dessa forma, admitimos o valor de R\$ 200,00 como limite superior do intervalo¹⁰.

É necessário o uso de análise de regressão de dados em intervalo para gerar estimativas de média e mediana da DAP. Este tipo de modelo é dependente da distribuição de probabilidade admitida para a variável dependente. Em geral, os analistas usam uma distribuição não negativa, como Weibull, exponencial, log-normal ou log-logística. Distribuições não negativas não admitem valores negativos para a variável dependente, o que é uma característica desejada em nosso caso, já que os entrevistados devem indicar uma quantidade não negativa para a sua DAP para visitar a Reserva. Nesta análise, admitimos a distribuição de Weibull.

O modelo estatístico usando a distribuição Weibull é estimado através do método de máxima verossimilhança.¹¹

¹⁰ Essa é uma escolha *ad hoc*, porém conservadora, pois quanto maior esse limite maior será a medida central da DAP estimada.

¹¹ ALBERINI, A. *et al.* Does the value of a statistical life vary with age and health status? evidence from the US and Canada. *Journal of Environmental Economics and Management*, 48, p. 769-792, 2004.

A função de verossimilhança das respostas da DAP é definida como:

$$\log L = \sum_i \log [F(CS_i^U; \theta; \sigma) - F(CS_i^L; \theta; \sigma)] \quad (3)$$

onde (CS^L) e (CS^U) são os limites inferior e superior do intervalo no qual a verdadeira DAP do respondente se encontra e $(F(CS; \theta; \sigma))$ é a função de densidade acumulada da distribuição Weibull com parâmetro de forma ou *shape* (θ) e parâmetro de escala ou *scale* (σ), definidos como:

$$F(z; \theta; \sigma) = 1 - \exp\left(-\left(\frac{z}{\sigma}\right)^\theta\right) \quad (4)$$

¹² BATEMAN, I. J. *et al.*, *Op. cit.*

De acordo com Bateman *et al.*¹², os valores de média e mediana para a distribuição de Weibull podem ser estimados como:

$$mean = \exp(a) \cdot \Gamma(1 + \sigma) \text{ and } median = \exp(a + \ln(-\ln(0.5))) \cdot \sigma \quad (5)$$

onde (a) representa o parâmetro de localização ou *location* da distribuição de probabilidade Weibull e $(\Gamma(n) = (n-1)!)$ é a função gama. A forma mais simples de especificação para a função proposta é dada pela função somente-constante, e é de grande importância na determinação de estimativas da média e mediana da DAP¹³. Ela é especificada como:

¹³ BATEMAN, I. J. *et al.*, *Op. cit.*

$$c = a + e \text{ and } 0 \leq c \leq y \quad (6)$$

onde (a) representa o parâmetro de localização da distribuição de probabilidade assumida, ou a medida de tendência central da variável dependente e corresponde à média amostral da DAP dos entrevistados. Recomenda-se que a função somente-constante seja utilizada quando o objetivo é o de estimar a média e mediana da DAP.

Estimamos inicialmente uma regressão com a amostra toda para verificar se os resultados estão coerentes com as variáveis de renda e outras explicativas, tais como, destino múltiplo, ir de carro e se hospedar no hotel. Conforme se observa na tabela 3, os regressores destino múltiplo, ser hóspede do hotel e ir de carro são, conforme esperado, positivos e estatisticamente significativos em até 10%. Porém, a variável renda não aparece como significativa e isto pode ser explicado pelo fato de que esses regressores podem estar diretamente correlacionados com a renda. Por exemplo, os visitantes que têm outros destinos além da re-

serva, chegam lá de carro ou se hospedam no hotel, tendem a ter maior poder aquisitivo do que os que lá chegam de ônibus para uma visita de um dia.

Tabela 3: Regressões de Validade (todos os regressores)

Parâmetros	Coefficientes	P > z	Intervalo de confiança 95%	
Log(renda)	0,0516	0.484	-0,0928	0,1962
Destino múltiplo	0,3341	0.028	0,0365	0,6318
Hóspede do hotel	0,6243	0.000	0,2905	0,9582
Foi de carro à RNV	0,2639	0.088	-0,0396	0,5673
Constante	2,8121	0.000	1,6238	4,0004
/ln_p (parâmetro escala) ^(a)	0,1621	0.001	0,0622	0,2621
p (parâmetro forma) ^(a)	1,1760		1,0641	1,2997
Pseudo-verossimilhança	-278,79247			
Observações	207			

Nota: (***) significativa a 99%. (a) parâmetros da função de verossimilhança com distribuição Weibull (equação 3).

Para confirmar, estimamos uma regressão somente com a variável renda e, como mostra a tabela 4, a renda, agora é estatisticamente significativa e com o sinal positivo esperado. Isto significa que quanto maior a renda do visitante mais alto o excedente do consumidor derivado de uma visita à RNV.

Tabela 4: Regressões de validade (só renda)

Parâmetros	Coefficientes	P > z	Intervalo de confiança 95%	
Log(renda)	0,1336(*)	0.064	-0,0079	0,2750
Constante	2,5128(***)	0.000	1,3262	3,6994
/ln_p (parâmetro escala) ^(a)	0,0937(***)	0.036	0,0063	0,1812
p (parâmetro forma) ^(a)	1.0982		1,0063	1,1986
Pseudo-verossimilhança	-292,40177			
Observações	207			

Nota: (***) significativa a 99%. (a) parâmetros da função de verossimilhança com distribuição Weibull (equação 3).

Para estimar as medidas de DAP, os resultados das regressões na tabela 5 representam a abordagem somente-

constante, mencionada anteriormente. Tais resultados foram utilizados para a estimativa dos parâmetros no cálculo das estimativas da média e mediana da variável dependente. Porque nestes modelos não existem outros regressores, o termo constante acaba por ser estatisticamente sempre significativo. Em todos os exemplos, os valores dos coeficientes das constantes estão muito próximos, bem como os parâmetros do modelo.

Tabela 5: Regressão estimativa da DAP (somente-constante)

Parâmetros	Amostra limpa	Sem trabalhador Vale; sem hóspede do hotel	Sem trabalhador Vale
Constante	3.5869(***)	3.5917(***)	3.6829(***)
$1/\ln_p$ (parâmetro escala) ^(a)	-0.0501	-0.0254	-0.0108
p (parâmetro forma) ^(a)	0.9511	-0.9749	0.9893
Pseudo-verossimilhança	-238.9618	-330.5464	-372.6080
Observações	156	218	246

Nota: (***) significativa a 99%. (a) parâmetros da função de verossimilhança com distribuição Weibull (equação 3).

Usamos os parâmetros (escala, constante e forma) obtidos nas análises de regressão acima e, aplicando a equação 6, geramos as estimativas de valores médios e medianos da DAP para uma visita à Reserva para cada sub-amostra.

Tabela 6: DAP média e mediana por visita e valor anual (R\$)

Sub-amostra	Média	Mediana	Valor de uso recreativo anual
Amostra limpa	36,95	24,57	160.909 - 241.985
Destino único	36,70	24,92	163.201 - 240.348
Visitante externo	39,95	27,45	179.770 - 261.632

¹⁴ WALSH, R.; JOHNSON, D. & MCKEAN, J. Benefit transfer of outdoor recreation demand studies, 1968-1988. *Water Resources Research*, 28, 707-713, 1992.

¹⁵ Ou US\$ 39,00 a taxa de câmbio de R\$ 2.

Os resultados apresentados na tabela 6 indicam que a DAP para uma visita à RNV varia entre R\$ 24,57 e R\$ 39,95, ou valores anuais equivalentes entre R\$ 160 a R\$ 261 mil. Tais valores refletem uma variação de excedente do consumidor do uso recreativo da Reserva.

¹⁶ ZANDERSEN, M. & TOL, R. S. J. A meta-analysis of forest recreation values in Europe, *Journal of Forest Economics*, 15(1-2), 109-130, 2009.

¹⁷ Ou 17,30 € a taxa de câmbio de R\$ 2,70.

Ronaldo Seroa da Motta é Ph.D. em Economia e professor da Faculdade de Ciências Econômicas da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ).

seroadamotta.ronaldo@gmail.com

Ramon Arigoni Ortiz é Ph.D. em Economia Ambiental e Analista de Gerenciamento de Projetos e Metas da Secretaria da Casa Civil da Prefeitura do Rio de Janeiro.

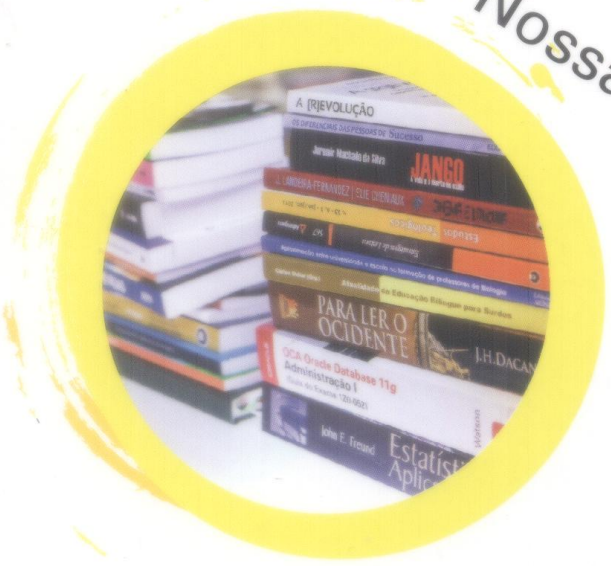
ramon.arigoni.ortiz@gmail.com

Conclusões

A aplicação de pesquisa de valoração contingente permitiu detectar a disposição dos visitantes da Reserva Natural Vale a pagar pelo acesso a esse importante sítio destinado à conservação da biodiversidade da Mata Atlântica. Os resultados indicaram valores entre R\$ 24,57 e R\$ 39,95. Nossas estimativas estão, assim, dentro dos intervalos de valores estimados na literatura. Por exemplo, Wash *et al.*¹⁴ em estudo de meta-análise para atividades recreativas em parques nos Estados Unidos, calculam um valor médio de R\$ 78,00.¹⁵ Com dados mais recentes para uma literatura de atividades florestais recreativas na Europa, Zandersen e Tol¹⁶ estimam valor médio por visita de R\$ 40¹⁷.

Em suma, nossos resultados foram validados estatisticamente e parecem bastante razoáveis em confronto com a literatura similar. Assim, podemos afirmar que a Reserva Natural da Vale gera um benefício recreativo que pode variar entre R\$ 160 a 261 mil por ano.

Nossa história: mais de 90 anos

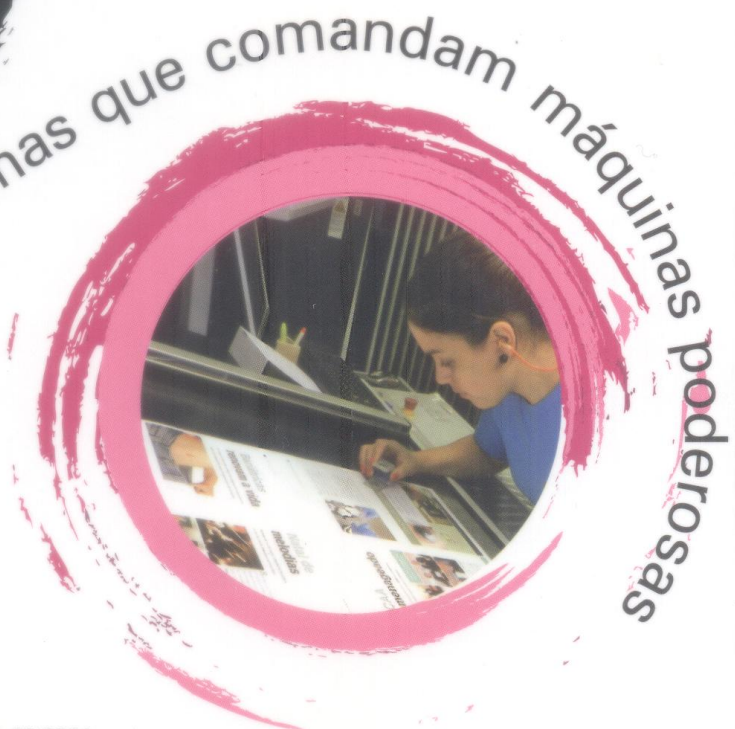


Nossa estrutura: 2 parques gráficos

Nosso foco: linha editorial



Nosso diferencial: mãos especialíssimas que comandam máquinas poderosas



E o resultado de tudo isso: uma produção de mais de 540.000 livros/mês e a alegria em cumprir nossa missão de *"contribuir com excelência e tecnologia para o sucesso daqueles que fazem dos impressos gráficos sua forma de comunicação, educação ou seu instrumento de trabalho"*.

