

GEOPROCESSAMENTO APLICADO NA DETERMINAÇÃO DAS CLASSESP DE DECLIVE E DE USO DAS TERRAS DA MICROBACIA DO ARROIO AJURICABA - MARECHAL CÂNDIDO RONDON - PR¹

CLÁUDIA WEBER CORSEUIL² & SÉRGIO CAMPOS³

¹ Parte da tese de doutorado do 1º autor intitulada: Técnicas de geoprocessamento e de análise de multicritérios na adequação de uso das terras.

² Aluna do Programa de Pós Graduação em Agronomia – Energia na Agricultura – FCA/UNESP, Botucatu/SP, Brasil. E-mail: cwcorseuil@fca.unesp.br / cwcorseuil@hotmail.com.br

³ Orientador e docente do Departamento de Engenharia Rural – FCA/UNESP – Botucatu – SP – Brasil. E-mail: seca@fca.unesp.br

RESUMO: Informações como declividade e uso das terras são essenciais para o planejamento ambiental, pois auxiliam na solução de problemas causados por atividades intensivas como agricultura e pecuária. O objetivo deste estudo foi determinar as classes de declividade e de uso das terras de uma microbacia por meio do Sistema de Informação Geográfica Idrisi Kilimanjaro. Para tanto, utilizou-se como materiais: uma base cartográfica digital (escala 1:50.000) e um recorte de cena de imagens Landsat 7-ETM⁺, ambas georreferenciadas no sistema UTM-SAD 69. As classes de declividade foram obtidas a partir do Modelo Numérico do Terreno, elaborado por meio do SIG, utilizando-se dados de altimetria. As classes de uso e ocupação do solo foram determinadas pelo SIG a partir da classificação supervisionada da imagem Landsat 7-ETM⁺. Os resultados mostraram que na região predomina relevo suave a moderadamente ondulado (80,41% da área); as classes de uso das terras predominantes são de solo exposto (recém plantado) e de cultivos anuais, representando 41,00% e 35,42% respectivamente. Com base nos resultados pode-se concluir que o relevo é bastante favorável às atividades agrícolas e que o SIG possibilitou a construção de um banco de dados que poderá servir para a tomada de decisões na busca de soluções dos problemas e conflitos ocorrentes na microbacia.

Palavras-chave: Sistema de Informação Geográfica, planejamento ambiental e microbacia.

**GEOPROCESSING APPLIED TO THE DETERMINATION OF SLOPE CLASSES AND
LAND USES AJURICABA STREAM WATERSHED IN MARECHAL CÂNDIDO
RONDON – PR**

SUMMARY *Slope classes and land uses provide essential information for environmental planning as they help solve problems caused by intensive activities such as agriculture and livestock in analysis areas. The objective of this study was to determine slope classes and land uses and occupations of a watershed using a Geographic Information System. Therefore, a digital cartographic base (scale 1:50.000) and a scene cutting from a Landsat 7-ETM+ images, both georeferred in the UTM-SAD 69 system, were used. Slope classes were obtained from a Numeric Model of the Land, elaborated through SIG, using altimetric data. The classes of land use and occupation were determined by the supervised classification of the image Landsat 7-ETM+, using SIG-Idrisi Kilimanjaro 14.01. The results showed that soft relief to moderate wavy prevails in the area (80.41% of the area); concerning the classes use and occupations, the predominant lands are made of exposed soil (recently planted) and annual cultivation representing 41.00% and 35.42%, respectively. Considering the results, it is possible to conclude that the relief is quite favorable to agricultural activities and that SIG made database building possible so that it can be used for decision making in search of solutions for problems and conflicts occurring in that microbasin.*

Keywords: *Geographic Information System, planning environment and microbasin.*

1 INTRODUÇÃO

Uma bacia hidrográfica pode ser entendida como uma área da superfície terrestre drenada por um rio principal e seus afluentes, sendo delimitada por linhas divisoras de água que demarcam seu contorno. Estas linhas são definidas pela conformação das curvas de nível e ligam os pontos mais altos do terreno em torno da drenagem considerada (BOTELHO, 1999).

O conceito de bacia hidrográfica está associado à noção de sistema, nascentes, divisor de águas, cursos de águas hierarquizados e foz. Assim, os fenômenos ocorridos dentro de uma bacia, sejam eles de origem natural ou antrópica interferem na dinâmica do sistema, na quantidade e qualidade dos cursos de água. As medidas de algumas de suas variáveis (solo, clima, vegetação, uso do solo, declividade, entre outros) permitem compreender a soma desses fenômenos. Esse é um dos aspectos que leva os planejadores a escolherem a bacia hidrográfica como uma unidade de gestão, bem como, por ser um

sistema natural bem delimitado no espaço, onde as interações físicas são integradas e, portanto, mais fáceis de serem compreendidas, espacializadas e caracterizadas (SANTOS, 2004).

No planejamento agrícola do uso da terra, Alves et al. (2003), admitem existir uma seqüência de etapas a ser em seguida, independente dos métodos utilizados para realizar cada uma delas. Assim, para planejar é preciso avaliar, para avaliar é preciso conhecer e para conhecer é preciso caracterizar. Portanto, numa seqüência lógica, parte-se dos levantamentos e caracterizações do ambiente (coleta de dados, identificação dos tipos de solos e de uso das terras), passa-se pelas análises e avaliações (capacidade de uso ou aptidão agrícola das terras), para finalmente realizar um planejamento consistente de uso da terra, isto é, com o conhecimento da realidade para que o mesmo possa ser implementado com sucesso.

Para Santos (2004) a ênfase dada ao planejamento está na tomada de decisão, subsidiada num diagnóstico que possibilita a identificação e definição do melhor uso dos recursos disponíveis do meio planejado. Deve-se, portanto, conhecer o dinamismo dos sistemas que compõe o meio. Assim, como planejar implica em identificar, selecionar e destinar recursos para que isso seja realizado de maneira adequada, é preciso determinar a localização, a quantidade e qualidade dos mesmos, bem como ter certeza sobre os objetivos para os quais serão destinados. Enfim, para planejar é necessário determinar alguma forma de espacialização dos recursos apresentados pelo diagnóstico, bem como conhecer os conflitos decorrentes do uso e conservação dos mesmos.

A utilização das terras para o desenvolvimento de atividades como agricultura e pecuária tem causado grandes alterações no meio ambiente, principalmente quando estas são praticadas de forma intensiva, desconsiderando a fragilidade e aptidão dos recursos naturais. Em decorrência desta postura, aparecem impactos significativos no ambiente de produção que são exemplificados pela diminuição da qualidade e disponibilidade da água e pela estrutura e qualidade dos solos, refletindo no aporte de sedimentos, nutrientes, poluentes agroquímicos e dejetos de animais, ocasionando problemas de assoreamento e contaminação dos cursos de água e da estrutura e fertilidade do solo. Dentro deste contexto, é essencial que se planeje as atividades considerando os limites do ambiente a ser explorado. Assim as informações como a declividade do terreno e o uso das terras são importantes nos diagnósticos ambientais, visando o planejamento racional das atividades agropecuárias.

Nesse contexto, o objetivo deste estudo foi determinar as classes de declividade e de uso das terras da microbacia do Arroio Ajuricaba - Marechal Cândido Rondon/PR, por meio Sistema de Informação Geográfica - Idrisi Kilimanjaro 14.01, visando o planejamento agroambiental.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado na microbacia do Arroio Ajuricaba, localizada no município de Marechal Cândido Rondon, na região do extremo oeste do Estado do Paraná. O município está localizado entre as coordenadas UTM 769.642m E e 805638m E; 727.5768m N e 7.297.199m N, do Fuso 21 e apresenta uma altitude média de 420 m, sendo que na margem do lago de ITAIPU chega a 220 m. A área do município é de 74.711,6 ha e a população estimada em 2004 é de 44.035 habitantes, sendo que 76% estão concentrados na zona urbana e 24% no meio rural (MARECHAL CÂNDIDO RONDON, 2005).

A microbacia do Arroio Ajuricaba ocupa uma área de aproximadamente 1.681ha, correspondendo a 2,25% da área total do município, e está situada entre as coordenadas UTM 787.309m E e 793.892m E; 7.275.026m N e 7.281.310m N, do Fuso 21S. Essa microbacia localiza-se na bacia hidrográfica do Paraná III, oeste do Estado do Paraná e integra a bacia hidrográfica do rio São Francisco Verdadeiro.

O clima da região é do tipo sub-tropical úmido, mesotérmico, enquadrando-se de acordo com a classificação de Köppen no tipo Cfa, com verões quentes, geadas pouco freqüentes, tendências a concentração das chuvas nos meses de verão (paralelo 24°S) e sem estação seca definida. A temperatura média anual é de 21°C, sendo que a média mínima é de 15°C e a máxima é de 28°C. A precipitação anual é de 1.500mm, bem distribuídas o ano todo, sendo que no trimestre de verão (dezembro, janeiro e fevereiro) chega a 450 mm e no trimestre de inverno (junho, julho e agosto) atinge em torno de 250 mm. A média anual da umidade relativa do ar fica em torno de 80%. (IAPAR, 1978).

O município de Marechal Cândido Rondon situa-se na região do Terceiro Planalto Paranaense, cujo relevo é constituído por patamares que se elevam gradativamente para leste, em colinas sub-tabulares modeladas em rochas básicas. A região apresenta um relevo predominantemente suave-ondulado (45%), sendo o restante 15% plano, 30% ondulado e 10% forte ondulado (MARECHAL CÂNDIDO RONDON, 2005).

No município de Marechal Cândido Rondon, a vegetação nativa é predominante de Floresta Estacional Semidecidual. Porém, devido à boa qualidade dos solos nessa região e a intensa expansão agrícola, a cobertura florestal original foi drasticamente substituída por lavouras e pastagens. Atualmente, as áreas de mata nativa ocorrem de forma isolada no interior das propriedades rurais e com poucas espécies características da floresta original, sendo que, grande parte são formações secundárias (MARECHAL CÂNDIDO RONDON, 2005).

A hidrografia da região é constituída pelo rio Paraná e seus afluentes, dentre os quais se destaca o rio São Francisco Verdadeiro e o Arroio São Luiz. Parte desse território, ao longo do Rio Paraná e seus

afluentes, encontra-se recoberto pelo reservatório da usina hidrelétrica de Itaipu-Binacional (MARECHAL CÂNDIDO RONDON, 2005).

Como base de dados para a análise do estudo utilizou-se como materiais uma carta topográfica digital, em escala 1:50.000, georreferenciada no sistema UTM/SAD-69. A mesma foi gerada a partir do vôo realizado no ano de 1995 pela DSG (Diretoria do Serviço Geográfico) e corresponde à carta Marechal Cândido Rondon, folha SG.21-XB-VI-2 (MI 2816-2).

No levantamento do uso da terra foi utilizado um recorte de cena da imagem Landsat 7-ETM⁺ correspondente à órbita 224 e ponto 077 de 28 de janeiro de 2000, georreferenciada no sistema UTM-SAD 69. Para o estudo sobre o uso da terra foram selecionadas as bandas 3, 4 e 5. Os aplicativos computacionais empregados foram: o AutoCAD 2004 (para a edição dos dados referentes às curvas de nível, estradas, drenagem e divisor de águas) e o SIG Idrisi Kilimanjaro 14.01 (para a elaboração do mapa de declividade e de uso e ocupação das terras).

O mapa de declividade da microbacia foi elaborado a partir de um Modelo Numérico do Terreno (MNT), utilizando-se dados de altimetria (curvas de nível e cotas) obtidos da base cartográfica. Para a geração do MNT foi realizada uma interpolação matemática, para estimar valores de altitude (cotas) nos locais não amostrados, dentro do limite da área da microbacia, empregando-se a metodologia de Redes de Triangulação Irregular, disponibilizada no módulo *TIN* do SIG. Após a obtenção do MNT a próxima etapa consistiu na determinação das classes de declividade da microbacia, utilizando-se o módulo *Surface* do SIG, obtendo-se, desta forma, a declividade em porcentagem. Para a elaboração do mapa de declividade baseou-se nos intervalos de classe preconizados por Ramalho Filho e Beek (1995), que são: de 0 a 3%, de 3 a 8%, de 8 a 13%, de 13 a 20%, de 20 a 45% e maior que 45%. Esses autores estabelecem intervalos de classes de declive de acordo com o grau de limitação de uso do solo em função da suscetibilidade à erosão. Os novos intervalos de classes foram determinados utilizando o módulo *Reclass* do SIG.

Para o estudo sobre o uso e ocupação das terras foram selecionadas as bandas 3, 4 e 5 da imagem Landsat-7 ETM⁺ e efetuada uma composição colorida RGB (543). A razão pela qual foi escolhida este tipo de composição é porque ela proporciona uma boa caracterização e diferenciação dos usos e coberturas da terra e facilita a análise visual sobre a imagem para a extração de informações. Na análise visual foram considerados aspectos referentes às características da área de estudo e a resolução espacial da imagem (30 metros). Com base nisto, foram definidas 5 classes de uso e ocupação das terras: vegetação nativa, cultivos anuais, solo exposto, pastagem, água e estradas. A classificação empregada foi a supervisionada, que consiste na seleção de amostras de treinamento representativas de cada classe de uso. Para a coleta das amostras foram realizadas vetorizações em tela, de padrões de uso das terras sobre a composição RGB (543). Na delimitação das amostras, além do conhecimento prévio da área, foram

considerados critérios de interpretação de imagens, tais como: padrões de associação dos objetos, textura, tonalidade, cor e forma. O passo seguinte foi criar assinaturas espectrais para cada classe de uso, por meio do módulo *Makesig* do SIG. Para a classificação automática utilizou-se o método de Máxima Verossimilhança, disponibilizado no módulo *Maxlike*, com a opção de igual probabilidade de ocorrência para cada assinatura e uma proporção de exclusão dos *pixels* de 0% classificando, desta forma, todos os *pixels* da imagem. As estradas foram obtidas da base cartográfica em formato vetorial e depois *rasterizadas* (sobrepostas) sobre a imagem classificada por meio de módulo *Overlay* do SIG.

As áreas correspondentes às classes de declive e de uso e ocupação das terras foram determinadas por meio do módulo *AREA*.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos dados (Figura 1 e Tabela 1) permitiu verificar que na área de estudo predominam os relevos plano a moderadamente ondulado, ou seja, 89,15% da área possuí declives que variam de 0 a 13%: relevo plano (declive de 0 a 3%) predomina em 8,74%, o relevo suave ondulado (declive de 3 a 8%) em 55,46% e o moderadamente ondulado (declive de 8 a 13 %) em 24,95%. Essas áreas são indicadas para o plantio de culturas anuais com uso de práticas de conservação do solo para controlar o processo de erosão (RAMALHO FILHO e BEEK, 1995). O relevo ondulado (declive de 13 a 20%), o forte ondulado (declive de 20 a 45%) e o montanhoso (declive >45%) corresponderam a apenas 10,85% do total.

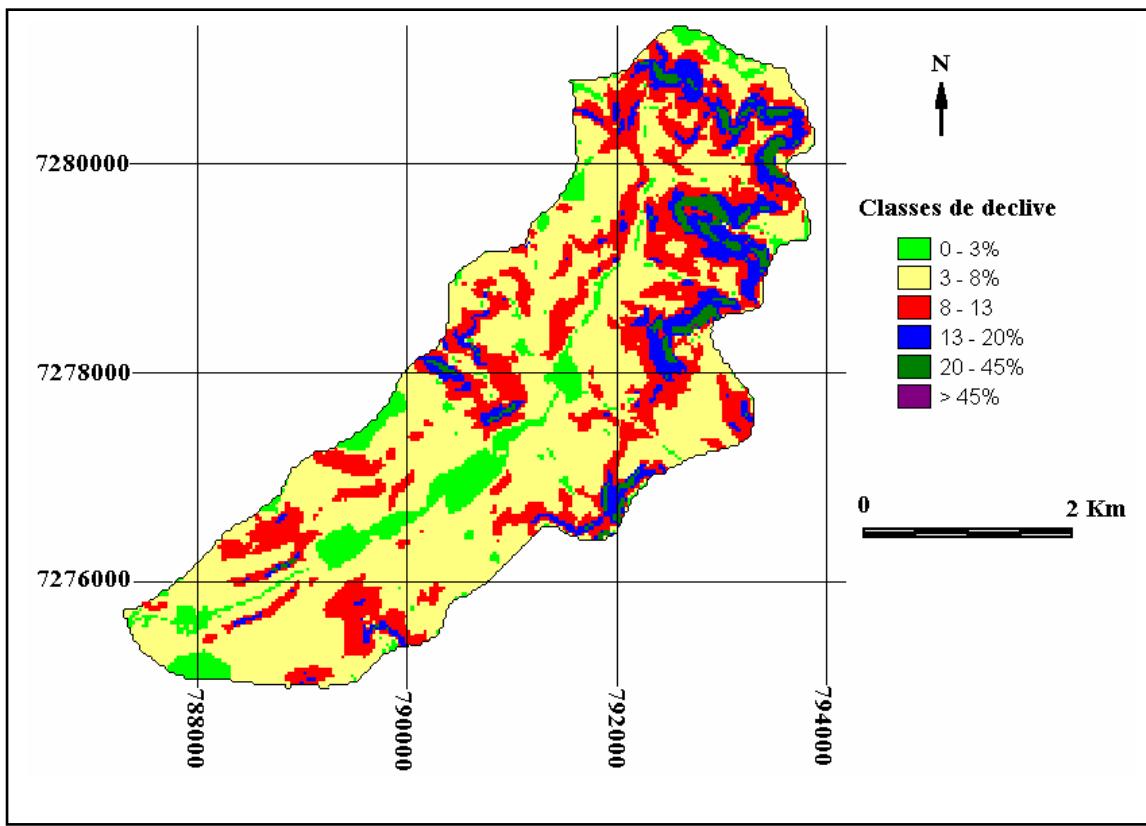


Figura 1 – Mapa de declividade da microbacia do Arroio Ajuricaba - Mal C. Rondon (PR).

Tabela 1 – Classes de relevo e de declividade da microbacia do Arroio Ajuricaba - Mal Cândido Rondon (PR).

Classes de relevo	Classes de declive (%)	Área (ha)	Área (%)
Plano	0 - 3	147,00	8,74
Suave ondulado	3 - 8	932,30	55,46
Moderadamente ondulado	8 - 13	419,40	24,95
Ondulado	13 - 20	138,30	8,23
Forte ondulado	20 - 45	43,80	2,61
Montanhoso	> 45%	0,20	0,01
Total		1.681	100

As áreas com declividade de 13 a 20% são mais indicadas para a exploração de culturas permanentes, uma vez que, esse tipo de plantio proporciona ao solo maior proteção. As áreas de relevo

forte ondulado (20 a 45%), devem ser destinadas para o desenvolvimento de atividades como pecuária e silvicultura, podendo ainda ser utilizadas para a conservação ambiental, evitando-se dessa forma, problemas de erosão do solo. Os locais com declividades acima de 45% representam somente 0,01% da microbacia. Essas terras são caracterizadas como de relevo montanhoso e apresentam severa suscetibilidade à erosão, não sendo recomendadas para o uso agrícola, sob pena de serem erodidas em poucos anos, onde deve ser estabelecida uma cobertura vegetal de preservação ambiental. (RAMALHO FILHO e BEEK, 1995).

A classificação supervisionada (Figura 2) permitiu identificar 5 classes de uso e ocupação das terras: vegetação nativa, cultivo anual, solo exposto, pastagem e água (açudes). O Sistema de Informações Geográficas Idrisi Kilimanjaro foi eficiente na identificação, mapeamento e na determinação dos usos e ocupações das terras da microbacia, minimizando a complexidade e o grau de subjetividade das áreas ocorrentes a partir dos cruzamentos realizados, permitindo também a combinação de várias informações através do algorítmo de manipulação gerando novos mapeamentos.

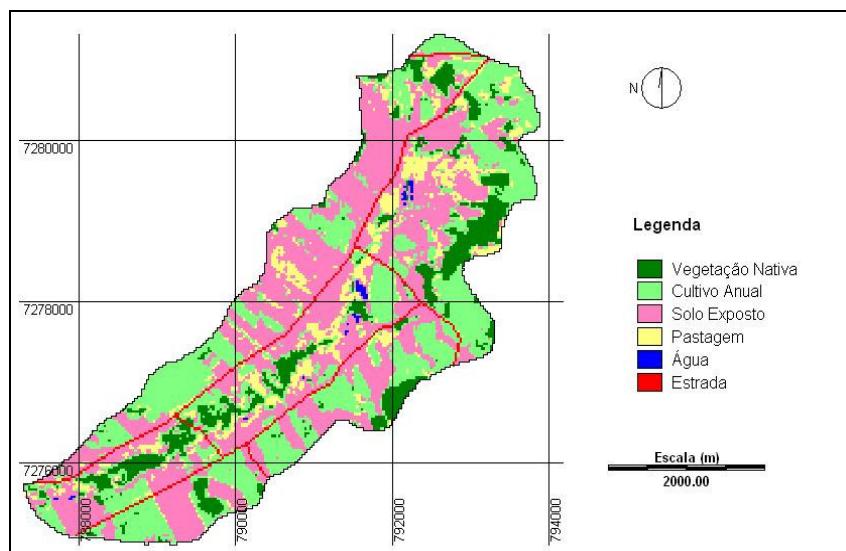


Figura 2 – Uso e ocupação das terras da microbacia do Arroio Ajuricaba-Mal C. Rondon (PR).

Tabela 2 – Uso e ocupação das terras da microbacia do Arroio Ajuricaba - Mal Cândido Rondon (PR).

Classes de uso da terra	Área	
	(ha)	(%)
Vegetação nativa	181,00	10,77
Cultivo anual	595,50	35,42
Solo exposto (recém plantado)	689,30	41,00
Pastagem	164,50	9,80
Água	5,10	0,30
Estradas	45,60	2,71
Total	1.681,00	100

Analizando a Figura 2 e a Tabela 2, observa-se que, na microbacia o uso predominante é de cultivo anual, perfazendo 76,42% da área total, pois considerando que a tomada da imagem Landsat 7 foi realizada no final de janeiro de 2000, época em que parte da área já foi colhida, verifica-se que 41% da área classificada como solo exposto, na realidade são áreas com culturas recém plantadas e 35,42% estavam cobertas por culturas anuais. Observa-se também que, 10,77% são áreas com cobertura de vegetação nativa, indicando um déficit de 9,23% para atingir 20%, mínimo de reserva legal exigido pelo Código Florestal Brasileiro (Brasil, 1965). Pode-se observar que algumas manchas de vegetação nativa estão associadas à rede de drenagem e às maiores declividades. As áreas de pastagem ocupando aproximadamente 10% da microbacia estão concentradas nas partes mais baixas, próximas aos cursos de água. Os corpos de água (açudes) e as estradas ocupam 0,3% e 2,71% da área total, respectivamente.

4 CONCLUSÕES

Na microbacia predominam declives que variam de 0 a 13% correspondendo a 89,15% da área total. Considerando apenas a declividade é possível inferir que, as terras da microbacia são quase que totalmente agricultáveis, pois 97% da área apresenta declives que variam de 0 a 20%, próprias para o cultivo de culturas anuais, permanentes e pastagem. Essas características de relevo corroboram com os resultados apresentados com relação ao uso e ocupação das terras, que mostram a predominância das atividades agrícolas na área de estudo.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, H. M. R. et al. Avaliação das terras e sua importância para o planejamento racional do uso. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 24, n. 220, p.2003.

BOTELHO, R.G.M. **Planejamento Ambiental em Microrregião Hidrográfica**. IN: GUERRA, A.J.T.;

BRASIL. **Lei Federal nº 4.771, de 15 de setembro de 1965 – Código florestal**. 1965. Disponível em <<http://www.mma.gov.br/conama>> Acesso: 6 out. 2005.

IAPAR - Fundação Instituto Agronômico do Paraná. **Cartas Climáticas Básicas do Estado do Paraná**. Londrina, 1978.

MARECHAL CÂNDIDO RONDON. Disponível em:
<http://pt.wikipedia.org/wiki/Marechal_C%C3%A2ndido_Rondon> Acesso em: out 2005.

RAMALHO FILHO, A; BEEK, K. L. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 3 ed ver. Rio de Janeiro: EMBRAPA, CNPS, 1995. 65p.

SANTOS, R. F. **Planejamento ambiental**: teoria e prática. São Paulo: Oficina de Textos, 2004. 184p.

SILVA, A.S.; BOTELHO, R.G.M. (Orgs.) Erosão e conservação dos solos: conceitos, temas e aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.