

Status da conservação de remanescentes de vegetação natural de distintos biomas do Brasil

Samuel Martins da Costa Coura¹

Andre Lima¹

Yosio Edemir Shimabukuro¹

¹ Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE
Caixa Postal 515 - 12227-010 - São José dos Campos - SP, Brasil
{samuel, andre,yosio}@dsr.inpe.br

Abstract. The main studies regarding planning of the biodiversity conservation require many data/information which make these researches many times very expensive to be developed in countries where financial resources are limited. In order to overcome this difficulty, landscape metrics are being applied to infer and better understand the dynamics intra and inter different ecosystems. The objective of this paper is to evaluate the conservation's status of vegetation patches in biomes such as Amazon rainforest, Savannas, Dry Forest, Atlantic Rain Forest and Pantanal biome. Three Alos and two Landsat-5 images were used along with the land use data to every sample analyzed. Three landscape metrics were chosen to be applied in this research. 1) Area and patches numbers of original vegetation, 2) Edge effect area 3) Mean isolation. Each sample located in the biomes was a 20x20 Km and contained natural vegetation and non vegetation classes mapped. These maps were used to calculate the landscape metrics applying GIS skills. The results achieved indicate that regions where the natural vegetation is larger are located in Northeast Brazil, in Dry Forest biome (83,2%) and North in Amazon Rain Forest (76,3%) of natural land cover, otherwise the most anthropic area is the Atlantic Rain Forest, located along the Brazilian shoreline (24,4%) of its natural coverage. We conclude that the Alos and Landsat imagery are suitable to such studies. It's necessary to highlight that it's an initial and exploratory research, then, the results here presented don't necessarily represent the status of the whole biome.

Palavras-chave: Biodiversidade, Sensoriamento Remoto, Ecologia de Paisagem. Biodiversidy, Remote Sensing, Landscape Ecology.

1. Introdução

A maioria das abordagens de planejamento da conservação da biodiversidade necessita de informações advindas de listagens de espécies segundo (Brito, 2000; Gascon *et al.*, 2001). Tendo em vista os elevados custos financeiros e o tempo para se obter tais listagens o planejamento ambiental é, quase, inviabilizado em países subdesenvolvidos, carentes de recursos financeiros e com intensa ação antrópica sobre o ambiente natural, (Peres, 2002; Gardner *et al.*, 2007).

Como alternativa a esta metodologia distintas métricas estruturais da paisagem têm sido utilizadas como mecanismos de inferência da biodiversidade e aplicadas em diferentes etapas do planejamento ambiental. A interpretação destas métricas se baseia, principalmente, nos conhecimentos expressos pela Teoria de Biogeografia de Ilhas (Macarthur e Wilson, 1963) e de Metapopulações (Levins, 1969).

Embora as medidas estruturais apresentem certas limitações, como, por exemplo, o fato de não considerarem como as diferentes espécies da biota se relacionam com os elementos da paisagem (*e.g.* conectividade funcional); elas têm sido fundamentais no estabelecimento de diretrizes gerais para conservação em regiões carentes de informações sobre a distribuição da biodiversidade segundo (Reyers *et al.*, 2001; Uehara-Prado *et al.*, 2009), caso dos já citados países subdesenvolvidos.

Inseridos neste contexto de *gaps* de informações sobre a distribuição de espécies estão os biomas brasileiros, que de forma agravante estão inclusos na lista de *hot spot* elaborada por Myers *et al.* (2000) – *i. e.* Mata Atlântica e Cerrado.

Um estudo sobre o estado de conservação dos remanescentes florestais da Mata Atlântica, muito adequado a realidade brasileira, foi realizado por Ribeiro et al. (2009), e como solução a falta de dados biológicos os autores aplicaram métricas estruturais que explicitaram a área remanescente, a área sob efeito de borda, isolamento e conectividade estrutural da paisagem.

Fica evidente nessa abordagem a necessidade da existência de mapeamentos atualizados da cobertura vegetal, que mesmo sendo menos onerosos que as listagens de espécies não estão disponíveis para todo o território brasileiro.

No entanto, o Ministério do Meio Ambiente pretende equacionar tal problema com a proposição de um inventário florestal de abrangência nacional. O Inventário Florestal Nacional (IFN) será executado utilizando imagens Alos para mapeamento do uso e cobertura do solo em todos os biomas inseridos no território nacional, diferentes paisagens foram mapeadas e validadas em campo, apresentando resultados satisfatórios para os produtos requeridos pelo IFN segundo Coura et al, (2010). Neste contexto, os dados oriundos da classificação de uso e cobertura do solo para as amostras dos biomas aqui analisadas, são oriundas do trabalho mencionado anteriormente.

O presente trabalho teve como objetivo analisar, através de uma abordagem multi-sensor, remanescentes de vegetação natural pertencentes a distintos biomas brasileiros e avaliar por meio de métricas estruturais da paisagem o *status* de conservação desses remanescentes.

2. Material e Métodos

As imagens orbitais utilizadas foram oriundas dos sensores AVNIR e PRISM presentes no satélite ALOS, lançado pela Agência Espacial Japonesa (JAXA), <http://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/en/about/avnir2.htm> e <http://www.ibge.gov.br/alos/sensores.php>. Este satélite tem como principais missões obter imagens de todo o planeta para fins de monitoramento de desastres ambientais naturais, levantamentos de recursos naturais, entre outros. Duas cenas Landsat-5, referentes aos biomas Floresta Amazônica (PA) e Pantanal (MS), foram também utilizadas, em função da ausência de imagens Alos para tais biomas.

O ALOS possui órbita heliossíncrona, a 692 km de altitude com revisita de 46 dias. O sensor AVNIR possui resolução espacial de 10 m (nadir), resolução radiométrica de 8 bits e resolução espectral representada por 4 bandas: 1) 0,42-0,50 μ m (azul); 2) 0,52-0,60 μ m (verde); 3) 0,61-0,69 μ m (vermelho), e 4) 0,76-0,89 μ m (infra-vermelho médio). Já a imagem pancromática do sensor PRISM compreende o seguinte intervalo espectral (0,52-0,77 μ m), com resolução espacial de 2,5m e radiométrica de 8bits (IBGE, 2010).

O satélite Landsat 5 possui órbita polar heliossíncrona com altitude nominal de 705 Km e inclinação orbital de 98°. Completa o ciclo de imageamento da Terra a cada 16 dias. O sensor TM possui 7 bandas, cada uma representando uma faixa do espectro eletromagnético. As bandas 1,2,3,4,5 e 7 possuem 30 m de resolução geométrica, isto é, cada pixel da imagem representa uma área de 0,09 ha de terreno, enquanto a banda 6, possui resolução de 120 m, cada pixel representa 1,4 ha. As imagens Landsat-5 foram obtidas gratuitamente no *website* da Divisão de Geração de Imagens – DGI/INPE. www.dgi.inpe.br.

Neste trabalho, os biomas representados no mapeamento foram: Amazônia (15/08/2008), Mata Atlântica (20/06/2008), Cerrado (11/04/2007), Caatinga (20/06/2008) e Pantanal (19/06/2008). Para cada bioma foram utilizados 3 conjuntos de cenas Alos e duas cenas Landsat-5 (Amazônia e Pantanal), a data indica quando a área foi imageada.

Os conjuntos de imagens foram georreferenciados usando como referência o produto orto-retificado da base Geocover (<https://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid/>). Após esta etapa, seguiu-se

com o recorte das cenas em quadrados de 20x20 km, denominadas Unidades de Amostras de Paisagem (UAP), obedecendo ao *grid* do IFN, segundo Coura et al. (2010).

Um banco de dados geográficos referente a cada UAP foi elaborado no aplicativo SPRING.

As métricas estruturais selecionadas para o trabalho foram:

- a) **Área e número de fragmentos de vegetação natural (sigla AF):** foram obtidos o número de fragmentos e a porcentagem de vegetação remanescente. Os resultados foram categorizados nas seguintes classes de área: <50, 50–100, 100–250, 250–500, 500–1.000, 1.000–2.500, 2.500–5.000, 5.000–10.000, 10.000–25.000, 25.000–50.000, 50.000–100.000, 100.000–250.000, 250.000–500.000 e 500.000–1.200.000 hectares.
- b) **Quantidade de área sob e sem efeito de borda (sigla AEB):** calculou-se a proporção de área sob efeito de borda simulando diferentes medidas de borda baseados em estudos expressos na Tabela 01. As medidas de profundidade de borda utilizadas para o cálculo desta métrica foram: <100, 100–200, 200–300, 300–400, 400–500, 500–600, 600–700, 700–800, 800–900, 900–1.000, >1.000 metros.
- c) **Isolamento médio (sigla IM):** calculou-se a distância euclidiana média de pontos aleatoriamente distribuídos na paisagem para os fragmentos. Para a análise do impacto dos pequenos fragmentos na estimativa de isolamento os menores fragmentos foram removidos da análise sucessivamente seguindo as seguintes classes de tamanho: 0, <50, <100, <150, <200, <350 e <500 hectares.

Os dados utilizados para a análise estrutural das paisagens foram as amostras de 20x20 km de área sem a extração de fragmentos menores que 5 ha. A fim de poder comparar o estado de conservação das distintas paisagens, as classes de cobertura foram simplificadas para apenas duas, a saber, vegetação natural e área antrópica. Tal agrupamento de classes foi feito através de consultas *SQL*.

O passo subsequente foi o cálculo das métricas AF e AEB. Os resultados de AF foram extraídos através do simples cálculo de área dos fragmentos de vegetação (função *Calculate geometry*). Estes dados foram exportados no formato de tabela (*.dbf) e tratados no aplicativo Excel, onde foram produzidas as informações gráficas. Para o cálculo de AEB foram produzidos mapas de distância euclidiana (função *Euclidean distance*) tomando como referência a classe área antropizada. Estes mapas de distância foram confrontados com os mapas de cobertura, onde, por meio de seleções (via *SQL*) da classe vegetação natural e da função *Extract by mask* obteve-se a área de vegetação natural sob distintas medidas de profundidade de borda. Tais informações também foram exportadas no formato de tabela e no aplicativo Excel os resultados (formato “contínuo”) foram categorizados nas classes de profundidade de borda apresentado na Tabela 01.

Para o cálculo de IM foram gerados 500 pontos aleatórios por paisagem (função *Creation random points*). Estes pontos foram justapostos a um mapa distância euclidiana criado a partir da classe vegetação e por meio da função *Extract value to point* foram extraídos as informações sobre a distância que tais pontos se encontravam dos fragmentos de vegetação. Estas informações foram exportadas no formato *.dbf e no aplicativo Excel foi calculado o isolamento médio da paisagem.

3. Resultados

As paisagens com maiores proporções de cobertura de vegetação natural são a CTG-MA (83,2%) e a AMZ-PA (76,3%), sendo a MAT-SP (24,4%) a com menor proporção de vegetação remanescente – Tabela 01. O levantamento da proporção de habitat remanescente, ainda que seja uma medida simples, é a base da inferência do estado de conservação de uma paisagem. As demais métricas estruturais são desdobramentos da medida de área e da configuração espacial dos fragmentos remanescentes.

Tabela 1. Área da vegetação remanescente e proporção da paisagem ocupada pela mesma.

Paisagens	Sigla	Área dos fragmentos com floresta (ha)	% ocupada na área total da paisagem
Floresta Amazônica - PA	AMZ-PA	30514	76,3
Mata Atlântica - SP	MAT-SP	9775	24,4
Cerrado - MG	CER-MG	18172	45,4
Pantanal - MS	PAN-MS	18529	46,3
Caatinga - MA	CTG-MA	33287	83,2

A paisagem AMZ-PA é composta por apenas 12 fragmentos, e estes ocupam 76% da paisagem. Estes dados assim como os apresentados na Figura 1 evidenciam a baixa fragmentação de habitat deste local. Próximo de 80% da área remanescente concentra-se em grandes fragmentos que possuem entre 100 mil e 250 mil ha. Mas a paisagem que apresenta maior coesão é CTG-MA, que é composto basicamente por um único maciço de vegetação que contém a classe área antrópica em seu interior (Figura 1). Em oposição à paisagem AMZ-PA encontra-se a paisagem MAT-SP que possui a maior parte de seus remanescentes (~35%) com área de até 100 ha (pequenos fragmentos), sendo estes constituídos por um total de 290 fragmentos (~ 95% de todos os fragmentos da paisagem) – Figura 1.

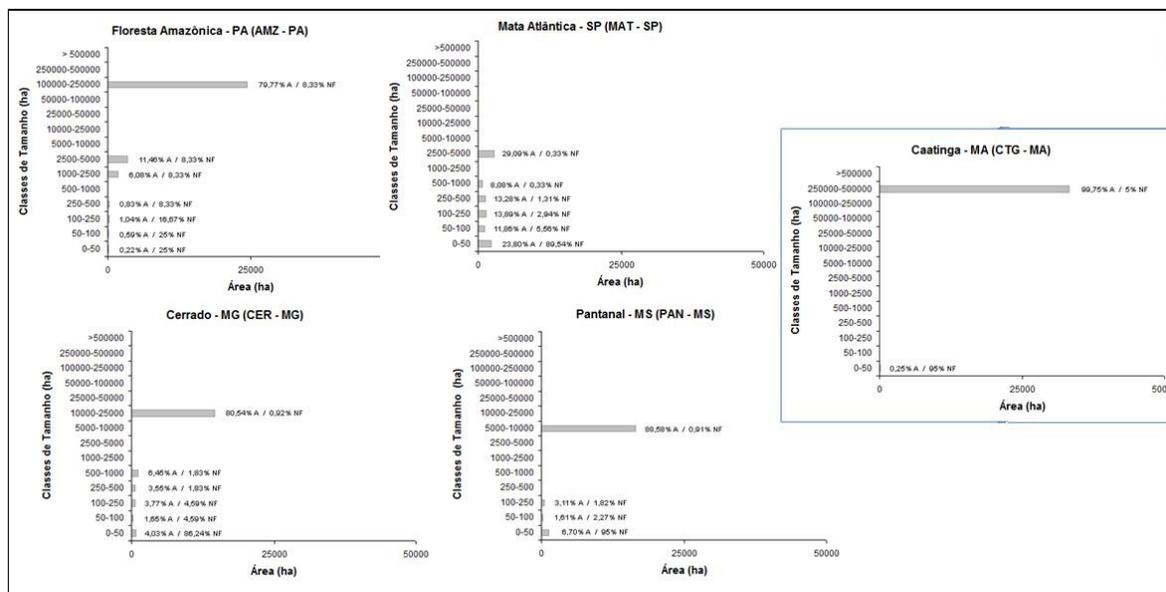


Figura 1. Distribuições dos remanescentes de vegetação em função das classes de área (ha). %A: porcentagem da área total; %NF: porcentagem do número de fragmentos presentes na paisagem.

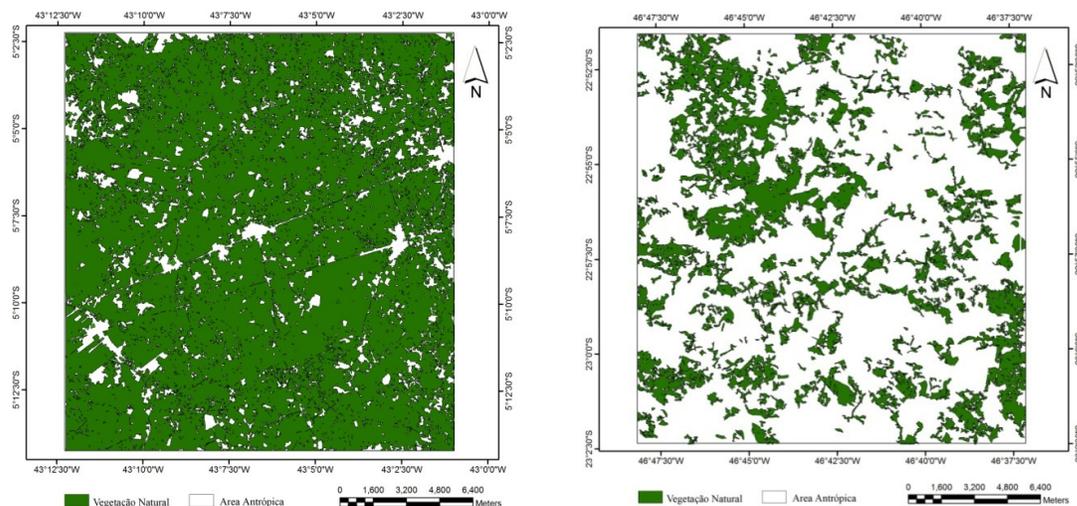


Figura 2. Extensão e configuração espacial dos remanescentes de vegetação da paisagem CTG-MA e MAT-SP.

A análise dos dados de área sob efeito de borda – Figura 3 – apontou que apenas a paisagem AMZ-PA possui área de vegetação isenta de efeito de borda (além de 1000 metros da borda), próximo de 20% (806 mil ha). A paisagem AMZ-PA ainda é a que tem menos área propensa a sofrer impactos do efeito de borda (faixa > 200 m). As demais paisagens possuem no mínimo 80% de sua vegetação natural dentro da faixa dos 200 m de profundidade de borda e nenhuma delas possuem área com distância superior a 1000 m da fronteira vegetação – área antrópica. A paisagem mais afetada pelo efeito de borda foi a MAT-SP, com, aproximadamente, 98% de sua área de vegetação (960 mil ha) encontra-se a até 200 metros da borda – Figura 2.

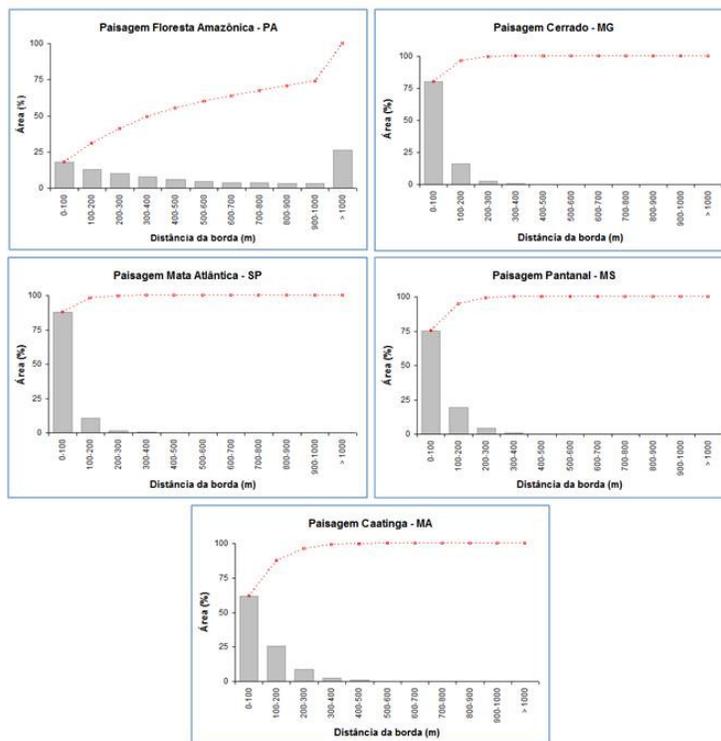


Figura 3. Porcentagem de área de vegetação natural da paisagem sob efeito de borda considerando diferentes larguras de borda. A linha em vermelho expressa a porcentagem acumulada.

O isolamento médio das paisagens é apresentado na Tabela 2. Em consonância com a análise de área e número de fragmentos a paisagem que possui menor isolamento médio é a CTG-MA, com 6 m (ver configuração espacial da paisagem CTG-MA na Figura 3). A paisagem com maior isolamento médio é a MAT-SP 140 m.

Tabela 2. Isolamento médio dos fragmentos de vegetação de cada paisagem.

<i>Paisagens</i>	Distância média entre os fragmentos (m)
Floresta Amazônica - PA	46
Mata Atlântica - SP	141
Cerrado - MG	82
Pantanal - MS	114
Caatinga - MA	6

4. Considerações Finais

Com base nas métricas estruturais calculadas a paisagem em pior estado de conservação é a MAT-SP, no bioma Mata Atlântica. A paisagem melhor conservada, principalmente, pelo fato de possuir grande proporção de vegetação livre do efeito de borda, é a AMZ-PA. A paisagem CTG-MA apresentou índices que apontam um bom estado de conservação (área de habitat remanescente, no entanto, verifica-se a presença de diversas clareiras no maciço remanescente indicativo de forte distúrbio sobre a biota a qual demonstra que a paisagem CTG-MA não possui área livre de efeito de borda.

Cabe salientar que este trabalho teve apenas o objetivo de ser um estudo exploratório das condições de conservação das paisagens analisadas e, principalmente, expor a aplicação de algumas métricas estruturais da paisagem para a inferência do estado de conservação da biodiversidade.

Dado que os critérios de escolha das paisagens serviram a outro propósito que não o de ser representativo das condições reais dos biomas estudados, qualquer extrapolação dos dados da paisagem para seu respectivo bioma será inapropriado.

Referências Bibliográficas

Brito, M. C. W. **Unidades de conservação: intenções e resultados**. São Paulo: Editora Annablume, 2000. 230p.

Coura, S. M. C.; Shimabukuro, Y. E. ; Ponzoni, F. J. ; Pereira, G.; Lima, A.; Melo, I. D. F.. Avaliação de imagens ALOS para mapeamento do uso e cobertura da terra - Inventário Florestal Nacional do Brasil. In: IX Seminário de Atualização em Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas Aplicados à Engenharia Florestal, 2010, Curitiba. **Anais do IX Seminário de Atualização em Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas Aplicados à Engenharia Florestal**. Curitiba: FUPEF - UNICENTRO, 2010. p. 349-355.

Gardner, T. A.; Barlow, L. T.; Peres, C.A. Predicting the uncertain future of tropical forest species in a data vacuum. **Biotropica**, v. 39, n. 1, p. 25-30, Jan 2007. ISSN 0006-3606. Disponível em: <<Go to ISI>://000243294500003 >.

Gascon, C.; Laurence, W. F.; Lovejoy, T. E. Fragmentação florestal e biodiversidade na Amazônia. In: GARAY, I. e B., D. (Ed.). **Conservação da biodiversidade em ecossistemas tropicais**. Petrópolis: Vozes, 2001. p.112-128.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE – Disponível em: www.ibge.gov.br

Levins, R. Some Demographic and genetic Consequences of Environmental Heterogeneity for biological control. **Bulletin of the Entomological Society of America**, v. 15, n. 3, p. 237-240, 1969. ISSN 0013-8754. Disponível em: <<Go to ISI>://BIOSIS:PREV197051110203 >.

Macarthur, R. H.; Wilson, E. O. Equilibrium-Theory of Insular Zoogeography. **Evolution**, v. 17, n. 4, p. 373-&, 1963. ISSN 0014-3820. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:A1963P196500011 >.

Myers, N.; Mittermeier, R.A.; Fonseca, G.A.B.; Kent, J. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, v. 403, n. 6772, p. 853-858, 2000. ISSN 0028-0836. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000085559200046 >.

Peres, C. A. Expandindo as redes de conservação na última fronteira selvagem: o caso da Amazônia brasileira. In: Terbogh, J.; Schaik, V. C., *et al* (Ed.). **Tornando os parques eficientes: estratégias para a conservação da natureza nos trópicos**. Curitiba: UFPR, 2002. p.163-173.

Reyers, B.; Fairbanks, D.N.K.; Van Jaarsveld, A.S.; Thompson, M. Priority areas for the conservation of South African vegetation: A coarse-filter approach. **Diversity and Distributions**, v. 7, n. 1-2, p. 79-95, 2001. ISSN 1366-9516. Disponível em: <<Go to ISI>://BIOSIS:PREV200100346067 >.

Ribeiro, M. C.; Metzger, J. P.; Martensen, A. C.; Ponzoni, F. J.; Hirota, M. M. The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. **Biological Conservation**, v. 142, n. 6, p. 1141-1153, Jun 2009. ISSN 0006-3207. Disponível em: <<Go to ISI>://000266154000003 >.

Uehara-Prado, M.; Fernandes, J.O.; Belo, A. M.; Machado, G.; Santos, A.J.; Vaz-de-Mello, A.Z.; Freitas, A.V.L. Selecting terrestrial arthropods as indicators of small-scale disturbance: A first approach in the Brazilian Atlantic Forest. **Biological Conservation**, v. 142, n. 6, p. 1220-1228, 2009. ISSN 0006-3207. Disponível em: <<Go to ISI>://WOS:000266154000010 >.