

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MEIO AMBIENTE  
DOUTORADO MULTIDISCIPLINAR EM MEIO AMBIENTE**

**WALDIR RUGERO PERES**

**ANÁLISE DOS PROCESSOS RECENTES DE FRAGMENTAÇÃO E  
RECOMPOSIÇÃO DOS REMANESCENTES FLORESTAIS DO ESTADO DO RIO  
DE JANEIRO**

Rio de Janeiro, Outubro de 2013

---

**WALDIR RUGERO PERES**

**ANÁLISE DOS PROCESSOS RECENTES DE FRAGMENTAÇÃO E  
RECOMPOSIÇÃO DOS REMANESCENTES FLORESTAIS DO ESTADO DO RIO  
DE JANEIRO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor, orientada pela Profa. Dra. Margareth Simões Penello Meirelles.

Rio de Janeiro, Outubro de 2013

---

---

**ANÁLISE DOS PROCESSOS RECENTES DE FRAGMENTAÇÃO E  
RECOMPOSIÇÃO DOS REMANESCENTES FLORESTAIS DO ESTADO DO RIO  
DE JANEIRO**

**WALDIR RUGERO PERES**

Tese defendida e aprovada, em 09 de Outubro de 2013, pela banca examinadora:

---

Professora Doutora Margareth Simões Penello Meirelles  
Orientadora

---

Professor Doutor Kenny Tanizaki-Fonseca  
Co-Orientador

---

Professor Doutor Carlos José Saldanha Machado  
Membro da banca examinadora

---

Professor Doutor Cláudio Belmonte Athayde Bohrer  
Membro da banca examinadora

---

Professor Doutor Ubirajara Aluizio de Oliveira Mattos  
Membro da banca examinadora

**Dedico** este trabalho a toda a equipe da antiga Fundação CIDE (atual Fundação CEPERJ) que trabalhou durante anos a fio para gerar as bases de informação necessárias para a construção dos indicadores dos municípios – verde, base referencial e documental deste trabalho. Meus especiais agradecimentos a Ione Salamão Rahy, Marco Antônio Santos, Rachel Saldanha de Alencar, Marta Bebianno Costa, Carlos Eduardo Saraça, Antonio Carlos Ranauro Cozzolino, João Vicente Monteiro Ferraz, Elaine Gomes, Lelaine Simões, Mario Barradas Machado, Sônia Beltrão, Thelma Maria Tourinho Santos, Berta Rosa Ribeiro, Cleber Pereira de Oliveira, Vera Lúcia Pinheiro, Amauri Alves Filho, Inês Aguiar de Freitas, Claudio Barbosa (*in memoriam*), Álvaro Castellan e Roberto Barreto. É importante agradecer também aos pesquisadores que se juntaram ao projeto dos indicadores dos municípios - verde, com destaque para Carlos Frederico Duarte da Rocha, Denise Rambaldi, Luis Fernando Moraes Duarte, Aduino Grossmann, Benito Igreja Jr., Nelson Teixeira Alves Filho, Zuleika Maria Moreira, Ana Cristina Machado de Carvalho, Denise Baptista Alves, Sérgio Vasconcelos, Paulo Schiavo, Antonio Carlos Gama Rodrigues, Amandio Luis de Almeida Teixeira, Flávia Colacchi, Cláudio Belmonte de Athayde Bohrer, Antonio Carlos Monteiro Ponce de Leon, Luis Francisco Pires Guimarães Maia, Kenny Tanizaki-Fonseca, Clinton Jenkins, Anthony Anderson, Peter May e Wilson Loureiro. Por último, gostaria de agradecer aos professores do Departamento de Pós-Graduação em Meio Ambiente da Universidade do Estado do Rio de Janeiro que contribuíram de forma direta ou indireta como fontes de ideias, sugestões e comentários que permitiram a confecção desta tese, com especial gratidão a Carlos Saldanha Machado, Elmo Rodrigues da Silva, Elza Maria Neffa Vieira de Castro, Fatima Teresa Braga Branquinho, Margareth Simões Penello Meirelles, Mario Luiz Gomes Soares, Rosa Maria Formiga Johnsson e Ubirajara Aluizio de Oliveira Mattos.





Ao meu pai (in memoriam)

*"Nós somos nós e as nossas  
circunstâncias"*  
Ortega y Gasset



---

## LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1- As paisagens fluminenses segundo Alberto Lamego - 1950 .....</i>	<i>46</i>
<i>Figura 2- Roteiro analítico de descrição de paisagens segundo Bernáldez - 1981.....</i>	<i>48</i>
<i>Figura 3- Metodologia de aquisição, tratamento e interpretação dos dados de uso do solo.</i>	<i>58</i>
<i>Figura 4- Processo analítico para definição de estratégias públicas em função dos padrões municipais de uso e ocupação do solo .....</i>	<i>66</i>
<i>Figura 5 - Coeficiente de correlação e distribuição percentual do uso do solo do Estado do Rio de Janeiro segundo as variáveis pastagem e florestas .....</i>	<i>69</i>
<i>Figura 6- Árvore de decisão em função da expectativa de realização de valor - adaptação a partir dos enunciados de Pascal -- 2005.....</i>	<i>92</i>
<i>Figura 7 - Modelo Pressões, Estado e Respostas segundo a EPA - 2000 .....</i>	<i>94</i>
<i>Figura 8- Modelagem baseada em agentes com o objetivo de prever a direção de alteração do uso do solo de floresta para pasto.....</i>	<i>99</i>
<i>Figura 9- Análise SWOT da biodiversidade como fonte de realização de valor .....</i>	<i>101</i>
<i>Figura 10- Situação de cada município do Estado do Rio de Janeiro em função do cruzamento das componentes de IDH-M e TMGCA_10 .....</i>	<i>120</i>
<i>Figura 11 - Classes de vulnerabilidade .....</i>	<i>123</i>

---

## LISTA DE TABELAS

<i>Tabela 1- Distribuição de formações florestais e outros tipos de uso do solo, segundo classes de altitude .....</i>	<i>56</i>
<i>Tabela 2- Uso do solo do Estado do Rio de Janeiro - IQM-Verde II .....</i>	<i>63</i>
<i>Tabela 3 - Matriz de correlação dos tipos de uso do solo e cobertura vegetal para os municípios do Estado do Rio de Janeiro .....</i>	<i>68</i>
<i>Tabela 4- Evolução do uso do solo e do efetivo de animais no Estado do Rio de Janeiro 1970-2006 .....</i>	<i>84</i>
<i>Tabela 5- Taxa média geométrica de crescimento anual, taxa de urbanização e densidade demográfica, segundo os municípios do Estado do Rio de Janeiro - 2010 .....</i>	<i>106</i>
<i>Tabela 6- Índice de Desenvolvimento Humano - Municipal, segundo os municípios do Estado do Rio de Janeiro- 2010 .....</i>	<i>117</i>
<i>Tabela 7- Repasse de ICMS Verde, segundo os municípios do Estado do Rio de Janeiro - 2010 .....</i>	<i>132</i>

---

## LISTA DE MAPAS

<i>Mapa 1- Município de Aperibé, exemplo de uso do solo com o padrão "Rodeio" .....</i>	<i>72</i>
<i>Mapa 2-Município de São Francisco do Itabapoana, exemplo de uso e ocupação do solo com o padrão "Rural" .....</i>	<i>73</i>
<i>Mapa 3- Município de Teresópolis, exemplo de uso e ocupação do solo com o padrão "Verde" .....</i>	<i>74</i>
<i>Mapa 4- Município de Parati, exemplo de uso do solo com o padrão "Nativo" .....</i>	<i>76</i>
<i>Mapa 5- Percentual dos estoques de remanescentes florestais em relação a área total do município .....</i>	<i>.....</i>
<i>Mapa 6- Vulnerabilidade dos remanescentes florestais segundo os municípios do Estado do Rio de Janeiro.....</i>	<i>.....</i>

---

## RESUMO

Ao longo de quase cinco anos de trabalho, foi desenvolvido o Índice de Qualidade dos Municípios - Verde, pela Fundação CIDE. O trabalho buscou retratar as características da fragmentação florestal fluminense. Como um elemento para apoiar a gestão ambiental do território, o projeto identificou corredores ecológicos prioritários para a interligação de fragmentos florestais.

A grande contribuição do trabalho, do ponto de vista conceitual, foi reorientar o debate acerca da fragmentação florestal no Estado do Rio de Janeiro. O projeto IQM - Verde apresentou, exaustivamente, lugares onde ocorreram perdas e ganhos de estoques de vegetação com porte arbóreo, num recorte por municípios, bacias hidrográficas e Unidades de Conservação.

Existem importantes questões que foram levantadas e ainda aguardam maiores e melhores respostas. Uma delas é tentar explicar, a partir da ecologia de paisagens, quais são os mecanismos que facilitam ou dificultam o processo natural de sucessão florestal. A situação da sucessão florestal é completamente diferente de uma região para outra do Estado. No Noroeste do Estado existem indícios claros de retração e fragmentação dos remanescentes enquanto na região Serrana do Sul Fluminense aparecem sinais claros de recuperação e recomposição florestal.

Novos conceitos de gestão ambiental procuram minimizar os efeitos decorrentes da fragmentação e do isolamento espacial das espécies. O aumento da conectividade através de corredores ecológicos entre unidades de conservação e até mesmo entre os fragmentos mais bem conservados é apontado por muitos pesquisadores como uma das formas mais eficazes de promover a manutenção dos remanescentes florestais - a longo prazo - e até mesmo promover a recuperação funcional de determinadas unidades ecológicas atualmente ilhadas.

A atual geração de pesquisadores e gestores públicos está diante do problema do controle dos processos que desencadeiam a fragmentação florestal. Portanto, é urgente a necessidade de entender todas as consequências associadas ao processo de fragmentação florestal e, ao mesmo tempo, descobrir os efeitos inibidores deste complexo fenômeno que possui raízes físicas, naturais e sociais.

O objetivo central da tese é discutir os efeitos de padrões de uso e ocupação das terras fluminenses, do ponto de vista dos processos relacionados à complexa dinâmica de paisagens que foi gerada após séculos de ocupação do território. O entendimento e explicação do atual processo de sucessão ecológica que ocorre nas regiões serranas e úmidas do Estado serão decisivos uma vez que aqui é verificada a recuperação espontânea dos biomas florestais. Por outro lado, serão desenvolvidos esforços no sentido de compreender como os fenômenos inibidores da sucessão ecológica estão associados e como eles atuam especialmente nas regiões Norte e Noroeste do Estado do Rio de Janeiro.

Metodologicamente foram abertas várias linhas de investigação destacando-se: a análise da dinâmica da paisagem, tempo de pousio e estrutura espacial da vegetação secundária em regiões que sofrem queimadas frequentes; a avaliação dos processos de sucessão florestal que ocorrem sobre diferentes solos; o dimensionamento do impacto da urbanização sobre o processo de fragmentação florestal regional; a identificação dos corredores ecológicos em processo de recuperação natural; a determinação da influência da agropecuária no processo de inibição da recuperação florestal do Estado; e finalmente, a proposição de novas políticas públicas que permitam a reversão do quadro de fragmentação florestal fluminense.

A contribuição esperada deste trabalho inscreve-se no esforço de reversão do padrão atual de desmatamento da Mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro; no entendimento do papel da estrutura da paisagem para a determinação da diversidade do número de espécies encontradas num determinado fragmento florestal; no reconhecimento da importância da conectividade dos remanescentes florestais nos processos de recuperação da qualidade e diversidade das espécies abrigadas nos remanescentes florestais; na identificação dos processos-chave de sucessão ecológica relacionados ao desenvolvimento dos nichos que facilitam a multiplicação dos locais de abrigo, alimentação e reprodução de animais e vegetais, fundamentais no processo de recomposição da diversidade das comunidades fragmentadas.

**Palavras-chave:** Mata Atlântica, Fragmentação Florestal, Remanescente Florestal, Sucessão Ecológica, Biodiversidade, Estado do Rio de Janeiro.

## ABSTRACT

The Municipalities Quality Green Index – IQM-Verde (in portuguese) was developed after five years of work. The study sighted to portray the characteristics of rainforest fragmentation. As an element to support the environmental management planning, the project identified priority corridors to link forest fragments.

The major contribution of the work, the conceptual point of view, was to reorient the debate about forest fragmentation in the State of Rio de Janeiro. The IQM - Green project presented, exhaustively, places where there were losses and gains in stocks with arboreal vegetation, calculated by municipalities, watersheds and protected areas.

There are important issues that have been raised and are still waiting for better answers. One of them is trying to explain, based on landscape ecology, what are the mechanisms that facilitate or hinder the natural process of forest succession. The situation of forest succession is completely different from one region to another. In the northwest of the state there are clear indications of shrinkage and fragmentation of remaining; on the other hand, the mountainous region of South State shows clear signs of recovery and reforestation.

New concepts of environmental management intend to minimize the effects of fragmentation and spatial isolation of species. The increase of connectivity through corridors between protected areas and even among the most well preserved fragments is indicated by many researchers as one of the most effective ways to promote the maintenance of the remaining forest - in the long run - and even promote the functional recovery of some ecological units currently isolated.

The current generation of researchers and public administrators is faced with the problem of control of the processes that lead to forest fragmentation. So, there is an urgent need to understand all the consequences associated with forest fragmentation and, at the same

---

time, discover the inhibitory effects of this complex phenomenon that has natural and social causes.

The central aim of this thesis is to discuss the effects of patterns of use and occupation of the land in Rio de Janeiro State, in the point of view of the processes related to the complex dynamics of landscapes that were generated after centuries of occupation of the territory. The understanding and explanation about current process of ecological succession that occurs in the mountainous and rainy regions in this state will be decisive once these regions recorded spontaneous recovery of forest biomes. Furthermore, efforts will be made in order to understand how the phenomena inhibitors are associated with ecological succession and how they act, especially in the North and Northwest of the State of Rio de Janeiro.

In terms of methodology, several lines of research will be opened, including: an the analysis of the landscape dynamics, periods of fallow ground and spatial structure of the secondary vegetation in regions where fires occur frequently; the evaluating of processes of forest succession occurring on different soils ;the assessment of the impact of urbanization on the regional forest fragmentation; the identification of the ecological corridors where recovery processes occur naturally; the determination of the influence of farming and cattle raising in the process of inhibiting of the forest recovery in Rio de Janeiro and, finally, the proposal of news public policies that leads to a reversion of the forest fragmentation process in State.

The expected results of this work are related to the effort to understand the patterns of deforestation of rainforests, to the understanding of the role of the landscape structure in determining the diversity of the number of species found in a particular forest fragment, to the recognition of the importance of the connectivity of forest remnants to recuperate the quality and diversity of species in forest remnants,; to the identification of key processes of ecological succession related to the development of niches that facilitate the multiplication of shelter, feeding and reproduction locations for animals and plants , feeding and breeding of animals and plants, important elements to recuperate the diversity of the fragmented communities .

**Keywords:** Atlantic, Forest Fragmentation, the Forestry, Ecological Succession, Biodiversity, State of Rio de Janeiro.





## SUMÁRIO

<i>Introdução</i> .....	27
<i>Parte I - Uma breve história da fragmentação florestal fluminense</i> .....	37
<i>Parte II - Análise da fragmentação florestal apoiada em ferramentas geoestatísticas</i> .....	57
<i>Parte III - A lógica da fragmentação florestal fluminense à luz de elementos da Teoria dos Jogos</i> .....	86
<i>Parte IV - Construindo cenários de fragmentação florestal: pressão antrópica, dinâmica urbana e formação de pastagens</i> .....	104
<i>Parte V - Instrumentos redistributivos como ferramentas de reversão do quadro de fragmentação florestal</i> .....	126
<i>Conclusão</i> .....	139
<i>Bibliografia</i> .....	142

---

## Introdução

Este trabalho pretende discutir a questão da fragmentação florestal através de um prisma institucional-legal de equacionamento do problema da preservação ambiental. Isto é, a partir da premissa de que os bens da natureza relevantes a proteger necessitam ser considerados dentro dos mecanismos institucionais que regem o funcionamento do sistema econômico. De fato, no caso específico do Estado do Rio de Janeiro, já existem mecanismos, ferramentas de suporte para a gestão ambiental do território fluminense, que refletem a preocupação com a preservação dos 32% de cobertura florestal que ainda lhe restam.

A utilização de indicadores ambientais em séries históricas capazes de formar curvas de tendência foi o resultado de um enorme esforço de pesquisa realizado pela antiga Fundação Centro de Informações e Dados do Rio de Janeiro (atual CEPERJ), entre os anos de 1998 a 2003, que propiciou a construção de cenários analíticos acerca da fragmentação florestal fluminense. Os governos, a cada dia de passa, precisam, através de suas instituições, elaborar planos de gestão ambiental que possuam uma alta aderência com as bases de dados disponíveis, os cenários construídos. A cadeia “dado, informação, cenário e plano de gestão” é necessária e suficiente para apontar os problemas e soluções associados aos quadros de recuperação, estabilização e deterioração dos recursos naturais. Esta tese procura defender uma opção metodológica ajustada às possibilidades de atuação das instituições de planejamento e gestão territorial.

A fragmentação florestal é um problema induzido pelas atividades humanas. A tendência de ecossistemas florestais contínuos, como as florestas da costa atlântica brasileira, é de fragmentação. Este processo é mais dramático, sem dúvida, na Mata Atlântica, que ocupava, no início da colonização, mais de 90% do território estadual, restringindo-se, hoje, a cerca de 17% do território fluminense (CIDE, 2003). A preservação dos remanescentes florestais se impõe e o reflorestamento passa a ser uma das estratégias a ser promovida. Entretanto, uma questão central surge: como determinar as áreas prioritárias de reflorestamento em ecossistemas florestais fragmentados?

---

Resumidamente, o processo de fragmentação de ecossistemas possui quatro características básicas:

1. Existe uma relação entre o perímetro e a área dos fragmentos. Com o aumento do perímetro de um fragmento, aumenta a desordem de um sistema. Ampliam-se as possibilidades de formação de janelas de oportunidade para que trocas indesejáveis ocorram, diminuindo o grau de sustentabilidade de cada fragmento (Morsello, 2001);

2. Durante as queimadas, um sistema perde energia interna, na forma de radiação térmica. Deste modo, são trocados estoques remanescentes de alta qualidade energética e grande biodiversidade por hectare (formações florestais em seu clímax) por estoques de baixa qualidade energética e pequena capacidade de suporte da biodiversidade por hectare (pastos compostos por gramíneas) (Silva, et al., 2001);

3. As alterações impostas pelo homem a um ecossistema ameaçam algumas espécies e destroem outras tantas, resultando, então, em ecossistemas pulverizados em fragmentos empobrecidos (Tanizaki-Fonseca, et al., 2000), com um número cada vez menor de espécies endêmicas (Bermingham, 2005);

4. Com o aumento da fragmentação, há destruição das redes de intercomunicação baseadas na multiplicidade. O rompimento das cadeias evolutivas e a eliminação de diversas espécies são consequências esperadas com o aumento das pressões das formações antrópicas sobre os fragmentos dos remanescentes nativos (Carvalho, et al., 2007).

Diante disso, uma possibilidade de reversão da fragmentação de ecossistemas apoia-se no reflorestamento das áreas que unem as bordas dos fragmentos florestais. Estes eixos conectores são denominados, pela literatura de corredores ecológicos (Jongman, et al., 2002). Além de viabilizar a troca genética entre populações, eles possibilitam a integração de fragmentos numa mancha contínua, alavancando a capacidade de suporte da biodiversidade regional.

---

Alguns municípios fluminenses não possuem mais fragmentos florestais, não apresentando possibilidades matemáticas ou geométricas de geração de corredores ecológicos (Forman, 1995), (Takeuchi, et al., 2007) e (Lipper, 2009). Deste modo, a construção de políticas públicas capazes de reverter este atual cenário se impõe, além de ser primordial e urgente a construção de uma estrutura política e econômica capaz de incentivar a regeneração florestal no Estado do Rio de Janeiro em função dos perfis de uso e ocupação do solo das diferentes porções do território.

A hipótese desta tese pode ser apresentada deste modo: A floresta é um obstáculo ao desenvolvimento econômico, na perspectiva dos proprietários de terra, uma vez que a sua preservação por si só não gera valor econômico. Em outras palavras, a floresta por si só não gera valor econômico adicionado ou valor agregado significativo à produção. A sua preservação em terras privadas só será possível de ser estimulada em larga escala a partir do momento em que ela for capaz de gerar valor agregado aos agentes econômicos. É o valor adicionado que precisa ser criado para florestas, tornando-as possuidoras, geradoras de valor, bens e serviços, incorporando-as definitivamente ao processo produtivo geral (Grant, 2003).

Em uma empresa, o valor adicionado é a contribuição adicional de um recurso, atividade ou processo para a fabricação de um produto ou prestação de um serviço. A floresta não é vista, não é compreendida deste modo pelos proprietários de terras. Em termos macroeconômicos, as florestas – sob a ótica dos proprietários de terras - não possuem valor, são incapazes de agregar valor aos bens produzidos numa fazenda. As florestas só possuem valor utilitário e não econômico. O seu valor, a sua utilidade está voltada, ainda, à noção de ajudar a preservação de mananciais e controle da erosão dos solos (Andrade, 1912) .

Para o desenvolvimento deste trabalho, foram utilizadas as bases de informação levantadas pela Fundação CIDE ao longo de cinco anos de trabalho que envolveu uma equipe de mais de duas dezenas de técnicos, de diferentes áreas, que interpretaram imagens de satélite, fotografias aéreas, cartas topográficas na escala de 1:50.000, realizaram trabalhos de campo de checagem de informações e por fim, criaram um banco georreferenciado que permitiu a produção de dados, informações e construção de índices para os diferentes municípios do Rio de Janeiro. Os resultados deste esforço foram publicados em dois livros nos anos de 2001 e 2003 denominados, respectivamente: Índice de Qualidade dos Municípios-

Verde I e II. O objetivo das publicações foi apresentar uma base documental capaz de apoiar o desenvolvimento e introdução de políticas públicas que conseguissem promover a valoração das florestas para os municípios que as protegessem.

Em decorrência desse processo, a Lei Estadual nº 5.100 de 2007 acabou por instituir o Imposto de Circulação de Mercadorias e Serviços – Verde para os municípios fluminenses, compensando-os financeiramente: pela restrição ao uso dos seus territórios, notadamente no caso de unidades de conservação da natureza e mananciais de abastecimento; pelos investimentos ambientais realizados no tratamento de esgotos e correta destinação de seus resíduos sólidos. Assim estabelece o Art.2º, parágrafo 3º: “os índices percentuais por município, relativos ao critério de conservação ambiental previsto nesta lei, serão calculados anualmente pela Fundação CIDE em cooperação técnica com os órgãos ambientais do Estado, atendendo às definições técnicas estabelecidas em decreto do Poder Executivo”. Tal atribuição é reforçada pelo Decreto nº 41.4844 de 4 de maio de 2009 – que estabelece as definições técnicas para alocação do percentual a ser distribuído em função do ICMS Ecológico.

Entretanto, apesar do enorme esforço realizado no nível da formação das bases de dados, instrumentação legal e transferência de recursos para os municípios, uma observação precisa ser realizada: o cruzamento dos dados aponta para cenários distintos para o Estado do Rio de Janeiro. Parece haver uma floresta resiliente nas áreas altas, montanhosas e úmidas – terras em sua maior parte já protegidas pela legislação ambiental (Mueller-Dombois, et al., 1998), enquanto que nas terras baixas, ao longo dos vales dos Rios Paraíba, Pomba e Muriaé a situação é inversa (Lande, et al., 2004). Aqui, praticamente já não existem remanescentes florestais expressivos, não estão protegidos pela legislação e anualmente são submetidos às queimadas na época de estio das chuvas. Para ajudar a reverter este quadro parece ser necessário construir novos mecanismos instrumentais e legais com o objetivo de valorizar e transferir diretamente recursos para os agentes econômicos, associações e cooperativas que promovam a preservação (Miller, 1992).

Outro ponto, não menos importante, parece repousar na crônica falta de capacidade governamental – em todos os níveis – em relação à gestão de terras públicas e ao acesso democrático às terras - que incluem os recursos do solo, subsolo, águas, flora e fauna,

---

tornando a posse da terra um fundamento baseado ainda na *Enfiteuse Romana* (Nascimento, et al., 2003). Em outras palavras, as terras públicas são de todos e ao mesmo tempo não são de ninguém e as terras, quando produtivas, estão nas mãos de proprietários que entendem as florestas como obstáculos à formação de valor. Com este objetivo, esta tese pretende contribuir para o avanço deste debate, apontando possíveis caminhos técnicos e legais capazes de somar forças aos enormes esforços já realizados por instituições públicas e privadas que atuam na conservação da Mata Atlântica presente no território do Rio de Janeiro.

A instituição do ICMS Ecológico no Estado do Rio de Janeiro colaborou decisivamente para a transferência de recursos para os municípios que promovam uma gestão ambiental que preserve áreas naturais, faça a destinação correta dos resíduos sólidos e tratamento dos esgotos, porém, esta ação redistributiva de impostos parece não ser suficiente para a fixação dos trabalhadores rurais e pequenos proprietários no campo. A questão da valorização das florestas passa diretamente pela estruturação de uma política pública que promova a geração de emprego e renda para os pequenos proprietários de terra que ainda abriguem remanescentes florestais no Estado do Rio de Janeiro ou trabalhadores rurais em condição de extrema pobreza que vivam – em parte – da extração, coleta, caça e pesca. O esvaziamento demográfico do campo fluminense pode ser evidenciado pelos dados censitários do IBGE, que apontam para taxas médias geométricas de crescimento anual da população rural negativas há pelo menos duas décadas. Para a década de 1.991 a 2.000 a taxa calculada foi de -0,73 ao ano e, para a década seguinte, 2.000 a 2.010, o esvaziamento foi intensificado, registrando uma taxa de -0,80 ao ano.

No âmbito federal, foi instituído o Programa de Apoio à Conservação Ambiental, denominado - Bolsa Verde, através da Lei nº 12.512, de 14 de outubro de 2011, e regulamentado pelo Decreto nº 7.572, de 28 de setembro de 2011. O programa concede, a cada trimestre, um benefício de R\$ 300,00 às famílias em situação de extrema pobreza que vivem em áreas consideradas prioritárias para conservação ambiental. Adaptar este programa federal às condições presentes no Estado do Rio de Janeiro pode significar mais um passo para a fixação dos trabalhadores no campo, capazes de encontrar uma fonte de renda na prestação de serviços ambientais que promovam a preservação dos remanescentes florestais.

---

A revisão bibliográfica realizada nesta tese buscou não ser exaustiva e na medida do possível não foram inseridas muitas citações ao longo do texto, mas, a cada parágrafo – quando necessário – foram indicadas referências técnicas e documentais para consulta. Os principais esforços de revisão da literatura foram realizados com as seguintes orientações:

Tentar mergulhar na história das mentalidades com objetivo de encontrar elementos, respostas, referências que suportassem a revelação de uma história do sistema de crenças, de valores e de representações próprios a uma época ou de um grupo social que não via nas florestas algum valor. A devastação florestal fluminense contada, a partir da história das mentalidades, talvez tenha nas obras de Alberto Lamego, escritas ao longo dos anos 40 do século XX, um quadro de referências extremamente importante que reflete, ainda nos dias de hoje, um dos maiores obstáculos para a preservação dos remanescentes florestais destruídos a ferro e a fogo, que, como se sabe, não ocorrem de forma natural nas florestas úmidas atlânticas.

Contribuir para o debate entre desenvolvimentistas e conservacionistas mediante alguns dos preceitos da Teoria dos Jogos, onde o comportamento de um indivíduo depende do movimento de outro indivíduo e, mais além, das coisas que estão em jogo para a realização de um determinado valor. Neste aspecto, a Teoria dos Jogos parece oferecer alguns elementos importantes para a gestão dos recursos naturais e desenvolvimento de políticas públicas uma vez que os jogadores e/ou indivíduos agem de modo racional com objetivo de não perder para o seu adversário.

Metodologicamente, este trabalho explorou as linhas de trabalho, necessárias para sustentar a análise proposta por Papayanou em *Game Theory for Business: A Primer in Strategic Gaming* que será apresentada em maiores detalhes a seguir (Papayanou, et al., 2010). Papayanou sustenta que compreender o movimento de “agentes” em ambientes competitivos e conflituosos, onde o movimento de um pode prejudicar os demais, ou ainda, a opção racional particular de um agente pode ser benéfica para ele – do ponto de vista individual – mas terrível socialmente ou do ponto de vista ambiental. A derrubada da floresta – que não possui valor econômico para um proprietário rural significa exatamente isto.

---

A metodologia aborda cinco questões básicas – com o objetivo de avaliar cenários futuros em ambientes onde a decisão é tomada mediante incerteza. O método é derivado da Teoria dos Jogos e sustenta um processo de três etapas: a Estruturação Dinâmica, Avaliação Estratégica e Planejamento da Execução. A abordagem é simples e intuitiva ajudando a identificar os “agentes”, suas perspectivas, possíveis pontos de tensão e disputa e ao mesmo tempo aponta um processo para construir um roteiro de ação em ambientes potencialmente competitivos, conflituosos, onde a cooperação, provavelmente não será uma primeira opção a ser tomada.

As cinco questões básicas para criar os cenários competitivos são: Quem são os “agentes”? Quais as opções que cada um tem? Qual a sequência de cada ação? Quais são as incertezas? Quais são os *payoffs* para cada “agente” para cada possível resultado? A partir destas questões, são elaborados três procedimentos: Estruturação Dinâmica, Avaliação Estratégica e Planejamento e Execução.

**Estruturação Dinâmica** – é a etapa de criar o escopo e estruturação das situações problema. Aqui as quatro primeiras questões são feitas e isso permite a construção das árvores de decisão. Um diagrama deste tipo mapeia cada possível ação dos “agentes” e incertezas mais importantes. Ainda, a construção de árvores de decisão ajuda verificar qual é a melhor opção para cada “agente” levando em consideração os prováveis movimentos dos outros “agentes” jogadores envolvidos. Este passo é fundamental para estruturar o pensamento estratégico. Alguma avaliação quantitativa pode ser feita, a qual ajuda a focalizar, nas análises posteriores, o direcionamento para ação de curto prazo.

**Avaliação Estratégica**, esta fase é a que permite lançar as bases quantitativas, as estimativas dos valores e recursos envolvidos a serem ganhos ou perdidos que serão levados em consideração na árvore de decisão. Aqui, a quinta questão entra em cena. Métodos tradicionais de apoiados na Teoria da Decisão, geralmente são usados para calcular e modelar numericamente os *payoffs*, para em seguida entender quais estratégias são as melhores, considerando as incertezas e prováveis movimentos e reações dos outros jogadores.

**Planejamento da Execução** – é a fase final da análise, são reunidas as informações levantadas nas etapas anteriores e se avalia além da árvore de decisão, para desenvolver um



---

plano de ação que possa ser implantado efetivamente. Assim, é possível entender qual movimento fazer agora e quais serão deixadas para outro momento, a serem realizados no futuro.

Para dar sequencia ao método de Papayanou, buscou-se inicialmente, através de uma revisão bibliográfica, discutir a evolução de conceitos importantes para o desenvolvimento desta tese, tais como: apresentar a importância dos biomas florestais fluminenses, contar uma breve história da fragmentação florestal, identificar a noção da floresta como obstáculo ao desenvolvimento civilizatório, através da história das mentalidades, avançar na questão da análise das paisagens como um complexo de processos históricos e finalmente, resgatar a paisagem com um processo de *Gestalt*, isto é, a leitura de uma paisagem pode revelar padrões, assinaturas espaciais, e através delas construir cenários futuros de uso e ocupação.

O segundo passo, apoiado em análises e métodos geoestatísticos, agrupou os municípios fluminenses segundo suas classes de uso do solo permitindo, assim, a identificação de “famílias municipais” que apresentam padrões semelhantes de utilização de suas terras. Se a fragmentação florestal não se comporta do mesmo modo em diferentes conjuntos espaciais, é plausível supor que a formulação de políticas públicas seja desenhada para atender quadros e situações bastante diversos que foram encontrados no território. A análise estatística foi utilizada com o objetivo de aglutinar os diferentes municípios do Estado do Rio de Janeiro em grupos mais homogêneos, a partir da comparação do grau de semelhança do uso do solo de cada um dos 92 municípios do Estado. Foram criados agrupamentos municipais e cada agrupamento possui características próprias. Um agrupamento é rural, outro é urbano, outro apresenta estoques consideráveis de florestas a proteger como será demonstrado adiante. Portanto, a análise dos dados espaciais permite apoiar a discussão de estratégias públicas que inibam o processo de fragmentação florestal em terras públicas e particulares. A identificação de padrões de uso do solo, permitiu também o desenvolvimento de outras partes deste trabalho, quais sejam: a construção de cenários de vulnerabilidade, a proposição de uma *proxi* de pressão antrópica e a modelagem espacial baseada em “agentes”, isto é, associar aos padrões de uso do solo determinados comportamentos que possam intensificar ou atenuar a fragmentação florestal.

O terceiro movimento desenvolvido foi explorar – conceitualmente - a questão comportamental dos “agentes”, dos proprietários de terras - apoiado na Teoria dos Jogos – notadamente na Teoria da Decisão. A análise comportamental dos agentes é de extrema importância, uma vez que é ela que explica a fragmentação florestal. Deste modo, a identificação do comportamento dos agentes é o passo fundamental do modelo, é preciso saber porque alguém vai deixar de colocar fogo no remanescente florestal de sua propriedade e abrir mão da formação de um “pasto produtivo” se o seu vizinho acabou de expandir os seus negócios desta forma? Nesta perspectiva o sítio do vizinho vai gerar mais carne e leite enquanto o proprietário, arrendatário ou sitiante - que preservou a mata - não conseguiu a realização de valor com a conservação florestal. Numa primeira aproximação, o resultado deste “jogo” parece ser favorável aos proprietários de terra que desmatam suas florestas, permitindo concluir que só uma intervenção externa - do Estado - poderá ser suficiente para alterar o atual *modus operandi* na gestão dos fragmentos florestais fluminenses sujeitas aos ciclos anuais de derrubada e queimada. A instituição de uma “bolsa verde”, por exemplo, pode ser um passo importante – induzindo - um novo comportamento para estes proprietários de terras.

Neste bloco de avaliação estratégica dos movimentos dos “agentes”, também será discutido os avanços recentes da modelagem espacial baseada em “agentes” (*Agent-Based Modelling – ABM*). Esta via analítica fornece uma metodologia capaz de auxiliar a interpretação de sistemas complexos uma vez que ela consegue explicar como ações coletivas podem emergir a partir de um comportamento social individual. Um dos desafios importantes desta modelagem está baseado no comportamento de “agentes” que realizam ações explícitas em um ambiente espacialmente determinado. Os “agentes” precisam estar conectados por uma representação do mundo, por uma mentalidade coletiva, por um modo de agir compartilhado socialmente. Deste modo, a decisão racional de aproveitar as terras ao máximo para gerar valor para os seus proprietários pode desencadear um processo generalizado de desmatamento e, através de interpretação de dados geoespaciais é possível observar um padrão de ocupação territorial baseado no comportamento de “agentes” individuais.

Por último, apoiado nos passos anteriores, foi criado um último passo com o objetivo propor uma abordagem, um quadro síntese, que ajudasse a revelar uma das chaves de explicação para os padrões de uso solo mapeados, mais ainda, procurou-se identificar o grau de vulnerabilidade dos remanescentes florestais, a nível municipal. A partir deste mapa

síntese, foi desenvolvido um esforço para indicar possíveis caminhos para a promoção da conservação dos remanescentes florestais, em função dos agrupamentos municipais identificados.

A expectativa desta tese é, portanto, poder apoiar a construção de proposições úteis para a elaboração de instrumentos normativos e legais capazes de instituir políticas redistributivas de renda no campo.

## **Parte I**

### **Uma breve história da fragmentação florestal fluminense**

---

## A importância da biodiversidade fluminense

A expressão biodiversidade ou diversidade biológica refere-se ao conjunto de toda a vida no planeta terra, incluindo espécies animais, vegetais e microorganismos, sua variabilidade genética e a diversidade de ecossistemas formados por diferentes composições de espécies (Gross, et al., 2005). Segundo a definição da própria Convenção sobre a Diversidade Biológica (CDB), Biodiversidade compreende “a variabilidade de organismos vivos de todas as origens, compreendendo, dentre outros, os ecossistemas terrestres, marinhos e outros ecossistemas aquáticos e os complexos ecológicos de que fazem parte: compreendendo ainda a diversidade dentro de espécies, entre espécies e de ecossistemas” (Wolff, 2000).

O termo Megadiversidade foi criado em 1988 por Russell Mittermeier, para caracterizar os países mais ricos em biodiversidade do planeta. O Brasil ocupa a primeira posição neste grupo, sendo o país mais megadiverso do mundo, contendo cerca de 15 a 20 % de todas as espécies encontradas no planeta (Gross, et al., 2005). A posição de destaque do território brasileiro em número de espécies e endemismo torna maior a responsabilidade sobre a gestão desta biodiversidade, fato que junto com as dimensões continentais do país, coloca o Brasil num papel de liderança na condução de ações para a conservação do patrimônio da biodiversidade. Este artigo pretende explorar, através de abordagens propostas pela Teoria dos Jogos, o aparente paradoxo onde a biodiversidade é destruída em favor da expansão da fronteira agrícola brasileira sobre o Cerrado e a Amazônia (Becker, 1985).

Além de megadiverso, o Estado do Rio de Janeiro possui em seu território dois ecossistemas considerados “hot spots” de biodiversidade, ou seja, locais que concentram uma grande parcela de biodiversidade, e nos quais as ações de conservação deveriam ser mais intensas. O termo “hot spot” foi utilizado pela primeira vez em 1988, pelo ecólogo inglês Norman Myers para definir estes locais prioritários na conservação da biodiversidade. Inicialmente foram apontados 10 “hot spots” no planeta, e atualmente esse número aumentou para 34, em decorrência de pesquisas e aprimoramento do conhecimento ecológico. O cerrado e a mata atlântica são os “hot spots” brasileiros, ou seja, ecossistemas prioritários para a conservação da biodiversidade, principalmente frente ao elevado índice de endemismos e à intensa pressão antrópica (Tabarelli, et al., 2005).

---

O cerrado corresponde a 21 % do território brasileiro, e abriga mais de 11.000 espécies de animais e plantas (com mais de 4.000 endemismos), tendo tido sua exploração mais tardia, a partir do século XVIII, devido à forma como o Brasil foi colonizado, inicialmente pela ocupação do litoral. Atualmente, o cerrado vem sendo incessantemente pressionado pela expansão da fronteira agrícola do cultivo de soja e milho e da pecuária extensiva (Hill, et al., 2011). O ecossistema, composto por um mosaico de diferentes tipos de vegetação extremamente adaptadas às condições locais, inclusive ao fogo, apesar do seu reconhecido valor em diversidade biológica rivaliza em importância com a principal atividade econômica brasileira, a agroindústria, que sustenta 21% do PIB nacional (CEPEA). Esse paradoxo traz uma difícil questão que ainda não foi adequadamente resolvida pelas autoridades brasileiras, que parecem insistir em menosprezar a importância deste patrimônio natural, ao invés de se buscar criar soluções e novas formas de uso compartilhado e sustentável da região, compatibilizando a produção agrícola com a proteção ambiental. Este fato fica evidente pela não inclusão do cerrado como ecossistema a ser preservado na constituição brasileira de 1988, devido às pressões políticas da bancada ruralista, e a uma grande resistência em diversos níveis do governo à criação de áreas de proteção para este ecossistema, que atualmente possui somente 5,5% de sua área sob algum tipo de proteção como unidades de conservação, sendo somente 1,4% desta área sob alto grau de proteção legal (Zachos, et al., 2011).

Da mesma forma, a floresta tropical atlântica possui mais de 22.000 espécies animais e vegetais, sendo 8.000 delas endêmicas. Atualmente, o ecossistema sobrevive como áreas fragmentadas, mas que ainda detêm altos graus de endemismos (Freitas, et al., 2005), e que vêm sendo continuamente pressionadas pela intensa ocupação humana iniciada com a colonização do país, no século XVI, num processo bem anterior ao do cerrado (Vajpeyi, 2001). A maior consequência disto foi a destruição da floresta atlântica para o estabelecimento de monoculturas de açúcar e café, pecuária e agricultura de menor porte e principalmente pela ocupação humana, urbanização e industrialização. Atualmente, cerca de 70 % da população brasileira vive na região de floresta atlântica, que foi fragmentada e reduzida a aproximadamente 7% da cobertura existente na época do descobrimento. Em consequência, as ações para conservação da biodiversidade neste ecossistema convergiram para o estabelecimento de áreas protegidas unidas por corredores de biodiversidade, a fim de maximizar a sobrevivência de populações de espécies e a troca de material genético. Apesar de extremamente impactado, o ecossistema de floresta atlântica concentra o maior número de iniciativas conservacionistas a partir de ONGs trabalhando na região, com

---

aporte regular de recursos financeiros, e possui atualmente quase metade dos remanescentes florestais sob algum tipo de proteção ambiental (International, 2013).

A diversidade biológica é essencial para atividades econômicas vitais, visto que o patrimônio genético é estratégico para o desenvolvimento da agroindústria, da indústria farmacêutica e biotecnológica (Capobianco, 2001). Neste ponto, no Brasil, soma-se à riqueza da diversidade biológica a sociocultural, representada pelos conhecimentos tradicionais de pequenas populações que utilizam e manipulam princípios ativos com conhecimento empírico e servem de subsídio para o desenvolvimento de novas drogas farmacêuticas.

A proteção e valorização da diversidade biológica é uma decisão urgente, estratégica e inteligente a ser tomada, especialmente no Brasil. A conservação e uso sustentável desse potencial farmacêutico e agrícola deve ser considerado frente à destruição e utilização de recursos naturais para proveito imediato. Não alcançaremos este ponto de equilíbrio sem mudar as concepções de uso de recursos, as formas e os objetivos de exploração. Certos ecossistemas que comportam altos índices de diversidade biológica são bastante sensíveis a mudanças, sendo profundamente alterados frente a pequenos impactos, e sua exploração sustentável deve respeitar essas características. É preciso parar de impor aos ecossistemas formas de exploração prontas, que não levem em consideração as características e particularidades de cada sistema ecológico. Mas para se atingir este equilíbrio é preciso transformar certas concepções de uso de recursos e os incentivos para estes usos; desenvolver novas formas de uso que levem em conta as características ecológicas e fragilidades de cada ambiente; melhorar o diálogo intergovernamental entre conservação de biodiversidade e desenvolvimentismo; estabelecer a conservação da biodiversidade como um objetivo e uma finalidade para o país e para as futuras gerações, e não permitir que planos de governo passageiros de cunho principalmente desenvolvimentista sotorem as ações neste âmbito; inserir, na esfera da tomada de decisão governamental a conservação da biodiversidade como um objetivo claro relacionado e contemplado nas diferentes políticas de governo; incentivar, fortalecer e financiar os centros de pesquisa brasileiros no desenvolvimento de formas de utilização não predatória, estudo e conservação da biodiversidade, com o objetivo maior de criar soluções adequadas à nossa realidade, às nossas condições financeiras, à nossa complexidade biológica e às nossas necessidades de desenvolvimento; utilizar soluções importadas de outros países como guias, mas adaptá-las a nossa realidade (Angelsen, 2001).

---

Além disso, não basta fomentar a pesquisa sobre biodiversidade, mas melhorar a inserção do conhecimento científico nas políticas públicas, especialmente aquelas voltadas para o uso e ocupação do solo, a fim de proteger e manejar as áreas florestadas de forma a promover a conservação da biodiversidade. Atualmente se discute o estabelecimento de programas de conservação voltados para a conservação das paisagens e não de sítios específicos (Tabarelli, et al., 2005).

No Brasil, o maior desafio prático para a conservação da diversidade biológica parece ser a compatibilização desta questão com os demais interesses de governo, de forma que este tema possa ultrapassar o âmbito das agências governamentais ambientais e tomar parte em outras instâncias dos governos estadual e federal. O passo adiante seria o governo conseguir incorporar preocupações ambientais no planejamento do país, buscando o desenvolvimento sustentável, e tornando a proteção da diversidade biológica tema transversal das ações de governo, e não um entrave a ser superado pelo crescimento econômico (Lovejoy, 2005).

A convenção sobre Diversidade Biológica - CDB é o principal documento internacional sobre biodiversidade, tendo sido elaborada durante a Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento, a RIO-92. A CDB é o principal fórum mundial na definição do marco legal e político para a proteção da biodiversidade, funcionando como um orientador para a gestão da biodiversidade em diversos níveis. Os três principais objetivos da CDB são: a conservação da diversidade biológica, a utilização sustentável de seus elementos e repartição justa e equitativa dos benefícios derivados da utilização dos recursos (Wolff, 2000).

Atualmente, 168 países já assinaram a CDB, e 188 já a ratificaram. O Brasil, como primeiro país a assinar a CDB, e a fim de cumprir os compromissos assumidos vem criando uma série de instrumentos para a incorporação e execução dos objetivos da convenção, através da criação do Programa Nacional de Diversidade Biológica (PRONABIO), instituído em 1994 pelo decreto 1.354; da Política Nacional de Biodiversidade, instituída em 2002 pelo decreto 4.339 e do Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira - PROBIO.

A análise demonstra que dos 13 artigos da CDB, somente dois deles, os artigos 6 e 11 estão satisfatoriamente atendidos pela legislação brasileira. Os demais artigos são



---

parcialmente atendidos, com exceção do de número 17 que é insatisfatoriamente atendido (Wolff, 2000).

Embora possua um arcabouço legal considerável acerca da questão da biodiversidade, se observa que no Brasil o problema maior é de outra ordem. A biodiversidade não está devidamente inserida nas ações governamentais de forma transversal, sendo relegada a alçada do Ministério de Meio Ambiente. As importantes decisões relacionadas a obras de infraestrutura, de geração de energia, e outras com grande potencial impactante são tomadas de forma alienada à biodiversidade, desconsiderando a importância desta na perpetuação de recursos e matérias prima. As dificuldades no Brasil são de ordem mais prática do que legal (May, 2011), e o problema reside na assimilação do valor da biodiversidade em todos os níveis de atuação de governo.

Além disso, no Brasil a maior parte dos recursos para a conservação da biodiversidade provém do setor público, e por tratar-se de um país em desenvolvimento, com diversas demandas em diferentes áreas, o setor ambiental acaba esvaziado de verba, e as ações de conservação da diversidade biológica reduzidas ao mínimo. Na prática, o compromisso governamental de gerar um grande superávit fiscal, as altas taxas de juros (que estimulam investimentos em ganhos de curto prazo) e a tradicional utilização de recursos naturais como motriz do crescimento econômico vêm dificultando a distribuição de recursos para a questão ambiental. Estas ações trazem maiores ganhos e crescimento em curto prazo, mas não conduzem ao desenvolvimento sustentável, pois excluem o desenvolvimento socioambiental (Young, 2005).

No Brasil, devido à grande quantidade de demandas, escasso financiamento, e desarticulação da questão biodiversidade das demais ações de governo, as ações conservacionistas têm sido muito mais reativas do que pró-ativas. Dessa forma, as medidas práticas de proteção acabam sendo feitas após a passagem dos maiores ciclos de degradação das paisagens, e neste processo a conservação da biodiversidade fica ameaçada (Tabarelli, et al., 2005).

A história ambiental do Estado do Rio de Janeiro, em linhas gerais, acompanha a história ambiental da ocupação da porção atlântica do território, onde florestas foram derrubadas e queimadas para dar lugar aos campos, pastagens e plantações de cana-de-açúcar e café (Dean, 1996), (Drummond, 1997).

---

## Uma breve história da floresta como obstáculo

Para ilustrar a breve história da devastação ambiental fluminense é importante compreender como as florestas eram vistas pelos colonizadores portugueses que aqui chegavam e principalmente, sob a perspectiva dos fazendeiros, a floresta não passava de um obstáculo. Albero Lamego descreveu a floresta nos anos 40 do Século XX como um obstáculo à civilização fluminense. Esta “visão de mundo” na concepção de Heidegger (Inwood, et al., 2002), esta cronologia específica que caracteriza a floresta como obstáculo à ocupação do território, às dificuldades iniciais de formação da civilização brasileira nas terras úmidas florestadas atlânticas (Calmon, 1935), são muito bem ilustrados na série de livros intitulada “*Os Setores da Evolução Fluminense*” (Lamego, 1974), (Lamego, 1945).

Para tentar compreender o sentido geral dado à sua obra, pretende-se aqui realizar uma breve análise dos seus quatro livros, considerando o encadeamento das suas ideias, o direcionamento das suas observações, as noções convergentes ou divergentes defendidas ao longo das suas obras. Em outras palavras, realizar uma reflexão a partir das observações redigidas por Lamego, levando em consideração, os limites e possibilidades de suas análises em função do paradigma utilizado pela Geografia Humana (Hubbard, et al., 2008).

As paisagens de Lamego estão influenciadas pela escola francesa de Geografia. Portanto, a paisagem é o resultado da combinação, num dado território, dos elementos físicos, biológicos e humanos que constituem sua unidade orgânica e se encontram estreitamente relacionados (Metzger, 2001). Para muitos autores, o objeto da ciência geográfica é o estudo das paisagens terrestres em sua estrutura, gênese e função (Sene, 2004).

O conceito geográfico de região refere-se a territórios vinculados segundo razões econômicas e políticas de caráter funcional, enquanto a paisagem constitui um espaço territorial caracterizado por seus elementos externos ou formais (Corrêa, et al., 1998). Numa mesma região se podem achar várias paisagens - marítimas e naturais, agrícolas, industriais etc. Há na Geografia uma vastíssima produção sobre paisagem e a geógrafa portuguesa Teresa Barata Salgueiro sintetiza desta forma a origem do conceito:

“Na herança da estética romântica naturalista, bem evidenciada por Humboldt, a paisagem ocupa lugar proeminente na Geografia quando esta se constitui disciplina científica na Alemanha, no século XIX, embora o conceito não tenha um sentido preciso.

---

Com efeito, *landschaft* tanto significa uma porção limitada da superfície da terra que possuía um ou mais elementos que lhe davam unidade, como a aparência da terra tal como era percebida por um observador” (Salgueiro, 2001).

Na Alemanha, na França e nos Estados Unidos o conceito irá evoluir, abrindo novas correntes e perspectivas. Só para citar alguns exemplos, é importante mencionar as contribuições de alguns contemporâneos de Alberto Lamego, como Carl Troll que desenvolveu o conceito de ecologia de paisagens (Troll, 1968) e Carl Sauer, que trabalhará intensamente no desenvolvimento da paisagem cultural (Sauer, 1925).

Particularmente será importante a influência de Pierre Monbeig sobre Lamego. Monbeig, inspirado em Paul Vidal de La Blache, acreditava no homem como elemento fundamental da paisagem, caberia à geografia estudar os gêneros de vida, as formas, as relações que definiriam modos particulares, únicos, da relação entre o Homem e o Meio. Monbeig lecionou e trabalhou no Brasil e é dele o parecer que recomenda a publicação integral do então relatório *O Homem e a Restinga*, submetido por Lamego à Comissão Técnica do X Congresso Brasileiro de Geografia. Monbeig figura na bibliografia dos “Setores da Evolução Fluminense”.

No começo do século XIX, Alexander von Humboldt definiu paisagem em sentido estritamente natural (Moraes, 1987). Anos mais tarde, Carl Ritter irá desenvolver a idéia de inter-relação entre a atividade do homem e o meio natural, abrindo espaço para a construção da geografia humana. A escola alemã avançaria para concepções mais deterministas, atingindo o ápice com Friedrich Ratzel, na qual o meio condicionaria rigidamente a atividade e a cultura humanas (Semple, 1903). Na França, a escola possibilista será erguida como um contraponto à escola alemã, representada por Paul Vidal de La Blache, defenderá a influência que o homem realiza no meio, ao longo da evolução histórica e segundo seus próprios interesses a partir das possibilidades ofertadas pelo meio (Helferich, 2004).

A partir do fim do século XIX, quando William Morris Davis definiu as paisagens morfológicas conforme seus processos de formação, os geógrafos desenvolveram os conceitos de paisagem natural e humanizada. Um passo decisivo nessa evolução teórica foi a classificação pelos elementos constitutivos, nos quais o relevo ganha especial destaque. Os processos de orogênese e erosão do relevo, a atuação do clima sobre os modelados, o papel da vegetação na composição das paisagens seriam os objetos que sustentariam as

---

condições da intervenção humana, determinando as possibilidades do desenvolvimento econômico e cultural de cada povo ou civilização (Davis, 1902).

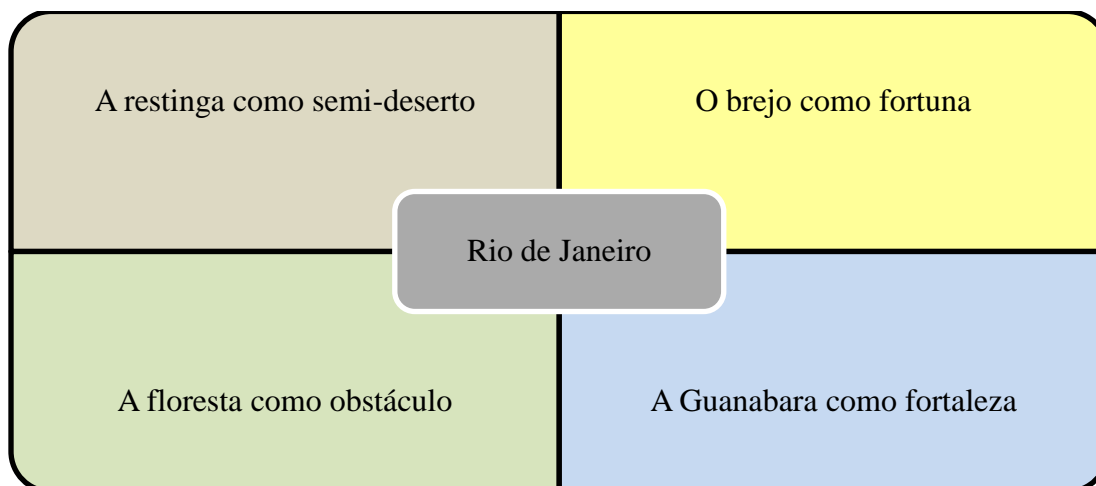
Na concepção davisiana, tão presente em Lamego, todos os elementos naturais interagem: o clima afeta o relevo, o qual influi nas formas de vegetação, cuja maior ou menor densidade favorece ou dificulta a erosão, gerando ciclos evolutivos nos quais o homem está inserido. A relação entre os elementos e agentes da paisagem tende a um equilíbrio dinâmico e instável, em constante transformação.

O grau mais alto de humanização da paisagem é atingido na cidade - expressão máxima da civilização, onde a transformação radical do meio pela cultura é quase absoluta. As paisagens rurais, muito diferentes, são qualificadas pelos usos agrícolas, pecuários e florestais do território, assim como por outros fatores de caráter econômico (estradas, ferrovias, minas e indústrias). As paisagens em que a ação do homem não se impôs de forma determinante sobre o meio são predominantemente naturais, como as matas fechadas, as cordilheiras montanhosas, os pântanos e brejos de escasso valor econômico. Imbuído destes preceitos, e tendo em conta um roteiro específico de análise, Lamego desenvolverá seus estudos, descrevendo paisagens rurais, urbanas e culturais.

Simon Schama, em sua obra - Paisagem e Memória -, revela as paisagens como espaços de experiências sociais. Paisagens capazes de suportar a construção do imaginário coletivo, paisagens que são patrimônios públicos, paisagens que contam a história de povos e nações (Schama, 1995). Schama revela uma profundidade histórica para as paisagens, repletas de significados. Lamego, no seu tempo, procurou nas relações entre o Homem e a Natureza - Brejo, Serra, Guanabara e Restinga – as explicações para a gênese de uma determinada cultura tropical, singular, carioca, fluminense.

Um quadro síntese, apresentado na Figura 1- As paisagens fluminenses segundo Alberto Lamego - 1950, resume em quatro grandes categorias as visões de mundo de uma época. Quatro compartimentos que se fundem, formando uma totalidade territorial, nesta perspectiva “primeva”, que ainda parece ser extremamente resistente nos “agentes”, face aos padrões de uso do solo que foram mapeados no Estado do Rio de Janeiro (Binoche, 2005) e (Le Goff, 2006).

*Figura 1- As paisagens fluminenses segundo Alberto Lamago - 1950*



**O Brejo como Fortuna** - A civilização fluminense para Lamago nasce no Brejo, nos aluviões do Rio Paraíba, terra úmida e fértil, capaz de gerar fortunas para seus senhores impetuosos e destemidos (Azevedo, 1948) e (Ferlini, 1987). Senhores capazes de domar todas as adversidades tropicais transformando-as em torrões de açúcar, tão apreciado na Europa, assim, o brejo é transformado em fonte de fortuna. A fortuna erguerá palacetes, usinas e estradas. Do Brejo florescerá o melhor do Rio de Janeiro, a partir dele será criada uma sociedade próspera capaz de educar seus filhos segundo os maiores padrões do mundo civilizado (Freyre, 1963).

**A Floresta como Obstáculo** - A Serra fluminense não estava desnuda, os intermináveis morros e escarpas estavam cobertos pela selvajaria tropical. O maior obstáculo para o europeu nas terras fluminenses foi a floresta, impenetrável, escura, verdadeiro labirinto verde, fechada nas suas entranhas, repleta de seres rastejantes e insetos infinitos. O chão do seu interior o sol nunca tocava, o caos de lianas, arbustos, troncos e espinhos formavam uma rede que deteve a disseminação da cultura, da civilização por quase trezentos anos. A mata nunca teve valor imediato para os colonos e no início do século XIX, com os plantios de café, que saltam da baixada para a serra, a floresta finalmente será consumida por rolos de fumos e chamas, abrindo espaço para a civilização (Dean, 1996), (Motta Sobrinho, 1978), (Prado Jr., 1967), (Prado Jr., 1979).

**A Guanabara como Fortaleza** - A Baía de Guanabara é o seio, o abrigo aos infortúnios de uma viagem por demais longa e perigosa. Baía escondida dos navegadores comuns, sua boca é invisível a poucas milhas da linha de costa e está guardada por formidáveis rochedos que se agigantam, projetando-se para o céu. A Guanabara será o

---

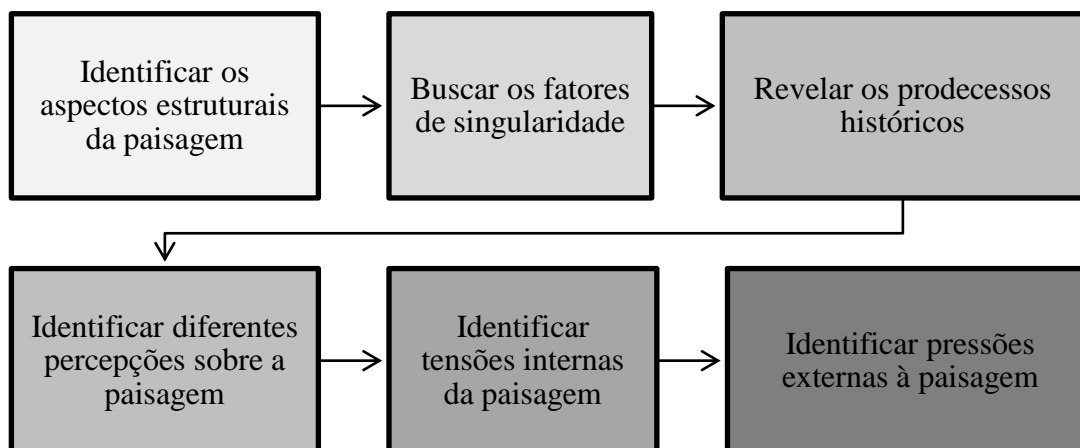
ponto de concentração e dispersão da civilização, nestas águas escondidas, abrigariam suas naus os portugueses durante séculos e a partir daqui todo o recôncavo será conquistado. Não há na costa brasileira uma baía com estas mesmas características e com a descoberta do ouro nas Minas Gerais, a Guanabara abrigará a sede do Vice-Reinado. Paradoxalmente, as terras ao redor da Guanabara estão repletas de charcos e pântanos imprestáveis e sobre elas, será construída a cidade do Rio de Janeiro, tarefa civilizacional comparável a dos hábeis venezianos e laboriosos holandeses com a sua Amsterdã. Apesar do meio hostil, o gênio português se enraizará firmemente na lama, domesticando a terra bárbara que se insurgia contra as arre metidas civilizadoras (Mello Jr., 1988), (Dias, 2002) e (Schwartz, et al., 2002).

**A Restinga como Semi-deserto** - As restingas formam planícies arenosas, repletas de cactos e matas ressequidas, tortuosas. O solo frágil, levado pelo sabor dos ventos e incapaz de reter a umidade da água não se prestava para o cultivo e a criação de grandes animais. Formavam caminhos naturais, paralelos à linha de costa, desde Maricá até a foz do Itabapoana, de largura variável, abrigando no seu interior a Laguna de Araruama de águas hipersalinas. Sal, madeira, charque e couros serão transportados por aqui ligando as áreas produtoras de açúcar no delta do Paraíba com as águas calmas da Baía de Guanabara. A restinga é um caminho semi-desértico que conecta dois pólos civilizacionais. A restinga não significa nada por si mesma, ela apenas conecta, a restinga é uma extensão de solidão, onde pescadores miseráveis e isolados da civilização vivem uma vida rude (Lamego, 1974; Freire, 1906).

### **Como analisar paisagens?**

Com o objetivo de tentar aprofundar esta leitura das paisagens fluminenses, foi elaborado um roteiro analítico desenvolvido a partir de um método de análise de paisagens proposto por Fernando González Bernáldez. O roteiro, composto por seis passos de questões inter-relacionadas, cumpre a finalidade de construção de um fio condutor que auxilie o trabalho de análise das paisagens descritas nos setores da evolução fluminense, conforme apresentado na *Figura 2- Roteiro analítico de descrição de paisagens segundo Bernáldez - 1981*.

Figura 2- Roteiro analítico de descrição de paisagens segundo Bernáldez - 1981



O primeiro passo, deste roteiro, busca identificar os aspectos estruturais da paisagem, o segundo aponta para a busca dos fatores que tornam uma determinada paisagem singular, o terceiro ponto procura identificar os processos históricos que explicam a sua gênese e evolução, o quarto tenta descobrir diferentes percepções que os grupos de trabalho possuem em relação a uma determinada paisagem, o quinto passo pretende identificar se existem ou não tensões internas capazes de transformar uma paisagem, o sexto e último passo remete para a identificação de forças e processos externos, a uma determinada paisagem, capazes de reestruturá-la (Bernáldez, 1981).

### **Paisagens fluminenses, padrões espaciais e *Gestalt***

A grande contribuição para o desenvolvimento de uma abordagem para fenômenos complexos, muito utilizada na análise de *Geossistemas*, foi apresentada na formulação da Teoria Geral dos Sistemas proposta em meados dos anos 50 pelo biólogo austríaco Karl Ludwig von Bertalanffy que introduziu o conceito de sistema como sendo um conjunto de partes interagentes e interdependentes que, conjuntamente, formam um todo unitário com determinado objetivo e efetuam determinada função (Bertalanffy, 2008). Neste sentido, as paisagens descritas por Lamego na seção anterior formam uma totalidade territorial onde, diferentes porções interatuam.

Sistemas complexos podem ser definidos como conjuntos de elementos interdependentes que interagem formando um todo. No núcleo de um sistema complexo podem ser identificadas forças antagônicas capazes de promover a deterioração, a

---

manutenção ou a regeneração de um determinado ecossistema. O conceito de sistema para Bertalanffy adota o organismo vivo como modelo, o que equivale a pensar em sistemas abertos, receptivos e predispostos a receber influências externas.

Basicamente, a partir dos pressupostos lançados pela *Teoria Geral dos Sistemas* é possível afirmar que os sistemas abertos sofrem interações com o ambiente onde estão inseridos. Desta forma, a interação gera realimentações que podem ser positivas ou negativas, criando assim uma auto-regulação regenerativa, que por sua vez cria novas propriedades que podem ser benéficas ou maléficas para o todo, independente das partes.

Embora seja possível tentar entender o funcionamento da floresta só olhando as suas partes separadamente, o observador talvez não consiga compreender o que é uma floresta só olhando as árvores que a compõem. É preciso entender de que forma as diferentes partes do sistema interagem, como a água é armazenada, como as espécies se reproduzem no interior da floresta, como ela se recompõe após um vendaval, um deslizamento ou um grande incêndio. A interação dos elementos de um determinado sistema é chamada de sinergia. A sinergia é o que possibilita um sistema funcionar adequadamente. Portanto, as relações entre a floresta propriamente dita e as condições ambientais externas – insolação, temperatura, precipitação, pressão antrópica etc., determinarão as condições de retroalimentação positiva – que levará a floresta a manter-se como está - ou negativa – que levará a floresta a desaparecer (Lindenmayer, 2009).

Os sistemas onde as alterações benéficas são absorvidas e aproveitadas sobrevivem, e os sistemas onde as qualidades maléficas ao todo resultam em dificuldade de sobrevivência, tendem a desaparecer caso não haja outra alteração de contrabalanço que neutralize aquela primeira mutação. Assim, de acordo com Bertalanffy a evolução permanece ininterrupta enquanto os sistemas se auto-regulam.

Um sistema realimentado é necessariamente um sistema dinâmico, já que deve haver uma causalidade implícita. Em um ciclo de retroação, uma saída é capaz de alterar a entrada que a gerou, e, conseqüentemente, a si própria. Se o sistema fosse instantâneo, essa alteração implicaria uma desigualdade. Portanto em uma malha de realimentação deve haver um certo grau de retardo na resposta dinâmica. Esse retardo ocorre devido a uma tendência do sistema de manter o estado atual mesmo com variações bruscas na entrada. Isto é, um sistema em equilíbrio possui uma tendência natural de resistência a mudanças que pode ser denominada de resiliência (Cumming, 2011).



---

Segundo a *Teoria Geral dos Sistemas*, ao invés de compreender uma entidade - um bioma, por exemplo - através do estudo das propriedades de suas partes ou elementos (nichos, espécies ou indivíduos), se deve focalizar no arranjo do todo, ou seja, nas relações entre as partes que se interconectam e interagem orgânica e estatisticamente. Desta forma, a *Teoria Geral dos Sistemas* liga-se diretamente às noções apresentadas pelos fundadores da *Gestalt*, (Naveh, 2007).

A palavra *Gestalt*, de origem alemã, pode ser traduzido como aquilo que é colocado diante dos olhos, exposto aos olhares. Hoje adotada no mundo inteiro significa um processo de dar forma ou configuração. *Gestalt* significa uma integração de partes em oposição à soma do todo. *Gestalt* traz a noção clara de totalidade, expressão fundamental na geocologia alemã a partir das obras de Carl Troll. Para este autor, a paisagem é uma totalidade e suas partes não possuem significado se tratadas de forma isolada e separadamente. Os rios estão na montanha e suas matas preservam suas formas e seu curso, as cheias e corredeiras fazem parte do ciclo anual de gelo e degelo e assim por diante (Troll, 1968). Talvez a forma mais simples de compreender a relação entre *Gestalt* e totalidade seja observar um bloco diagrama, usuais nos livros de Geografia, Geologia e Geomorfologia.

*Gestalt* e totalidade andam juntas e representam uma entidade concreta, individual e característica, que existe como algo destacado e que tem formas ou configurações singulares. Não é falso afirmar que a *Gestalt* é produto de uma organização, um arranjo particular.

Dizer que um processo, ou o produto de um processo é uma *Gestalt*, significa dizer que não pode ser explicado pelo acaso, não é uma mera combinação cega de causas essencialmente desconexas, mas que sua essência é a razão de sua existência. Os padrões, as formas, são captados pela *Gestalt*. Encontrar os padrões na natureza, nas paisagens, é o primeiro elemento da análise. Quando os padrões são compreendidos, explicados, os significados são revelados (Rohde, 2005) e (Glass, et al., 1988).

Para a Biogeografia, por exemplo, não importa quão profundo o estudo de um indivíduo - *um espécime* - dentro de uma floresta, a partir de um único exemplar não é possível concluir ou inferir ou indicar o estado de conservação de uma floresta. Se uma determinada árvore for cortada, ou morrer, não será alterado o funcionamento da floresta.

---

Uma nova árvore emergirá para substituir aquela que se perdeu (Cox, et al., 2010). O “padrão florestal” emerge de um conjunto de muitos indivíduos.

Retomando a discussão orientada pelo objetivo central desta tese, é central e urgente discutir os efeitos de padrões de uso e ocupação das terras fluminenses, do ponto de vista dos processos relacionados à complexa dinâmica de paisagens que foi gerada após séculos de ocupação do território. Portanto, deve-se ter claro o conceito de complexidade que aqui é entendida como um arranjo particular que contém processos, conflitos e interesses superpostos e que se influenciam (Pádua, 2008). Mais ainda, a complexidade ambiental fluminense para ser percebida, necessita de uma pedagogia ambiental, uma pedagogia política capaz de traduzir os diferentes processos multiculturais e significativos que construíram, ao longo de séculos, uma pluralidade de sujeitos e atores sociais que atuam e atuaram no ambiente, não necessariamente orientados pelos princípios da sustentabilidade e dos valores da alteridade e da democracia (Leff, 2003) e (Leff, 2006).

### **Paisagens fluminenses complexas, múltiplos significados conectados por uma teia de interpretação de processos históricos**

Quando Thomas Kuhn escreveu – *A Estrutura das Revoluções Científicas*, afirmou que o principal objetivo da ciência é explicar as relações entre os fenômenos que são observados (Kuhn, 2005). Thomas Kuhn ensina que compreender é explicar. As teorias servem para explicar as relações entre diferentes fenômenos que são observados no Mundo. Como uma grande teia, a teoria envolve determinados elementos e, de alguma forma, os isola e relaciona, permitindo ao cientista recortar pedaços da realidade, fragmentos e partes de uma totalidade muito maior e complexa. Mais ainda, Kuhn desenvolve o conceito de paradigma onde problemas e soluções modelares se encontram e são aceitos por uma comunidade de praticantes de uma determinada ciência.

Para que as teorias possam ser usadas, os cientistas precisam utilizar conceitos comuns, compartilhados. Assim, a utilização de um paradigma comum permite a diferentes cientistas, que pertencem a uma determinada comunidade, desenvolver seus trabalhos a partir de um ponto de vista plenamente aceito e comum a todos.

É inegável que Alberto Lamego escreveu uma obra de fôlego, em quatro volumes, sobre as relações entre o Homem, a Terra e a Cultura fluminenses. Ao longo dos anos 40 do século XX. Lamego irá perseguir a construção de quadros-síntese representativos das

---

paisagens que formam o atual Estado do Rio de Janeiro. As paisagens que Lamego viu e descreveu nos anos 40 são, para muito além de descrições pormenorizadas e detalhadas, construções obtidas a partir de um determinado paradigma, de um determinado plano, de uma determinada teoria, amplamente baseada nos ensinamentos de Elisée Reclus, que buscava compreender as relações estabelecidas, através da cultura, entre o mundo dos homens e o mundo físico, natural (Cosgrove, 1979).

As paisagens de Lamego são, aos olhos de hoje e a partir da abordagem da ecologia de paisagens, construções complexas, que partem da estruturação de feições geológicas, feições geomorfológicas, encerrando em si mesmas um conjunto de possibilidades para os homens: fornecimento de abrigo, alimento, recursos, proteção. A mediação entre esses dois mundos – o natural e o humano – se faz através da cultura. Diferentes culturas, diferentes valores, diferentes tecnologias constroem - para uma mesma unidade territorial - paisagens distintas. Explicando melhor, a Serra, nos anos que antecedem à expansão cafeeira é representada como obstáculo, nos anos posteriores, nas épocas das grandes colheitas representará fortuna e depois com a erosão dos solos e abolição da escravatura significará decadência (Stein, 1990). A mesma Serra significará coisas diferentes em épocas diferentes e mais cada grupo social terá uma visão particular sobre um mesmo ambiente. Floresta pode ter significado resistência para uma nação indígena ameaçada pelo desmatamento, floresta pode ter significado liberdade para uma determinada comunidade quilombola, floresta pode ter significado obstáculo aos plantadores de café do século XIX do Vale do Paraíba e floresta pode ter significado agonia para os escravos que as abatiam a ferro e a fogo, dia após dia. O mesmo bioma com múltiplos significados.

Portanto, as paisagens são interpretações de processos históricos, que se acumulam em mosaicos, em fases superpostas, em significados contraditórios. Paisagens são imagens de processos que podem se perder no tempo. Hoje, os plantadores de café já não estão mais lá, muito menos os povos da floresta, mas vestígios, marcas de um passado podem ser descobertos e são estas mesmas marcas, estes mesmos vestígios que poderão ajudar a escrever a história ambiental fluminense. Como numa pintura antiga, os brilhos, os contrastes das paisagens, suas cores e texturas são devorados e transformados em outras realidades. As paisagens de Lamego são importantes porque constituem um dos maiores acervos da memória ambiental fluminense.

---

Cabe perguntar: onde estão as paisagens que Lamego viu? Ou melhor, quais são os significados das paisagens que Lamego viu? Foram perdidos? Os processos sócio-espaciais as transformaram? Certamente (Oliveira, 2005).

Talvez a resposta – explicação para Thomas Kuhn - esteja assentada no eixo de análise proposto por Marchall Berman em Tudo que é sólido desmancha no ar (Berman, 1987). Berman defende que o espírito da modernidade é caracterizado basicamente pelo clamor desenvolvimentista e revolucionário da sociedade moderna onde a busca contínua do novo leva à destruição das formas e dos processos anteriores. O desenvolvimento acontece de forma dialética, destruindo o antigo para construir o novo pois está dentro do antigo o germe de sua própria destruição. Este turbilhão moderno está solto, avança sobre as regiões, paisagens e territorialidades, transformando-as radicalmente (Santos, 1979), (Santos, et al., 2002) e (Santos, 1985).

Outra resposta possível – explicação possível - pode estar assentada no eixo de análise defendido pelos historiadores ambientais onde a decadência de uma determinada civilização possa ser explicada por um fenômeno ambiental, uma crise ambiental. A erosão dos solos explicaria o desaparecimento da cultura do café no Vale do Paraíba (Barros, 1961), seria este um elemento determinante para o esgotamento das terras? Esta linha de análise mostra-se poderosa e, usando o princípio da analogia (Christopherson, 2012), enquanto os cafezais praticamente desapareceram da Serra, os canaviais ainda podem ser vistos nos solos úmidos e férteis do Delta do Paraíba nos dias de hoje. Aqui aparece um elemento chave de explicação para a história ambiental – o esgotamento rápido dos solos, através da erosão, provocando o declínio das plantações, ruínas das receitas e colapso do sistema cafeicultor do Vale do Paraíba no final do século XIX (Paiva, et al., 1973).

### **As paisagens fluminenses no imaginário cultural atual ainda existem?**

A partir do quadro síntese apresentado, algumas questões importantes podem ser formuladas: os regionalismos buscados sistematicamente nas paisagens descritas nas seções anteriores são de fato observáveis, reais e plausíveis nos dias de hoje? Qual o impacto da urbanização no processo de descaracterização das paisagens e memórias fluminenses? Qual o impacto das transformações sócio-espaciais verificadas nos últimos cinquenta anos sobre as paisagens e as memórias fluminenses?

---

A memória fluminense, desta forma resgatada e interpretada está concentrada na análise de ciclos econômicos que hoje respondem por muito pouco do produto interno bruto do Estado do Rio de Janeiro. Ouro, café e cana-de-açúcar como símbolos da riqueza e motores explicativos das relações entre o Homem e a Natureza foram substituídos por petróleo, indústrias, comércio e serviços<sup>1</sup>. O campo, nestes cinquenta anos, cede espaço para as cidades que ficam imensas, partidas (Santos, 1965). Diante destes novos processos, as memórias profundas, arquetípicas, que acompanharam a formação do Brasil por mais de trezentos e cinquenta anos estão em vias de extinção? Existe uma crise das nossas paisagens? Existe uma crise das nossas memórias?

### **Paisagens – feições estruturais condicionadas pelo tempo profundo**

Quais são as estruturas responsáveis pela definição de uma paisagem? Qual é a forma que a define? Qual é a sua *Geltalt*? Quais os elementos que a caracterizam e quais suas qualidades específicas? Que interações estabelecem?

De certo modo, as paisagens de Lamego estão assentadas em estruturas geológicas, unidades geomorfológicas: o Brejo, a Restinga, a Serra e a Baía (de Guanabara). Portanto, a estrutura central da paisagem se forma no tempo profundo, geológico, e está condicionada pelos ciclos longos, onde forças lentas agem por períodos que transcendem a escala humana (Baxter, 2006). Não se pode esquecer que Lamego formou-se em Londres, no início do século XX, quando a ideia do uniformitarismo, desenvolvida inicialmente por James Hutton e depois pelo geólogo Charles Lyell, era amplamente difundida (MacIntyre, et al., 2012). Para eles, os acontecimentos do passado são resultado de forças da natureza idênticas às que se observam hoje em dia e a evolução se faz através de acontecimentos baseados em processos lentos e graduais. O evolucionismo de Charles Darwin está baseado nestas mesmas premissas (Greenberger, 2005).

Se as estruturas que suportam as paisagens são profundas, perdem-se na vastidão do tempo geológico, os elementos que atuam sobre elas e as ajudam a construir suas

---

<sup>1</sup> O Centro de Estatísticas, Estudos e Pesquisas da Fundação CEPERJ, em parceria com o IBGE divulgou recentemente o Produto Interno Bruto dos Municípios do Estado do Rio de Janeiro para o ano de 2010, a análise do conjunto dos municípios fluminenses mostra uma forte concentração da atividade produtiva no setor de serviços, equivalente a 71,5% de toda a economia produzida no estado, enquanto que a Indústria responde por 28,1% e a Agropecuária por apenas 0,4%.

---

características finais possuem escala humana. Sobre as estruturas geológicas o Homem travará uma luta contra os elementos, usando sua força e energia para domá-los. Esta segunda idéia parece remeter para um quadro geral de referência da época onde as afirmações e conclusões de Darwin avançavam sobre os homens, criando-se uma teoria social evolucionista do mundo. Herbert Spencer popularizou a idéia de que grupos e sociedades evoluem através do conflito e da competição (Rumney, 1934).

Nesta concepção, os grupos sociais são elementos, são os agentes portadores de cultura que irão moldar as paisagens. O índio, o vaqueiro, o fazendeiro, o pescador etc. cada qual portador de uma psicologia própria, uma cultura própria, tipos que entraram em conflito, disputas e sucessões. As características do meio em parte explicariam a pobreza e a falta de civilidade dos pescadores isolados nas restingas sugerindo, talvez, que aquele estado de pobreza recaia sobre os menos aptos. Já os mais ricos, fazendeiros e grandes proprietários de terras evoluíram economicamente, tendo à sua disposição o braço do escravo negro disponível para as tarefas mais duras e pesadas. A civilização brota da fortuna gerada pela cana-de-açúcar, plantada na lama dos aluviões.

Alberto Lamego buscou construir a Geografia Fluminense a partir da análise de quatro paisagens, quatro unidades territoriais fundamentais, que foram, ao longo dos séculos, unindo-se, somando-se umas às outras, num mosaico que deu sustentação ao processo de construção da civilização fluminense.

No Brejo encontram-se os elementos formadores que comporiam a paisagem ancestral fluminense, paisagem construída, paisagem humanizada – o canavial. Plantado nas terras úmidas e férteis do baixo do Paraíba, com suas fazendas prósperas, gerador de fortuna para seus senhores. A riqueza campista formará o alicerce da evolução fluminense.

Ao redor desta paisagem ancestral, formando um enorme semi-círculo, desde a divisa do Espírito Santo até Maricá, uma paisagem árida, um mar de areia, prestava-se mal para a criação extensiva de pequenos animais, palco de abertura de caminhos, a construção de entrepostos comerciais e fortificações junto ao litoral, formava-se a Restinga.

Isolada por maciços e montanhas é descrita a Guanabara, encravada na franja estreita de terras que circundam as águas da Baía de Guanabara, Baía de Sepetiba e as águas da Baía da Ilha Grande. Abrigada por paredões rochosos e com uma boca estreita, a vasta região da Guanabara subdividia-se em duas unidades: uma aberta e a outra fechada. A

primeira estava voltada para dentro de si mesma, impenetrável por todos os lados, o sítio por excelência da fortaleza, a Baía de Guanabara propriamente dita, elemento central para concentrar e escoar as riquezas da terra para a coroa – aqui será erguido o porto, a cidade, a capital. A outra unidade a da macro região da Guanabara, a oeste, estava aberta, voltada para o Mar e ao mesmo tempo separada do interior por uma muralha – a Serra do Mar. Mangaratiba, Angra dos Reis e Parati, espalhadas ao longo de um imenso arco, vigiavam as águas e serviam de pontos de apoio para a investida contra a cordilheira marítima. Após a linha de cumeada, na direção do imenso sertão, para além destas três paisagens primordiais estava a Serra, a fronteira exterior das terras fluminenses, povoada por incontáveis morros, coberta por densas florestas, a Serra só viria a ser conquistada e definitivamente integrada às outras paisagens somente ao longo do século XIX, com a expansão da cultura do café.

O tempo profundo, as condicionantes ancestrais, as formações geológicas, as interações entre o relevo e clima definem as condições gerais de ocorrência dos padrões de uso e ocupação do solo no Estado do Rio de Janeiro, uma vez que a ocorrência de florestas está intimamente associada às áreas montanhosas, como pode ser demonstrado na Tabela 1- Distribuição de formações florestais e outros tipos de uso do solo, segundo classes de altitude. Nas terras baixas, colinosas, nas depressões dos Rios Pomba e Muriaé no Norte e Noroeste do Estado e ao longo do Vale do Rio Paraíba do Sul, notadamente no reverso da frente escarpada da Serra do Mar, o relevo favoreceu a ocupação do território, enquanto nas áreas escarpadas e montanhosas não existiam condições favoráveis à fixação de sistemas agropastoris. Deste modo, a floresta resiliente é uma feição, uma resposta, da interação entre o relevo e o clima.

*Tabela 1- Distribuição de formações florestais e outros tipos de uso do solo, segundo classes de altitude*

<b>Faixa de altitude (m)</b>	<b>Área (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Formações florestais (%)</b>	<b>Outros usos (%)</b>
<b>0-100</b>	16.844	13,2	86,8
<b>100-300</b>	7.182	33,0	67,0
<b>300-800</b>	14.757	41,6	58,4
<b>800-1500</b>	4.810	68,1	31,9
<b>1500-2800</b>	316	74,5	25,5

Fonte: (CIDE, 2000)

---

## Parte II

### **Análise da fragmentação florestal apoiada em ferramentas geoestatísticas**



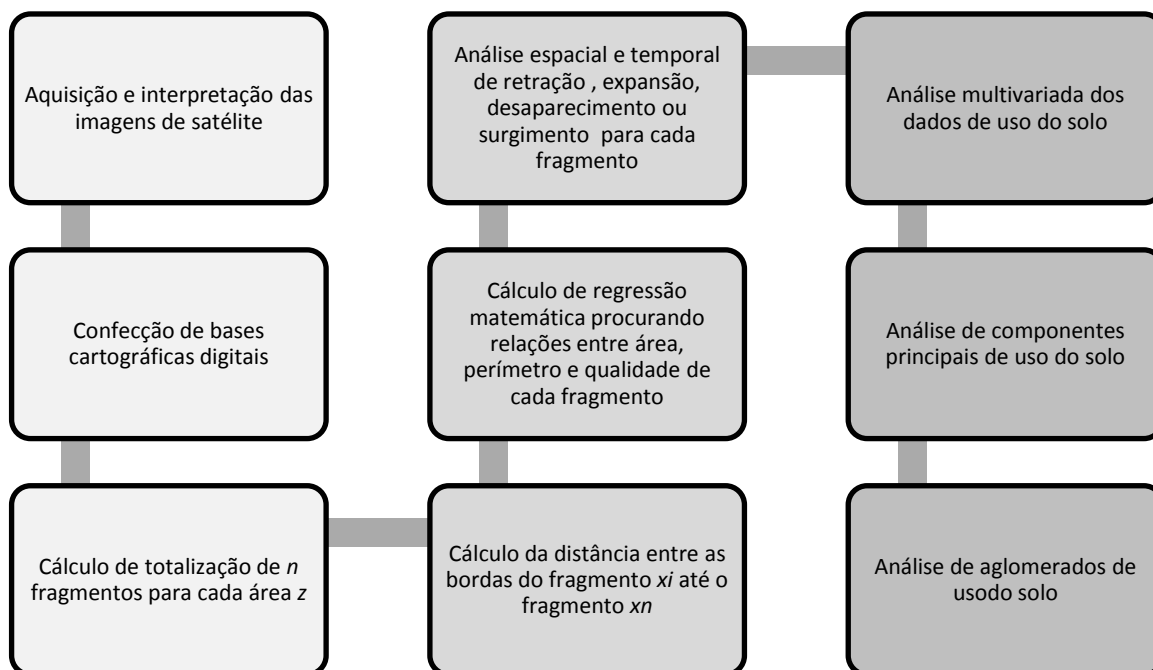
## Aquisição e tratamento estatístico dos dados geoespaciais

A Fundação CIDE – atual CEPERJ - conta com uma base cartográfica estadual em formato digital, nas escalas de 1:50.000, para a Região Metropolitana, e 1:100.000, para as demais partes do Estado. Além das referências próprias de uma base, estão representados os elementos de cobertura da superfície, atualizados através de interpretação de imagens de satélite, que processam informações contidas na faixa visível e do infravermelho do espectro eletromagnético.

Um esquema geral do processo de aquisição, tratamento e interpretação dos dados de uso do solo e cobertura vegetal pode ser visto na

Figura 3- Metodologia de aquisição, tratamento e interpretação dos dados de uso do solo.

*Figura 3- Metodologia de aquisição, tratamento e interpretação dos dados de uso do solo*



Para o desenvolvimento do projeto IQM-Verde, foram gerados, a partir do mapeamento primário, arquivos digitais que contêm os dados referentes aos estoques dos diferentes grupamentos vegetais que cobrem o Estado. Deste modo, os estoques de cobertura vegetal foram transferidos para Sistemas de Informações Geográficas (SIG) capazes de:

1. Realizar totalizações de  $x$  fragmentos numa determinada área  $z$ , independentemente das formas geométricas apresentadas por  $x$  e  $z$ ;
2. Estabelecer caminhos mínimos entre  $x$  fragmentos de um mesmo ecossistema – corredores ecológicos;
3. Realizar regressões matemáticas capazes de medir a relação entre área e perímetro de  $x$  fragmentos de  $y$  ecossistemas;
4. Comparar a evolução espacial e temporal de  $x$  fragmentos de  $y$  ecossistemas, numa determinada área  $z$ ;

### **Análise multivariada**

Análise multivariada é uma das áreas da estatística que mais se tem desenvolvido nos últimos anos, principalmente devido ao surgimento de computadores rápidos e poderosos “softwares” de análise de dados. O escopo de sua aplicação é bastante amplo e, do ponto de vista prático, razoavelmente simples.

Existe uma situação padrão para a qual se pode advogar o uso de técnicas de análise multivariada. Esta ocorre quando, através de um levantamento de dados, um conjunto de  $p$  atributos (variáveis contínuas ou discretas) é avaliado em  $n$  objetos ou indivíduos componentes de uma amostra ou da própria população de interesse. Denota-se tal conjunto de dados por uma matriz de observações  $X_{n \times p}$ . Dependendo do objetivo do estudo, exploratório ou inferencial, diferentes técnicas podem ser utilizadas. Os métodos de análise de componentes principais e de análise de conglomerados são descritos de forma geral, sem os detalhes matemáticos (Wackernagel, 2003).

### **Análise de Componentes Principais (ACP)**

Seja a matriz de observações  $X_{n \times p}$ . Suponha que as  $p$  medidas relativas a cada unidade de estudo (objetos ou indivíduos) são as coordenadas desta em um espaço  $p$ -dimensional, que será denotado por  $P$ . Considere que as  $p$  variáveis correspondem aos eixos de representação das unidades no espaço  $P$ .

Sob estas condições, o procedimento de Análise de Componentes Principais consiste em realizar uma mudança de eixos na representação das unidades, para que a disposição espacial destas seja mais esparsa, em um espaço de dimensão menor do que o original  $P$ . A vantagem de tal mudança de eixos (variáveis) é óbvia, a saber: reduz a dimensão do

---

problema, e, portanto, torna-o mais tratável do ponto de vista computacional. Em relação à mudança de eixos, um conjunto de combinações lineares das variáveis originais é determinado de forma a maximizar a variabilidade (variância) da distribuição das unidades, obtendo-se assim um novo sistema de coordenadas. Estas combinações lineares são denominadas componentes principais.

Quanto maior a redução da dimensão de  $P$ , mais simples serão a interpretação e a representação gráfica dos dados. No desenvolvimento da metodologia de ACP, é possível medir, em termos percentuais, a quantidade de explicação obtida pelos primeiros  $k$  componentes principais. Portanto, baseado nestes percentuais, podem-se decidir quantos componentes principais o estudo deve considerar. Como uma regra geral, toma-se este percentual entre 75% e 80% (Johnston, 2004).

Sumarizando, o objetivo principal de ACP é reduzir a complexidade e dimensão do problema, procurando maximizar a quantidade de informação sobre a dispersão dos dados em relação ao que era disponível originalmente. O uso de ACP torna-se plenamente justificável, quando este objetivo é alcançado com uma redução significativa na dimensão do problema, ou seja, em termos práticos, quando o percentual de aproximadamente 80% é atingido com relativamente poucos componentes principais. Alternativamente, o uso de ACP é relevante, quando a nova representação dos dados originais permite a identificação mais clara de conglomerados distintos de unidades similares. O presente estudo está baseado principalmente na segunda aplicação de ACP (McKillup, et al., 2010).

### **Aplicação da ACP nos dados de uso e ocupação do solo**

Cada componente principal tem, em geral, uma interpretação intuitiva, diretamente relacionada com o tema de interesse. No contexto do presente estudo, o interesse é identificar padrões típicos de uso e ocupação do solo nos municípios do Estado do Rio de Janeiro, bem como desenvolver índices que revelem o atual estágio de preservação e/ou degradação ambiental dos municípios. Tomando como unidade de estudo o município e como variáveis os percentuais dos tipos de uso e ocupação do solo, pode-se aplicar a ACP de forma que cada componente principal represente um índice, que devidamente interpretado pode fornecer subsídios para uma classificação hierárquica dos municípios. Quanto maior a quantidade de explicação de cada índice na ACP, maior a sua importância para esta classificação. Com o auxílio do especialista no tema de interesse, é possível interpretar o real significado prático dos diferentes índices obtidos. As variáveis originais

---

que serão analisadas são os percentuais de vinte e dois tipos de uso e ocupação do solo, posteriormente agregados em seis tipos. Portanto, as combinações lineares dos percentuais originais descreverão características intrínsecas dos noventa e um municípios do Estado, com respeito ao uso e ocupação do solo. Tais características podem ou não ser de fácil interpretação. Contudo, como enfatizado acima, o novo sistema de coordenadas será também utilizado para obter grupos de unidades similares, o que pelo sistema original de coordenadas seguramente seria uma tarefa mais complexa.

### **Análise de Conglomerados**

A análise de conglomerados (*Fuzzy Analysis* em inglês) é um método de identificação de grupos de unidades similares (Lodwick, 2007). O objetivo da análise de conglomerados clássica é alocar objetos (ou indivíduos), aqui denominados unidades, em grupos chamados de conglomerados ou “*clusters*”, sugeridos pela própria estrutura dos dados, sem que ocorra qualquer preferência introduzida pelo analista de dados. No que diz respeito a esta alocação, o principal objetivo é obter conglomerados tais que as unidades sejam similares, quando pertencentes ao mesmo conglomerado, e distintas, quando pertencentes a conglomerados diferentes (Bachi, 1999).

A partir da representação gráfica das unidades em um espaço de  $p$  dimensões, é possível identificar grupos de unidades próximas umas das outras, no sentido geométrico. O critério para medir esta proximidade pode ser definido de várias maneiras, por exemplo, através de distâncias euclidianas entre as unidades. Outra questão importante a ser definida consiste em especificar se é o objetivo da análise obter conglomerados disjuntos (grupos separados de unidades), hierárquicos, isto é, organizados de forma a sempre haver um conglomerado contido inteiramente em outro, ou, ainda, a situação intermediária onde os conglomerados podem ter unidades em comum, assim como unidades diferentes. É importante notar que na análise de conglomerados hierárquicos, também é possível obter grupos separados, os quais são formados a partir de cortes transversais na hierarquia obtida pela análise.

Por outro lado, a questão da escolha do número ideal de conglomerados deve ser cuidadosamente investigada em cada aplicação prática. Em geral, o especialista no tema de interesse poderá sugerir o número de conglomerados a serem formados para satisfazer os objetivos do estudo. Quando este não for o caso, análises com vários números de conglomerados podem ser realizadas e cada arranjo destes interpretado separadamente.

---

O desenvolvimento do IQM-Verde permitiu:

1. A formulação de políticas públicas apoiadas numa rede sólida de informações georreferenciadas e em indicadores de qualidade de uso do solo e da cobertura vegetal (Meirelles, et al., 2007), bem como na identificação de corredores prioritários para a interligação de fragmentos florestais (Rochelle, 1999);

2. Maior transparência e controle social dos dados e das informações geradas, disponíveis para as diversas estruturas públicas e privadas que trabalham com o planejamento e o meio ambiente (Erkkilä, 2012);

3. A redução dos custos das intervenções praticadas no espaço, uma vez que haverá um maior controle do Estado e dos municípios sobre a gestão ambiental do território.

4. A criação, no Estado, a exemplo de outros estados brasileiros, de um imposto do tipo “ICMS ecológico”, isto é, uma compensação fiscal obtida por municípios com áreas protegidas e/ou com preservação de mananciais de abastecimento de água que alimentam grandes cidades. Tal incentivo, refletindo o espírito da Convenção sobre Diversidade Biológica, assinada na Rio 92, é uma tentativa de agregar às atividades de proteção ambiental um valor econômico, como uma forma de, no mínimo, estimulá-las ou, na melhor das hipóteses, fazer da proteção ambiental o fio condutor das políticas públicas no Estado do Rio de Janeiro.

### **O Uso do Solo e Cobertura Vegetal no Estado do Rio de Janeiro**

O levantamento das informações, através do geoprocessamento, utilizando-se o mapeamento de Uso do Solo e Cobertura Vegetal que serviu de base para o estudo em questão, conduz ao quadro abaixo, no que se refere às áreas ocupadas por cada elemento,

Tabela 2- Uso do solo do Estado do Rio de Janeiro - IQM-Verde II

Uso do solo	% de ocupação
Pastagens	44,5
Florestas densas	16,6
Capoeiras	15,5
Área agrícola	9,4
Restingas, manguezais e praias	4,3
Área urbana	4,2
Outros	2,5

Fonte: (CIDE, 2003)

Observe-se que grande parte do território é ocupada por pastagens. Levando-se em consideração que a cobertura vegetal original predominante era a florestal, pode-se afirmar que as pastagens avançaram, e continuam a avançar, sobre as áreas desmatadas.

Nos dias atuais, os ecossistemas florestais contínuos, como as florestas tropicais do Estado, tendem a se fragmentar incessantemente. No Rio de Janeiro, esse processo é mais dramático, sem dúvida, na Mata Atlântica.

### **A fragmentação florestal como um problema – uma análise apoiada em geostatística**

Resumidamente, o processo de fragmentação de ecossistemas florestais possui quatro características básicas:

1. Existe uma relação entre o perímetro e a área dos fragmentos. Com o aumento do perímetro de um fragmento, aumenta a desordem de um sistema. Ampliam-se as possibilidades de formação de janelas de oportunidade para que trocas indesejáveis ocorram, diminuindo o grau de sustentabilidade de cada fragmento (Christopherson, 2012), (Ricklefs, 1996) e (Rochelle, 1999);
2. Durante as queimadas, um sistema perde energia interna, na forma de radiação térmica. Deste modo, são trocados estoques remanescentes de alta qualidade energética e grande biodiversidade por hectare (formações florestais

---

em seu clímax, por exemplo) por estoques de baixa qualidade energética e pequena capacidade de suporte da biodiversidade por hectare (pastos compostos por gramíneas) (Martins, 1987) e (Costa, 2002);

3. As alterações impostas pelo homem a um ecossistema ameaçam algumas espécies e destroem outras tantas, resultando, então, em ecossistemas pulverizados em fragmentos empobrecidos, com um número cada vez menor de espécies endêmicas (Williams, et al., 1997).

4. Com o aumento da fragmentação, há destruição das redes de intercomunicação baseadas na multiplicidade. O rompimento das cadeias evolutivas e a eliminação de diversas espécies são consequências esperadas com o aumento das pressões das formações antrópicas sobre os fragmentos dos remanescentes nativos (Escalante, et al., 2007), (Crespi, et al., 2005).

### **A base de dados sobre a fragmentação florestal fluminense produzida pela Fundação CIDE**

O enfoque mais adequado ao equacionamento do problema da preservação ambiental é partir da premissa de que os bens da natureza relevantes a proteger necessitam ser considerados dentro dos mecanismos institucionais que regem o funcionamento do sistema econômico. No caso específico do Estado do Rio de Janeiro, ainda existem expressivos estoques florestais a serem preservados, em diferentes estágios no processo de sucessão ecológica. Os dados levantados pela Fundação CIDE através dos projetos IQM-Verde (CIDE, 2000) e IQM-Verde II (CIDE, 2003) apontam para estoques remanescentes da ordem de 30% de cobertura florestal.

A cadeia “*dado, informação, cenário e plano de gestão*” é necessária e suficiente para apontar os problemas e soluções associados aos quadros de recuperação, estabilização e deterioração dos recursos naturais.

Devido às atividades do homem, a tendência de ecossistemas florestais contínuos, como as florestas da costa atlântica brasileira, é de fragmentação. Este processo é mais dramático, sem dúvida, na Mata Atlântica, que ocupava, no início da colonização, mais de 90% do território estadual (RADAMBRASIL, 1983).

---

Cerca de 2/3 dos estoques florestais do Estado do Rio de Janeiro já foram perdidos para outros diferentes usos do solo, diante desta constatação, algumas questões podem ser colocadas: Como determinar as áreas prioritárias de reflorestamento em ecossistemas florestais fragmentados? Como reverter o processo de fragmentação florestal, agregando às florestas valor econômico? Como estimular a preservação de florestas em propriedades privadas para além das exigidas pela legislação atual?<sup>2</sup>

Diante deste quadro, uma possibilidade de reversão da fragmentação de ecossistemas apoia-se no reflorestamento das áreas que unem as bordas dos fragmentos florestais. Estes eixos conectores são denominados pela literatura de corredores ecológicos (Jongman, et al., 2002). Além de viabilizar a troca genética entre populações, eles possibilitam a integração de fragmentos numa mancha contínua, alavancando a capacidade de suporte da biodiversidade regional (Lindenmayer, et al., 2006).

Os mapeamentos do uso do solo executados pelo CIDE, foram realizados ao longo de mais de três anos apoiados na interpretação de imagens de satélite LandSat<sup>TM</sup> e posterior mapeamento da interpretação na escala de 1:50.000, conforme a articulação do mapeamento sistemático do IBGE (Myers, et al., 2006). Trabalhos de campo foram realizados por todo o território fluminense com o objetivo de aferir a interpretação realizada. A metodologia detalhada de aquisição dos dados - utilizados nesta tese - pode ser acessada nos relatórios publicados pela Fundação CIDE denominados de IQM-Verde (CIDE, 2000) e IQM-Verde II (CIDE, 2003). Apesar de terem sido realizados a mais de dez anos, julgou-se a base de dados da Fundação CIDE adequada para testar a hipótese desta tese. Apesar de estarem desatualizados cronologicamente, os totais apurados de floresta, por exemplo, estão muito próximos, passados mais de dez anos. Em 2003 a Fundação CIDE apurou o número de 17,8% enquanto a Fundação SOS Mata Atlântica apurou 18,6% desta formação florestal em 2012 (SOS Mata Atlântica, 2012). Mais ainda, as informações levantadas pela Fundação CIDE estão disponíveis para todos os municípios do Estado do Rio de

---

<sup>2</sup> Lei Ordinária 12.651 de 25 de Maio de 2012

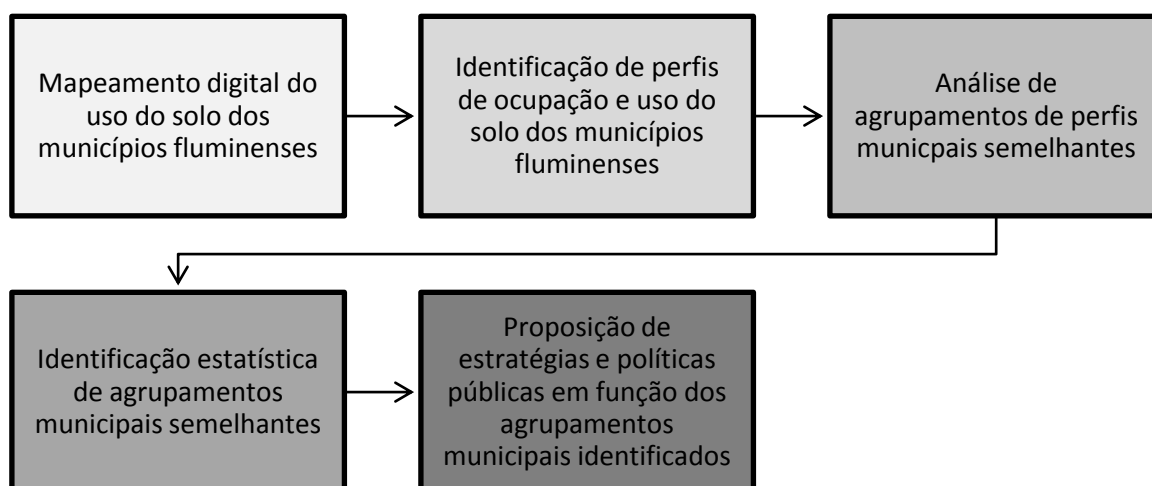


Janeiro, permitindo agrupamentos e classificações estatísticas necessárias aos objetivos de análise descritiva.

A análise dos mapeamentos, revela que alguns municípios fluminenses não possuem mais fragmentos florestais, não apresentando possibilidades matemáticas ou geométricas de geração de corredores. Um dos objetivos do mapeamento foi classificar os municípios em relação a seus perfis de ocupação do solo. Os perfis municipais básicos foram definidos pelos percentuais dos territórios municipais ocupados por florestas ombrófilas, vegetação secundária, áreas urbanas, pastagens e outros usos (CIDE, 2000) e (CIDE, 2003).

A análise quantitativa realizada foi baseada em métodos estatísticos clássicos. A partir da aplicação destas técnicas ao banco de dados secundários, foram feitas ordenações dos municípios de acordo com os padrões observados de uso do solo e cobertura vegetal. Paralelamente, foram obtidos agrupamentos de municípios com padrões semelhantes de uso e ocupação de solo e cobertura vegetal. Técnicas conhecidas de análise multivariada, tais como a análise de componentes principais e a análise de agrupamentos, serviram como base para o desenvolvimento metodológico de classificação estatística. A figura a seguir ilustra as etapas realizadas no processo de identificação de agrupamentos municipais que possuem padrões semelhantes de uso do solo.

*Figura 4- Processo analítico para definição de estratégias públicas em função dos padrões municipais de uso e ocupação do solo*



---

## **A análise da fragmentação florestal fluminense - resultados da análise exploratória dos dados**

As principais características - estatísticas descritivas - das variáveis agregadas em grandes categorias de uso do solo e cobertura vegetal foram apresentadas, calculando-se, com ênfase na dispersão e nos padrões de correlação existentes, tomando-se como base um município imaginário com características médias, isto é, nem muito artificializado, nem com predomínio de formações naturais (Neto, 2002) e (Tufte, 1983).

Desta forma, foi possível determinar que a variável "Pastagem" ocupa, em média, quase a metade (49,46%) das áreas dos municípios do Estado do Rio de Janeiro, seguida por "Vegetação secundária" e "Formações originais" (composição de várias formações florestais e não florestais - manguezais, formações de restinga e refúgios ecológicos ou campos de altitude), ambas com médias um pouco acima de 18% dos territórios municipais. Estes três tipos juntos perfazem, em média, 86,38% das áreas municipais. As "Áreas urbanizadas", por sua vez, cobrem, em média, apenas 7,51% destes territórios. Devido à grande concentração de "Áreas urbanas" na Região Metropolitana do Rio de Janeiro e à presença de poucas concentrações urbanas em outras regiões do Estado, o coeficiente de variação (quociente entre o desvio-padrão e a média aritmética) da variável "Áreas urbanas" é bastante alto, se comparado com os três tipos de uso de solo predominantes. O mesmo ocorre com "Áreas agrícolas" e "Áreas degradadas", menos presentes. É importante ressaltar que, quanto menor o coeficiente de variação de uma variável, menor a dispersão relativa desta em relação à sua média.

Dos resultados da análise descritiva dos dados, verifica-se que os mínimos observados nas seis categorias de uso do solo e cobertura vegetal são todos iguais a zero, enquanto que os máximos são observados em Aperibé (94% de "Pastagem"), São João de Meriti (91% de "Área urbana"), Parati (91% de "Formações originais"), São Francisco de Itabapoana (65% de "Área agrícola"), Sumidouro (55% de "Vegetação secundária") e São Gonçalo (17% de "Áreas degradadas").

Normalmente, faz-se o uso de técnicas de correlação entre duas variáveis, utilizando-se o coeficiente de correlação de Pearson<sup>3</sup>, usualmente denotado pela letra grega  $\rho$ , que reflete a intensidade da relação linear existente entre as variáveis. Quanto mais próximo de  $-1$  ou  $1$ , maior a correlação linear negativa ou positiva, respectivamente, das variáveis. Por outro lado, interpreta-se o coeficiente de Pearson próximo de zero como ausência de correlação. Nos trabalhos publicados pelo CIDE foram identificados quinze pares distintos de variáveis.

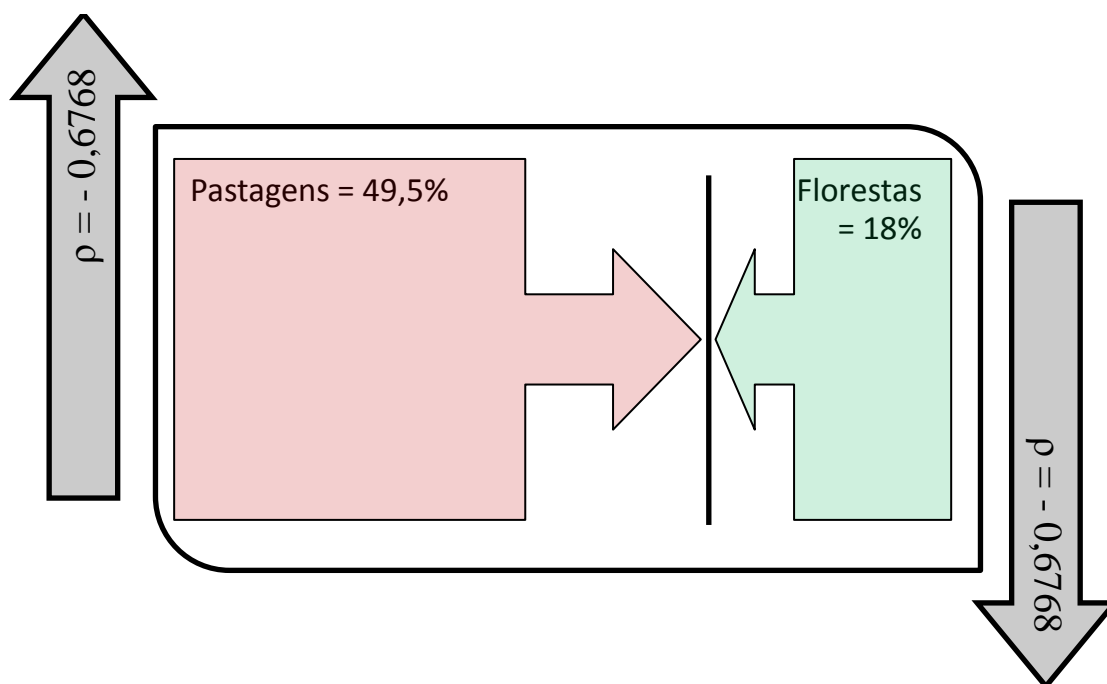
**Tabela 3 - Matriz de correlação dos tipos de uso do solo e cobertura vegetal para os municípios do Estado do Rio de Janeiro**

Uso do solo	Vegetação secundária	Área urbana	Área degradada	Área agrícola	Pastagem
Formações originais	-0,2446	-0,1324	0,0654	0,1208	-0,6768
Vegetação secundária		-0,0628	0,0238	-0,3531	-0,1011
Área urbana			0,5591	-0,0873	-0,4394
Área degradada				-0,0341	-0,4771
Área agrícola					-0,2761

<sup>3</sup> Em estatística descritiva, o coeficiente de correlação de Pearson, também chamado de "coeficiente de correlação produto-momento" mede o grau da correlação e a direção dessa correlação - se positiva ou negativa - entre duas variáveis.

Importantes características são reveladas na análise desses indicadores. As correlações mais fortes se verificam entre “Formações originais” e “Pastagem” ( $\rho = -0,6768$ ) e entre “Áreas urbanas” e “Áreas degradadas” ( $\rho = 0,5591$ ). A primeira revela que a crescente presença de pastagens está associada ao desaparecimento de formações originais e vice-versa. A segunda é uma relação diretamente proporcional, que revela um acréscimo de áreas degradadas, à medida que há uma expansão urbana em um município.

*Figura 5 - Coeficiente de correlação e distribuição percentual do uso do solo do Estado do Rio de Janeiro segundo as variáveis pastagem e florestas*



Preocupa o fato de “Pastagem” correlacionar-se negativamente com todos os outros tipos de uso do solo e cobertura vegetal, principalmente com “Formações originais”, “Áreas degradadas” e “Áreas urbanas”, indicando que a crescente presença de “Pastagem” está de fato relacionada com o decréscimo de todos os outros tipos de uso do solo. Assim, como regra geral, a variável “Pastagem” acaba por condicionar os estoques remanescentes dos demais tipos de uso do solo mapeados, conforme pode ser observado na *Figura 5 - Coeficiente de correlação e distribuição percentual do uso do solo do Estado do Rio de Janeiro segundo as variáveis pastagem e florestas*. Quanto mais a participação percentual de “Pastagem” cresce em cada município, menos expressivos serão os estoques dos

---

demais usos do solo.

Similarmente à “Pastagem, a presença de “Vegetação secundária” também tende a excluir os outros tipos de uso do solo e cobertura vegetal, porém de forma menos significativa. A maior correlação (negativa) ocorre com “Áreas agrícolas” e “Formações originais”. Na Região Norte Fluminense, as atividades agrícolas, ancoradas no cultivo da cana-de-açúcar, praticamente devastaram as formações florestais, ao longo dos séculos.

Deve-se destacar também que existem poucas correlações positivas na *Tabela 3 - Matriz de correlação dos tipos de uso do solo e cobertura vegetal para os municípios do Estado do Rio de Janeiro*. A mais significativa, já mencionada, ocorre entre “Áreas urbanas” e “Áreas degradadas”.

Finalmente, é importante notar os pares de tipos de uso do solo e cobertura vegetal que apresentam correlações relativamente fracas, quase nulas, como, por exemplo, “Vegetação secundária” e “Áreas degradadas”, “Áreas agrícolas” e “Áreas degradadas”, “Vegetação secundária” e “Áreas Urbanas”, e “Áreas agrícolas” e “Áreas urbanas”.

### **A análise da fragmentação florestal fluminense - resultados da análise de componentes principais – revelando padrões de uso do solo**

A análise de componentes principais permitiu gerar cinco grupos municipais, utilizando-se, como fonte de informação, a matriz de correlação dos dados. A composição de cada índice, em função das variáveis originais, é apresentada a seguir:

**Primeiro agrupamento – denominado “Rodeio”** – é responsável por 36% da variância total, destaca-se o grande peso negativo da “Pastagem”, em contraste com os relativamente altos pesos positivos de “Áreas degradadas”, “Áreas urbanas” e “Formações originais” e com o peso um pouco menor de “Áreas agrícolas” (nesta ordem de importância). Note-se que “Vegetação secundária” fornece um peso

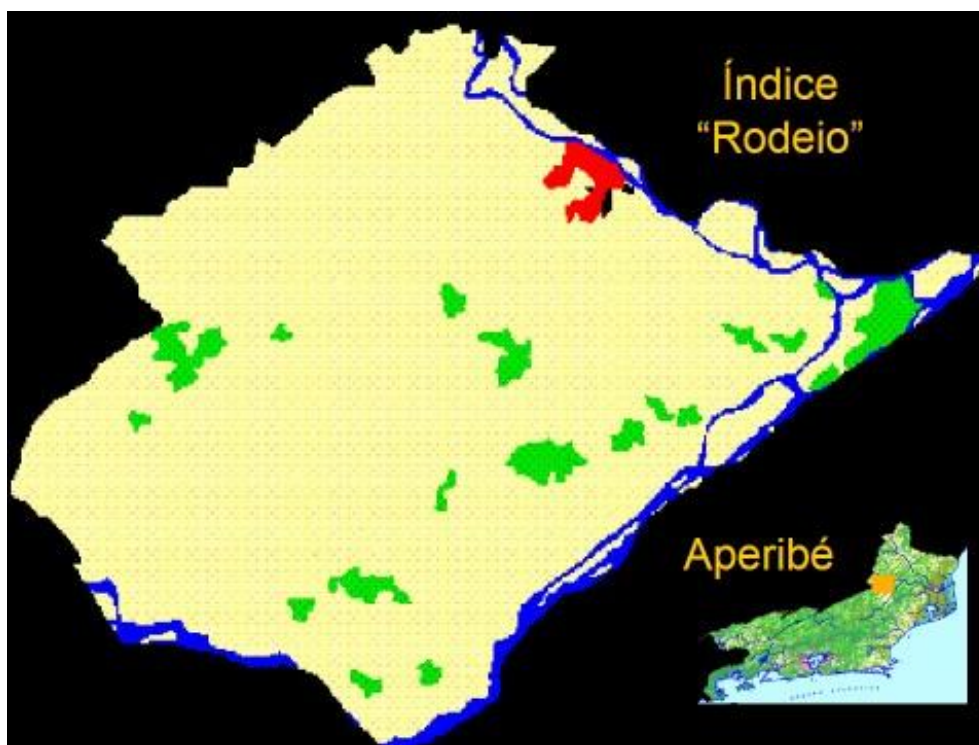
---

negativo razoavelmente pequeno.

Sob esse índice, municípios com grandes áreas de pastagem apresentam a variável “Pastagem” com valores negativos altos, em oposição aos altos valores positivos das “Áreas urbanas” e/ou “Áreas degradadas” e/ou nativas, que caracterizam os municípios com poucas pastagens. O contraste revelado por este índice é o de “Áreas urbanas” e “Formações originais” *versus* áreas supostamente de pecuária. Por exemplo, o município de maior área percentual de pastagens - Aperibé (94%) encabeça o “ranking” relativo a esse índice, enquanto São João de Meriti, o município de maior percentual de “Áreas urbanas” (91%), situa-se no outro extremo.

No *Mapa 1- Município de Aperibé, exemplo de uso do solo com o padrão "Rodeio"*, pode ser observado um padrão contínuo de pastagens, destacadas em amarelo, alguns remanescentes florestais secundários isolados, dispersos e envolvidos pela pastagem, sinalizados em verde e uma pequena mancha urbana, que aparece em vermelho. Este padrão de ocupação territorial representa cerca de 40 % da superfície do Estado, contando com muitos municípios no Norte, Noroeste e do Vale do Rio Paraíba do Sul.

Mapa 1- Município de Aperibé, exemplo de uso do solo com o padrão "Rodeio"



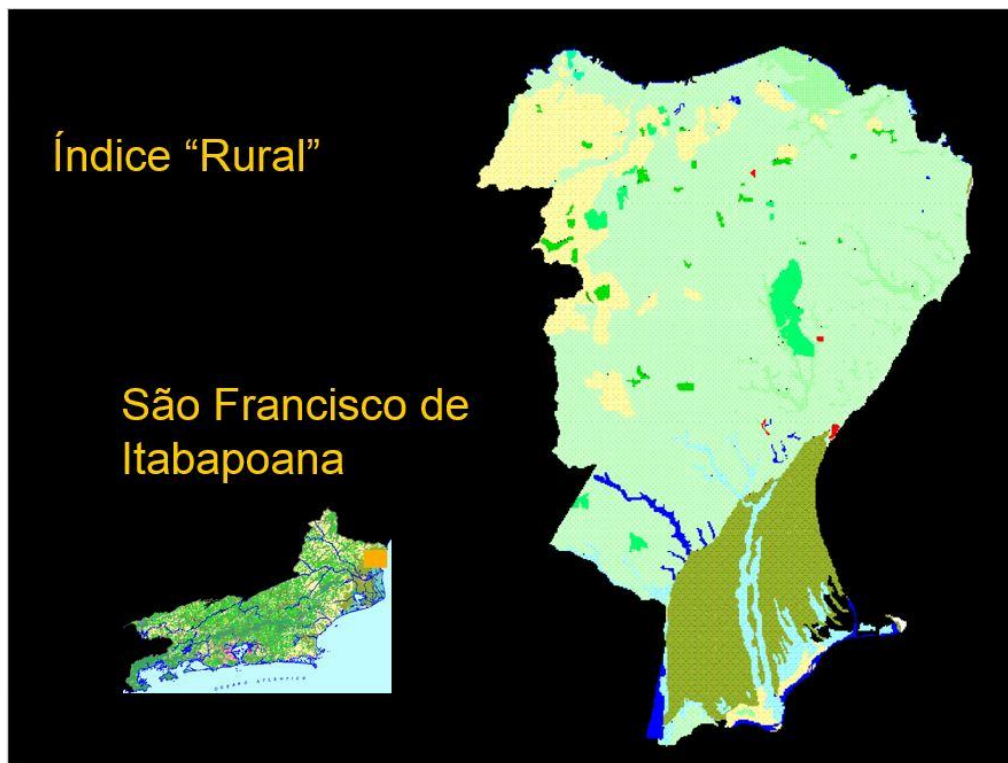
**Segundo agrupamento – denominado “Rural”** - responsável por 26% da variância total, revela um contraste da combinação de “Formações originais” e “Áreas agrícolas” (com sinal negativo) com a combinação de “Vegetação secundária”, “Áreas urbanas” e “Áreas degradadas” (com sinal positivo). Ao contrário do “Rodeio”, a influência da “Pastagem” é quase nenhuma.

Esse índice revela um contraste de florestas e campo *versus* “Áreas urbanas” ou ainda “Áreas rurais” (ou regiões com expressivos estoques de remanescentes florestais) *versus* “Áreas urbanas” (ou áreas de baixa densidade demográfica). Sob esse índice, o município de maior área percentual agrícola, São Francisco de Itabapoana (65%), encabeça a lista, seguido imediatamente pelos dois municípios de segunda e terceira maiores áreas percentuais agrícolas - Quissamã (43%) e Campos dos Goytacazes (51%). Do outro lado da escala, estão os municípios de maior percentual de “Áreas urbanas”: São João de Meriti (91%), Nilópolis (54%), Belford Roxo (52%) e São Gonçalo (42%).

O padrão “Rural” ilustrado no Mapa 2-Município de São Francisco do Itabapoana, exemplo de uso e ocupação do solo com o padrão "Rural", apresenta um

uso diversificado de atividades agrícolas (plantações e criação de gado), remanescentes florestais isolados pelas plantações e/ou pastagens e áreas ainda relativamente preservadas com formações pioneiras ou florestas em estágios avançados de sucessão florestal.

*Mapa 2-Município de São Francisco do Itabapoana, exemplo de uso e ocupação do solo com o padrão "Rural"*



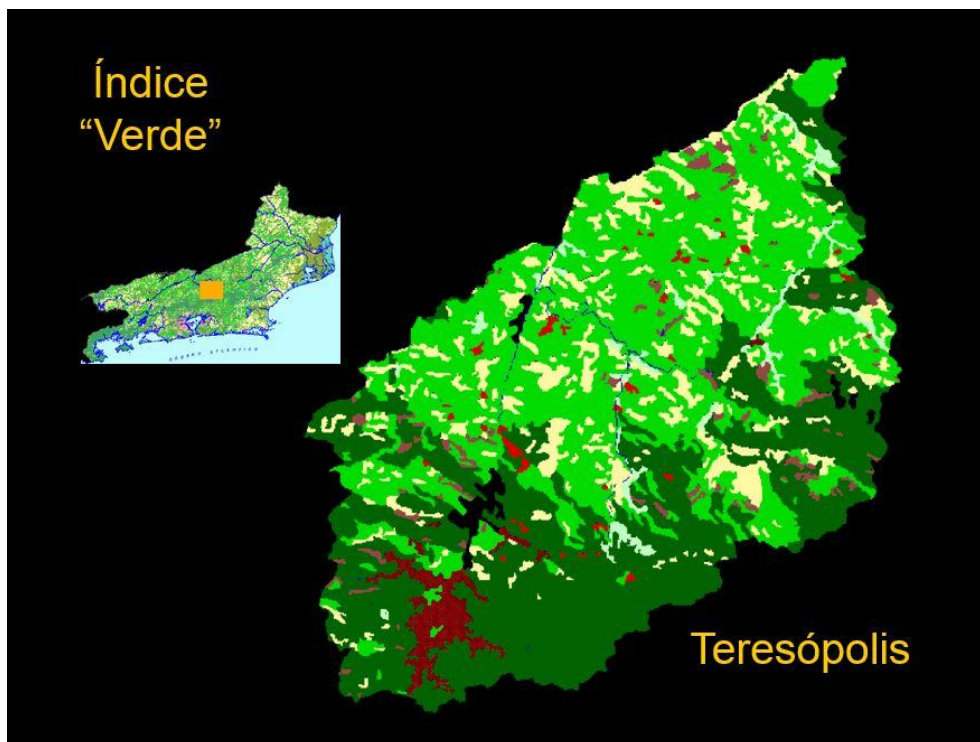
**Terceiro agrupamento – denominado “Verde”** - cujo poder de explicação da variabilidade total é igual a 18%, mostra o contraste de “Formações originais” e “Vegetação secundária” com as outras variáveis. Valores negativos altos destas duas variáveis correspondem a municípios com grandes áreas nativas e/ou de vegetação secundária, em oposição aos valores positivos altos das “Áreas urbanas”, “agrícolas”, de “Pastagem” e/ou “degradadas”, nesta ordem. Alguns dos municípios reconhecidamente de grandes áreas verdes (florestas e formações de restinga) estão no topo da lista correspondente a este índice. Destacam-se, no somatório das áreas percentuais dos remanescentes das “Formações originais” e “Vegetação secundária” dos seus respectivos territórios, os municípios de Teresópolis (92%), Sumidouro (65%), Nova Friburgo (83%) e Petrópolis (73%). No outro extremo da lista, encontram-se os municípios com poucas áreas



nativas ou vegetação secundária. Os seis últimos são: São João de Meriti (0%), São Francisco de Itabapoana (22%), Campos dos Goytacazes (19%), Porto Real (3%), Japeri (11%) e Belford Roxo (25%). A denominação “Verde” refere-se apenas a áreas de vegetação nativa e secundária, excluindo-se as “Áreas agrícolas”, cuja contribuição positiva coloca Campos dos Goytacazes e Quissamã, por exemplo, no extremo positivo da escala.

O padrão “Verde” apresenta uma forte dominância de formações florestais contínuas, em diferentes estágios de sucessão, envolvendo os campos-pastagens e as áreas urbanizadas. Este padrão é dominante na Região Serrana do Estado e, como regra geral, quanto mais alto, montanhoso, úmido e frio forem os atributos secundários do polígono florestal mapeado, mais próximo do estágio clímax estará o remanescente. Inversamente, quanto mais baixo, colinoso e quente forem os atributos secundários do polígono florestal mapeado, maiores serão as chances do remanescente estar nos estágios iniciais de sucessão ecológica.

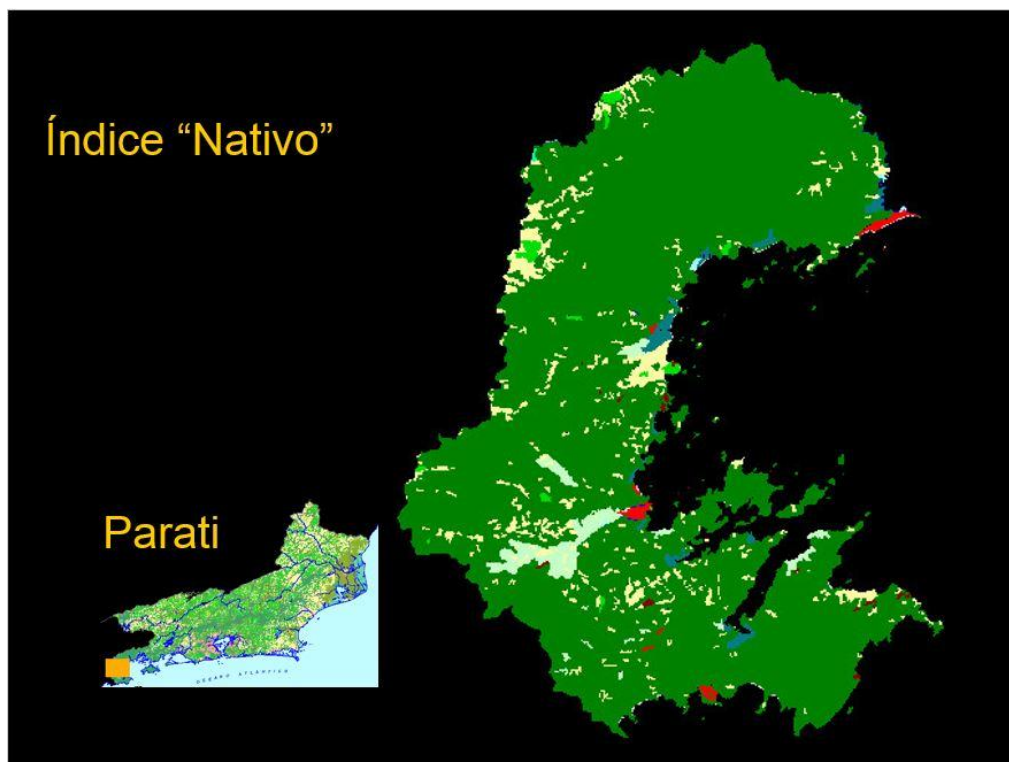
*Mapa 3- Município de Teresópolis, exemplo de uso e ocupação do solo com o padrão "Verde"*



---

**Quarto agrupamento – denominado “Nativo”** – contribui muito pouco para a variabilidade total, 12,52%. Sua característica é estabelecer um contraste entre “Formações originais” e “Pastagem” *versus* “Vegetação secundária” e “Áreas agrícolas”. “Áreas urbanas” e “degradadas” têm muito pouca influência neste índice. Deste modo, pode-se interpretá-lo como um divisor do interior do Estado, colocando, de um lado (valores negativos altos), municípios verdes e/ou de suposta atividade pecuária e, de outro (valores positivos altos), municípios com vocação agrícola e/ou áreas onde a cobertura vegetal pode estar apresentando regeneração (sucessão florestal em área de pasto abandonado) ou degradação (desmatamento de formações florestais mais densas). Este índice é representado, principalmente, por Parati, Angra dos Reis e Mangaratiba. O padrão de ocupação pode ser observado no Mapa 4- Município de Parati, exemplo de uso do solo com o padrão "Nativo". Este agrupamento reúne um conjunto com um expressivo estoque de remanescentes florestais em estágios avançados de sucessão ecológica. Estes três municípios formam uma frente escarpada da Serra do Mar e registram altos índices de pluviosidade durante o ano todo não apresentando nenhum mês seco ou de stress hídrico segundo o método de Bagnouls e Gaussen (Bagnouls, et al., 1953).

Mapa 4- Município de Parati, exemplo de uso do solo com o padrão "Nativo"



**Quinto agrupamento – denominado “Metrópole”** - está significativamente relacionado à área metropolitana, e explica muito pouco a variabilidade total, 7,26%. Neste grupo é expressiva a participação das “Áreas urbanas”. Este índice apresenta um claro contraste entre “Urbano” *versus* “Áreas degradadas” e “Pastagem”, sugerindo uma divisão da área metropolitana, sendo, portanto, denominado “Metrópole”. Na classificação correspondente a este índice, nota-se que os municípios densamente urbanos, mas de pouca área degradada, como Nilópolis, São João de Meriti, Niterói e Rio de Janeiro, encontram-se no topo, enquanto os municípios da Região Metropolitana com grandes percentuais de “Áreas degradadas”, como Magé, São Gonçalo, Guapimirim e Nova Iguaçu, encontram-se no outro extremo. É importante frisar que os estoques remanescentes de vegetação estão associados às colinas, maciços costeiros, escarpas da Serra do Mar, cordões de restinga, planícies aluviais e manguezais embutidos na planície densamente urbanizada da Região Metropolitana.

---

### **A análise da fragmentação florestal fluminense - identificação de corredores prioritários para a interligação de fragmentos florestais – pontes possíveis de reversão da fragmentação florestal**

É importante conceituar que corredor é entendido aqui como sendo a linha que conecta as bordas de dois fragmentos florestais independentes. Estes fragmentos compreendem, também, a vegetação secundária. Os corredores são áreas privilegiadas que maximizam os benefícios ecológicos com o mínimo aporte de recursos.

Nas análises de custo-benefício para determinar as áreas prioritárias para implementação de projetos de interligação de fragmentos, devem-se considerar:

1. Número de “ilhas” a serem conectadas numa determinada área: quanto maior o número de fragmentos maior número de corredores pode ser gerado (MacArthur, et al., 1967);
2. Variedade de espécies, que depende das áreas dos fragmentos envolvidos: quanto maior a área dos fragmentos a serem conectados, maiores são as possibilidades de troca entre populações e subpopulações (Farina, 1998);
3. Distância entre as bordas dos fragmentos, ou seja, quanto maior esta distância, menores são as possibilidades ecológicas e econômicas de conexão (Hilty, et al., 2006);
4. Barreiras entre os fragmentos, que se relacionam às características atuais de uso do solo entre os fragmentos (Fittkau, et al., 1969).

É certo que, além de fatores inerentes ao meio físico, os custos de reflorestamento são uma função da distância e da largura do corredor a ser reflorestado. A facilidade de se estabelecer a conexão entre fragmentos é uma função inversa da distância entre as bordas dos mesmos. Como a distância entre os fragmentos é, em realidade, uma extensão física, determinados corredores deixam de ser prioritários, em função da barreira a ser transposta. A dificuldade de transposição de uma barreira, por sua vez, é dada pela capacidade de reversibilidade de uso de uma determinada feição. Em outras palavras, uma barreira baixa pode ser representada pelos pastos, já que estes podem ser

---

transformados em capoeiras e estas últimas, em florestas densas. O mesmo não ocorre com as áreas urbanas, que possuem uma massa de edificações muito alta, são muito mais estáveis e rígidas, não podendo com facilidade ser transformadas em campos, por exemplo.

A fragmentação de florestas pode ser calculada mediante algumas propostas encontradas na literatura. Uma das mais notáveis foi proposta para analisar a fragmentação dos remanescentes florestais da Bélgica a partir da interpretação de imagens SPOT conforme o seguinte índice (Gulinck, et al., 2004):

$$I_1 = (4\pi A) / P^2$$

Onde:

$A$  = área do fragmento;

$P$  = perímetro do fragmento;

$\pi$  = 3,14159265358979.

É fácil verificar que, para qualquer círculo, o valor de  $I_1$  é igual a 1. Pode-se mostrar também que, para qualquer figura geométrica de área igual a  $X$ , o valor correspondente de  $I_1$  estará sempre restrito ao intervalo de 0 a 1, com o valor máximo sendo atingido apenas no caso do círculo. Portanto, para um fragmento de área  $X$  e forma muito irregular, quanto maior o seu perímetro, menor será o valor de  $I_1$ . Desta forma, se considerarmos a hipótese de que fragmentos de formas mais irregulares possuem um risco maior de devastação, valores pequenos do índice  $I_1$  irão refletir esta tendência.

Para o cálculo de um índice geral de fragmentação por município, área de conservação ou, de fato, qualquer região geográfica bem definida, pode-se usar por exemplo a média aritmética dos índices individuais de fragmentos da região, ponderada pelas suas respectivas áreas. Portanto, quanto maior o fragmento, maior será sua influência no valor do índice geral, o que atende à hipótese de que fragmentos menores são mais frágeis do que os maiores.

---

Como base inicial para realizar um dos objetivos centrais deste projeto, utilizou-se o trabalho publicado por Keitt, Urban e Milne (Keitt, et al., 1997), que desenvolveram uma metodologia baseada em Teoria dos Grafos, para identificar corredores de interligação de fragmentos de florestas, usando, como ilustração, dados sobre fragmentos de floresta do tipo *Ponderosa pine* e *Mixed conifer*, no Sudoeste dos Estados Unidos (Arizona, Colorado, New Mexico e Utah). Um dos objetivos principais deste estudo é permitir a identificação das possíveis interligações entre fragmentos (“correlation length”), considerando diversos cenários que, ora limitam a distância máxima entre fragmentos (método determinístico), ora consideram uma distribuição de probabilidade exponencial (método estocástico), para que a interligação de fragmentos possa ocorrer. No caso estocástico, métodos de simulação Monte Carlo são utilizados (Keitt, et al., 1997).

Outra contribuição importante do estudo acima é a definição da importância de cada fragmento (“*normalized importance index*”) em uma certa região geográfica. O fundamento básico para o cálculo deste índice é medir o impacto relativo da exclusão de um dado fragmento no índice de interligação global de fragmentos. Desta forma, podem-se identificar quais os fragmentos que são mais ou menos prioritários para o índice de interligação global.

Diferentemente do trabalho de Keitt, Urban e Milne (Keitt, et al., 1997), os métodos utilizados neste estudo são determinísticos e consideram, além das distâncias entre fragmentos, as informações sobre o tipo de uso do solo e cobertura vegetal existente no corredor entre os fragmentos. A inclusão desta variável na modelagem é justificada pela gama de possibilidades existentes de cobertura vegetal no Estado do Rio de Janeiro, ao contrário do que ocorre no sudoeste americano, tornando os resultados mais próximos da nossa realidade.

Outro trabalho importante na análise das relações que são estabelecidas entre as formas dos fragmentos e a diversidade de formas de vida contida foi realizado por (Williams, et al., 1997). Trabalhando na costa australiana tropical úmida, eles puderam verificar que os fragmentos que possuíam formas mais complexas estavam correlacionados ao aparecimento de uma proporção maior de espécies não

---

endêmicas em relação ao total de espécies encontradas nos fragmentos. O índice de forma é um bom indicador para mostrar o nível de endemismo de um determinado fragmento. Estes autores trabalham com o índice de forma proposto por Patton (Patton, 1975), que formulou um índice que varia de 1, para um fragmento de forma circular, e números acima de 1, para qualquer outro tipo de forma. A notação matemática é:

$$IF = P/2\pi(A)^{0,5}$$

Onde:

IF = Índice de forma

P = Perímetro do fragmento

A = Área

$\pi = 3,14159265358979$

Para a determinação dos corredores prioritários para a interligação de fragmentos florestais, foram adotados outros passos intermediários importantes e que serão descritos a seguir.

Primeiramente, foram separados em diferentes *layers* (níveis de informação ou camadas de informação) os dados do mapeamento digital do Estado do Rio de Janeiro. O *layer* central trabalhado é aquele que contém os dados dos polígonos de Floresta Ombrófila Densa para os 92 municípios fluminenses. Automaticamente, o software ArcView<sup>TM</sup> totaliza as áreas, determina o perímetro e calcula o centróide de cada polígono. Assim, é relativamente simples calcular os índices propostos por (Gulinck, et al., 2004) e (Pearson, 1980).

Obtidas as variáveis fundamentais, as relações entre área e perímetro das manchas de vegetação podem ser estudadas. Para obtenção do índice de fragmentação, foram calculados a área e o perímetro para cada fragmento de vegetação existente no Estado do Rio de Janeiro, mapeáveis nas escalas de 1:50.000, na Região Metropolitana, e 1:100.000, nas demais Regiões de Governo. Após a conclusão desta fase, passou-se para a totalização no nível municipal. Estas informações estão disponíveis na base de dados da Fundação CIDE. Os dados são

---

fornecidos em tabelas DBF (Data Base File) ligadas aos polígonos que representam as manchas de vegetação. Em outras palavras, o *software* de geoprocessamento utilizado - ArcView<sup>TM</sup>, gerou uma série de dados que foram retrabalhados diversas vezes, por diferentes *softwares*. O ArcView<sup>TM</sup> permite associar aos polígonos uma série de informações dispostas em tabelas, que podem ser lidas e processadas enquanto planilha eletrônica, banco de dados e pacotes estatísticos, tais como o EXCEL<sup>TM</sup>, o ACCESS<sup>TM</sup> e o SAS<sup>TM</sup>, respectivamente.

O segundo passo está relacionado com a determinação dos Corredores Prioritários para a Interligação de Fragmentos Florestais (CPIF). A criação dos corredores em uma determinada área de estudo é realizada em três etapas:

(a) Determinação da linha de menor distância entre fragmentos: esta linha representa a menor distância existente entre dois pontos, um pertencente à borda de um fragmento A e outro, à borda de um fragmento B. A sua obtenção resulta de uma operação realizada par a par até que todas as possibilidades de conexão entre quaisquer pontos de quaisquer fragmentos estejam calculadas e armazenadas na base de dados; (b) Representação do corredor: gera-se uma linha que, além de determinar a distância entre as bordas dos fragmentos A e B ( $L_{AB}$ ), relaciona os atributos do fragmento A ( $ID_A$ ), os atributos do fragmento B ( $ID_B$ ) e as informações de uso do solo e cobertura vegetal que estão sob o corredor ( $C_{AB}$ ). Logo, o Corredor Prioritário para a Interligação de Fragmentos Florestais (CPIF) é uma função que relaciona uma série de informações que são armazenadas numa tabela DBF<sup>4</sup>.

(c) Determinação da hierarquia ou prioridade: para cada fragmento, é gerada uma tabela DBF que contém todas as informações sobre o Fragmento A ( $ID_A$ ), como área, perímetro, número de conexões realizadas com outros fragmentos e distâncias com outros fragmentos.

---

<sup>4</sup> DBF – Data Base File é um formato de arquivo normalmente usado por software de banco de dados. DBF significa Arquivo de Base de Dados.



---

São também armazenadas informações sobre o uso do solo e a cobertura vegetal de cada corredor gerado. Assim, podem ser hierarquizados os corredores que envolvam as menores distâncias, conectem os maiores fragmentos e sejam os mais viáveis dos pontos de vista ecológico e econômico.

A determinação da linha de menor distância se faz mediante o cálculo de pares de coordenadas georreferenciadas e representados numa projeção cartográfica qualquer. Para este trabalho, foi utilizada a projeção Cônica Conforme de Lambert (Snyder, 1987). Numa representação computacional, os polígonos das manchas de uso do solo e cobertura vegetal são representados por conjuntos de pontos de coordenadas xy, conectados por arcos infinitesimais. Todo e qualquer polígono representa uma entidade na base de dados e recebe uma chave de identificação que é denominada ID. Desta maneira, a forma mais simples de calcular a menor distância entre dois polígonos é calcular as coordenadas geográficas de cada ponto do perímetro do polígono A e compará-las com as coordenadas do perímetro do polígono B. Assim, o par de coordenadas mais próximo, entre o polígono A e o polígono B, define o corredor entre A e B. Como é conhecida a chave de identificação do polígono A (IDA), o corredor gerado entre A e B passa a ser um atributo relacionado tanto ao IDA como ao IDB. Este método é realizado, par a par, para todos os polígonos.

No presente estudo, foi definida uma distância máxima para a geração de corredores (2 km), apesar de o programa ser capaz de calcular corredores de qualquer dimensão. Este critério determinístico foi adotado em função de quatro aspectos:

- (a) O primeiro está relacionado com a vizinhança, isto é, pretende-se conectar um fragmento a outro que seja o mais próximo;
- (b) O segundo apoia-se em critérios de viabilidade econômica. Assim, quanto mais afastados os fragmentos, maiores serão os custos relacionados ao reflorestamento do corredor;
- (c) O terceiro está relacionado com o espírito da Agenda 21, ou

---

seja, busca-se representar corredores adequados à realidade dos municípios fluminenses (Ministério do Meio Ambiente, 2000);

(d) O quarto está relacionado ao tamanho dos municípios. Sabendo-se que a área média por município é de  $472 \text{ km}^2$ , o que significa um quadrado com 21,7 km de lado, determinou-se um corredor máximo com cerca de 9% deste lado, ou 2 km. Esta distância mostrou-se adequada em função do menor município fluminense, Nilópolis, que possui uma extensão de  $19 \text{ km}^2$ , área relacionada a um quadrado de 4,3 km. Este critério determinístico está em conformidade com a probabilidade de inscrever uma Reta A (RA) num quadrado de Lado B (LB). Assim, para qualquer município fluminense, existe uma probabilidade maior do que zero de inscrição de um corredor com 2 km de comprimento.

O modelo de geração de Corredores Prioritários para a Interligação de Fragmentos Florestais (CPIF) possibilitou a formação de 21.271 corredores, com comprimentos que variam de 2 a 2.000 metros. O comprimento médio dos corredores é de 824 metros. O comprimento total dos corredores formados alcança cerca de 17.940 quilômetros, descontando-se os trechos onde existem rios, áreas urbanas e massas d'água.

Já o total da área a ser reflorestada, isto é, o total de “*buffers*”, atinge 328.614 hectares ou  $3.286 \text{ km}^2$ , o que representa 7,4% da área do território do Estado do Rio de Janeiro. Em outras palavras, com apenas uma diminuta fração territorial seria possível, teoricamente, reconectar todos os fragmentos florestais do Estado do Rio de Janeiro. Nesta simulação de geração de corredores florestais, a largura do “*buffer*” foi de 100 metros.

A identificação dos Corredores Prioritários para a Interligação de Fragmentos Florestais (CPIF), além de atender aos objetivos propostos, possibilita realizar uma série de reflexões a partir do conjunto de dados levantados pelos censos agropecuários brasileiros, realizados a partir de 1970. Os números apontam para um fenômeno que está sendo denominado de urbanização do campo brasileiro, que apontam

para um fenômeno que é denominado de urbanização do meio rural (IBGE, 2006). As principais características deste processo são apresentadas na *Tabela 4- Evolução do uso do solo e do efetivo de animais no Estado do Rio de Janeiro 1970-2006*. Pode-se observar a retração do número de estabelecimentos, da área total das propriedades, lavouras, pastos, matas e florestas e pessoal ocupado. Os únicos números positivos referem-se ao aumento expressivo de tratores, do efetivo de animais e produção de leite (Alentejano, 2011).

*Tabela 4- Evolução do uso do solo e do efetivo de animais no Estado do Rio de Janeiro 1970-2006*

Dados estruturais	Censos Agropecuários						Δ % 1970/2006
	1970	1975	1980	1985	1995	2006	
<b>Estabelecimentos</b>	77.428	76.235	77.671	91.280	53.680	58.887	-23,9
<b>Área total (ha)</b>	3.316.063	3.446.176	3.181.385	3.264.149	2.416.305	2.629.365	-20,7
<b>Utilização das terras (ha)</b>							
<b>Lavouras</b>	629.544	617.545	601.413	624.699	337.241	604.005	-4,1
<b>Pastagens</b>	1.724.069	1.859.038	1.744.614	1.757.106	1.545.123	1.605.959	-6,9
<b>Matas e florestas</b>	483.117	522.540	453.105	502.846	348.986	362.531	-25,0
<b>Pessoal ocupado</b>	245.649	278.564	301.688	321.912	174.274	157.492	-35,9
<b>Tratores</b>	3.848	5.897	9.070	9.822	8.796	7.628	98,2
<b>Efetivo de animais</b>							
<b>Bovinos</b>	1.193.064	1.658.534	1.745.152	1.788.180	1.813.743	2.003.852	68,0
<b>Bubalinos</b>	483	1.408	1.986	3.087	3.485	3.556	636,2
<b>Caprinos</b>	13.404	14.190	18.391	22.124	13.452	15.816	18,0
<b>Ovinos</b>	10.851	13.139	15.875	21.019	18.698	44.074	306,2
<b>Produção animal</b>							
<b>Produção leite vaca (1000 l)</b>	277.011	362.816	452.435	424.191	434.719	476.257	71,9

A análise desses números revela uma forte retração das atividades rurais que, potencialmente, poderiam aliviar as pressões antrópicas sobre os remanescentes florestais encontrados no Estado do Rio de Janeiro mas os números revelam que mesmo com a retração das lavouras e pastos (normalmente plantados) a retração das matas nas propriedades foi expressiva nas propriedades, recuando em 25% em pouco menos de 40 anos enquanto que a área total dos estabelecimentos recuou um pouco menos, cerca de 20,7%. A retração das matas nas propriedades é acompanhada pela expansão do número de cabeças de gado, forte

---

mecanização e perda de postos de trabalho no campo. Os números do IBGE apoiam, neste sentido, a lógica dominante no campo fluminense que ainda parece ser a seguinte: se a mata não possui valor em si mesma, ela deve ser substituída por campos e pastagens, permitindo aos proprietários de terras a expansão das atividades ligadas à criação de gado. Sem dúvida, avanços foram realizados na produtividade e manejo das pastagens, conforme é possível inferir a partir da análise da Tabela 4- Evolução do uso do solo e do efetivo de animais no Estado do Rio de Janeiro 1970-2006, a relação de cabeças de gado bovino por área de pastagens avançou de 0,69 para 1,24 em 36 anos.

Como o número de propriedades diminuiu na série histórica dos censos agropecuários, pastagens, lavouras, matas, área das propriedades e pessoal ocupado mostram um processo geral de retração da atividade rural, deste modo é possível supor que a recuperação das florestas nas áreas mais altas, frias e úmidas do Estado podem estar associada a este fenômeno.

---

### **Parte III**

## **A lógica da fragmentação florestal fluminense à luz de elementos da Teoria dos Jogos**

---

## O processo de fragmentação florestal à luz da Teoria dos Jogos

A Teoria dos Jogos é um ramo da matemática aplicada que estuda situações estratégicas onde “agentes” escolhem diferentes ações na tentativa de melhorar ao máximo sua posição em relação ao seu adversário. Para a Teoria dos jogos, cada ação dos “agentes” ou “jogadores” é um movimento racional cujo objetivo é não permitir que o adversário assuma uma posição de vantagem. Cada movimento em particular, portanto, é realizado em função do movimento dos outros jogadores, isto é, num ambiente dinâmico, cada “agente” precisará considerar as ações de outros “agentes” e o modo como essas ações afetam seu próprio bem estar. Para a Teoria dos Jogos existem, pelo menos, duas categorias de jogos: os cooperativos e os competitivos (Petrosian, et al., 1997). Nos jogos cooperativos os “agentes” ou jogadores buscam o melhor resultado possível para todos os jogadores através da construção de um pacto, um código, um acordo, que se realiza entre os “agentes” ou jogadores. Em um jogo não cooperativo, os participantes não negociam formalmente num esforço para coordenar suas ações. Eles sabem da existência do outro, mas agem independentemente (Pindyck, et al., 2012).

Inicialmente desenvolvida como ferramenta para compreender o comportamento econômico, a Teoria dos Jogos é agora usada em diversos campos acadêmicos. A partir de 1970 a Teoria dos Jogos passou a ser aplicada ao estudo do comportamento animal, incluindo evolução das espécies por seleção natural. O “Dilema do Prisioneiro” (Rapoport, 1965), no qual interesses próprios, racionais e individuais prejudicam os demais, no presente caso, no movimento racional de realizar valor, cada “agente” provoca o desmatamento das matas presentes em suas terras, aumentando o número de cabeças de gado em condições de pastar. O resultado deste “jogo” é desfavorável para quem não é o proprietário de terras – a sociedade em geral – que observará o desmatamento, erosão dos solos e perda de recursos ambientais.

A Teoria dos Jogos estuda decisões que são tomadas em um ambiente onde vários jogadores interagem e realizam escolhas “ótimas” mediante a incerteza de movimento dos outros “agentes” ou jogadores.

Caso não haja cooperação entre os jogadores, e eles passem a competir entre eles, a Teoria dos Jogos aponta que, neste caso haverá um provável vencedor e um provável

---

perdedor. Os jogos competitivos são denominados de “jogos de soma zero” que ocorrem em ambientes em que os “agentes” ou jogadores conhecem os movimentos prévios feitos pelo outro jogador. Ao término de um número de ciclos ou rodadas alternadas entre os “agentes” ou jogadores, os valores de utilidade no fim do jogo são sempre opostos. Ou seja, se um jogador ganha um jogo (+1), o outro jogador necessariamente perde (-1). É essa oposição dos agentes que gera a situação de competição.

Como objetivo de evitar ao máximo a probabilidade de perder, os “agentes” ou jogadores tentarão evitar uma disputa competitiva, uns contra os outros. O temor de preservar a mata e não realizar valor com a criação de gado, ao passo que o seu vizinho faça justamente o oposto, desmate e expanda a criação, levarão ambos os vizinhos a tomar a mesma decisão: desmatar e expandir a criação, uma vez que a preservação das matas implica, num prazo mais longo, à renúncia de realização de valor.

A saída lógica para evitar o perder em relação ao outro vizinho ou “agente”, é optar pelo “empatar”, isto é, não permitir que o outro vença e se coloque numa posição mais favorável. Deste modo, ambos tomarão a mesma decisão: desmatar e expandir a criação. O estado inicial e os movimentos previsíveis para cada “agente” ou jogador definem uma “árvore de jogo” (Weirich, 2007). Para exemplificar de forma simples, basta imaginar as opções que existem no jogo popular conhecido como “Jogo-da-Velha”. A partir do estado inicial, existem nove movimentos possíveis. O jogo se alterna entre a colocação de um “X” e a colocação de um “O” até que todas as opções estejam preenchidas. Ganhar sempre é a opção inicial mas no primeiro revés a opção de ambos será procurar o empate, abrindo mão da chance de vencer e impedindo com os movimentos próprios que o outro “agente” consiga a vitória.

A Teoria dos Jogos tornou-se um ramo proeminente da matemática nos anos 30 do século XX, especialmente depois da publicação em 1944 de *The Theory of Games and Economic Behavior* de John von Neumann e Oskar Morgenstern (Neumann, et al., 2004).

A Teoria dos Jogos distingue-se na economia na medida em que procura encontrar estratégias racionais em situações em que o resultado depende não só da estratégia

---

própria de um agente e das condições de mercado, mas também das estratégias escolhidas por outros agentes que possivelmente têm estratégias diferentes. Na Teoria dos Jogos, é usual postular que, quando os ganhos e perdas dos indivíduos, em qualquer situação em que haja interação com outras pessoas, dependem tanto das suas ações como das ações daquelas, cada um tomará o curso de ação que lhe gerar maiores ganhos líquidos (no sentido amplo, e não necessariamente financeiro, da palavra) baseando-se na hipótese de que todos os outros assim também procederão (Fiani, 2004). Parece simples, mas a ideia de levar em conta ação alheia na hora de escolher a sua ainda não tinha se estabelecido na teoria econômica de modo sistemático até meados do século XX.

A divulgação de que o desmatamento na Amazônia voltou a crescer recentemente provocou comoção, especialmente da mídia, que veiculou protestos dos ambientalistas e desmentidos de algumas áreas do governo (Bravo, 2008) e (Arima, et al., 2005). Frequentemente, recursos naturais são explorados de modo predatório pela razão descrita pela Teoria dos Jogos. Em outras palavras, fala-se que quem explora uma floresta ou outro recurso natural qualquer não se preocupa em preservá-lo para uso futuro. Condena-se a ambição dos exploradores, que supostamente leva ao fim da floresta. Mas essa é uma caracterização imprecisa do problema. Ambição não é algo inerente apenas a quem corta madeira na floresta pública.

A exploração excessiva das florestas é mais um exemplo de estratégia dominante na Teoria dos Jogos (Margulis, 2003). O explorador abusa da derrubada de árvores porque não tem incentivo nenhum para "poupar" a floresta para o futuro (Araújo, 2003). De novo, ele escolhe seu curso de ação com base no que espera que os outros exploradores farão. Cortar menos árvores tem a vantagem de preservar a floresta para exploração futura, mas se o explorador economiza e os outros não o fazem, a floresta se deprecia do mesmo modo e ele nada ganha com a escolha. Se o explorador espera que os outros não economizarão árvores na derrubada, a melhor coisa é derrubar o máximo possível, pois amanhã não haverá mais floresta. Se a expectativa é de que os outros cortarão poucas árvores, ele tampouco terá incentivos para imitá-los, visto que, se os outros preferem a preservação, seu corte excessivo de árvores não trará por si só o fim acelerado da floresta.



---

A única estratégia dominante nesse jogo interativo, no qual a floresta é de todos e, portanto, de ninguém, é explorar em demasia a floresta (Drummond, et al., 2006). Como contraponto a esta relação de predação sem fim que é estabelecida quando as florestas são de todos e, portanto, ela não é de ninguém, Drummond, *op.cit.*, alerta com uma das possíveis soluções, em nossa opinião, deste aparente paradoxo onde florestas são derrubadas porque não pertencem a ninguém. O pragmatismo norte-americano é revelado mais uma vez quando florestas para aproveitamento econômico são entendidas e regidas pelo ministério da agricultura dos Estados Unidos, enquanto as florestas a serem protegidas, os parques nacionais e as reservas ficam sob a tutela do Ministério do Interior. Aqui no Brasil existe um conflito de interesse dentro do próprio Estado uma vez que o serviço florestal é explorado mediante concessão tutelada ao Ministério do Meio Ambiente, desta forma, áreas a serem protegidas e áreas a serem preservadas estão na mesma pasta. Caso o aproveitamento florestal fosse entendido, entre nós, como uma atividade econômica ele deveria estar sob a tutela do Ministério da Agricultura com todas as vantagens já desenhadas para o setor – crédito agrícola (Lei nº 4.829/1965), assistência técnica (Lei nº 12.188/2010) e desenvolvimento de cultivares<sup>5</sup> através da EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, por exemplo.

Este trabalho se apoia, fundamentalmente, na Teoria dos Jogos e mais especificamente nos aspectos da Teoria da Decisão que analisa as escolhas dos indivíduos, tomadas sob incerteza. Neste contexto, a questão da preservação da biodiversidade está subjugada à análise racional dos indivíduos que esperam recompensas pela preservação ou exploração, mais ainda, o comportamento de um indivíduo depende da expectativa da ação dos demais indivíduos e, em última análise, do contexto jurídico-político e econômico que vigora numa determinada sociedade. Numa sociedade complexa, múltiplos atores e interesses estão permanentemente em conflito, criando um campo de força que estrutura uma ação, uma práxis dominante (Tavares, 1982). A biodiversidade, portanto, está pressionada por este campo de forças, traduzido na expansão da fronteira agrícola, construção de cidades e instalação de novas

---

<sup>5</sup> Cultivar é a variedade de qualquer gênero ou espécie vegetal superior que seja claramente distinguível de outras conhecidas por margem mínima de descritores, por sua denominação própria, que seja homogênea e estável quanto aos descritores através de gerações sucessivas e seja de espécie passível de uso pelo complexo agroflorestal, descrita em publicação especializada disponível e acessível ao público, bem como a linhagem componente de híbridos (Lei nº 9.456, de 25/4/1997; Decreto nº 2.366, de 5/11/1997; Decreto nº 3.109, de 30/6/1999).

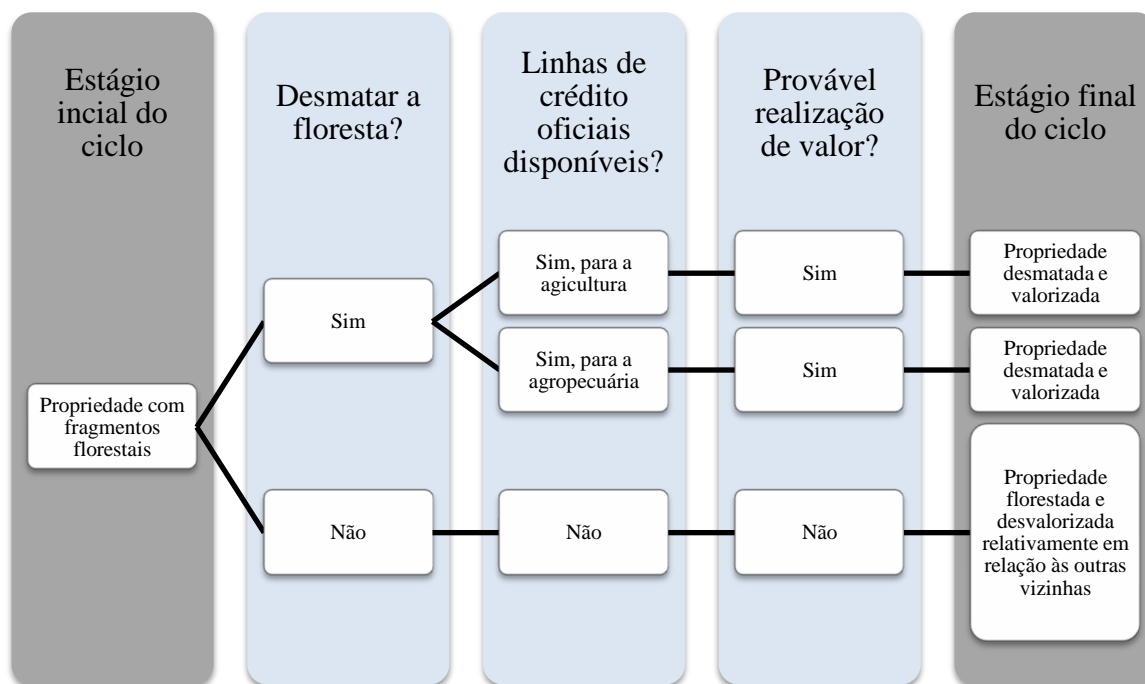
---

infraestruturas que moldam e apropriam terras ao espaço econômico mediante uma determinada lógica de maximização e apropriação individual dos lucros e externalização e socialização dos prejuízos (Rocha, 2007), (Stoer, et al., 2003), (Santos, 1979), (Moon, et al., 2011) e (Deák, et al., 1999).

A escolha sob incerteza esta no coração da Teoria da Decisão (White, 2006). Preservar ou destruir a biodiversidade pode ser uma pergunta importante a fazer, mas a questão central, aos olhos da Teoria da Decisão é saber como incorporar a biodiversidade tropical a uma cultura e a uma civilização apoiada no *Imperialismo Ecológico* na acepção de Alfred Crosby (Crosby, 2004), onde poucas dezenas de espécies animais e menos de uma centena de espécies agrícolas representam quase a totalidade do agribusiness mundial.

Os primeiros passos da formulação da Teoria da Decisão foram dados por Blaise Pascal ainda no século XVII (Pascal, et al., 2005). A ideia de se obter o maior valor esperado está assentada no seguinte conjunto de relações e passos: quando confrontados com uma série de ações, cada indivíduo tem à sua disposição mais de um resultado possível com diferentes probabilidades. Para Pascal, o procedimento racional é aquele que identifica dentre todos os resultados possíveis – após a determinação de todos os valores (positivos ou negativos) e as probabilidades que resultarão de cada curso de ação -, escolher aquele que dá origem ao maior valor total esperado. A *Figura 6- Árvore de decisão em função da expectativa de realização de valor - adaptação a partir dos enunciados de Pascal -- 2005*, ilustra em linhas gerais os passos necessários para se obter o maior valor esperado em função de escolhas de uso do solo de uma determinada propriedade qualquer.

Figura 6- Árvore de decisão em função da expectativa de realização de valor - adaptação a partir dos enunciados de Pascal -- 2005



Voltando a Crosby, cabe perguntar: como deter a exploração do cerrado brasileiro frente aos incentivos e benefícios gerados pela agroindústria da soja, se a opção pela soja traz o maior valor esperado? Olhando por este prisma, a estratégia dominante aproxima-se cada vez mais da forma de um nó górdio onde só a cultura da soja faz sentido. Para o caso fluminense o mesmo raciocínio se aplica, como deter as queimadas frequentes no Norte e Noroeste do Estado (Fernandes, et al., 2011), para renovação dos pastos e queima da palha da cana-de-açúcar quando este é o método mais barato e prático a disposição dos pequenos proprietários de terras?

No século XX, o interesse pela Teoria da Decisão foi reacendido por Abraham Wald (Wald, 1971), apontando que as duas preocupações centrais da teoria estatística estavam voltadas para a realização de testes de hipóteses estatísticas e aplicações de estimação estatística. O trabalho de Wald lançou a base da moderna Teoria da Decisão que passou a incorporar análises das funções de risco, as regras de decisão, as

---

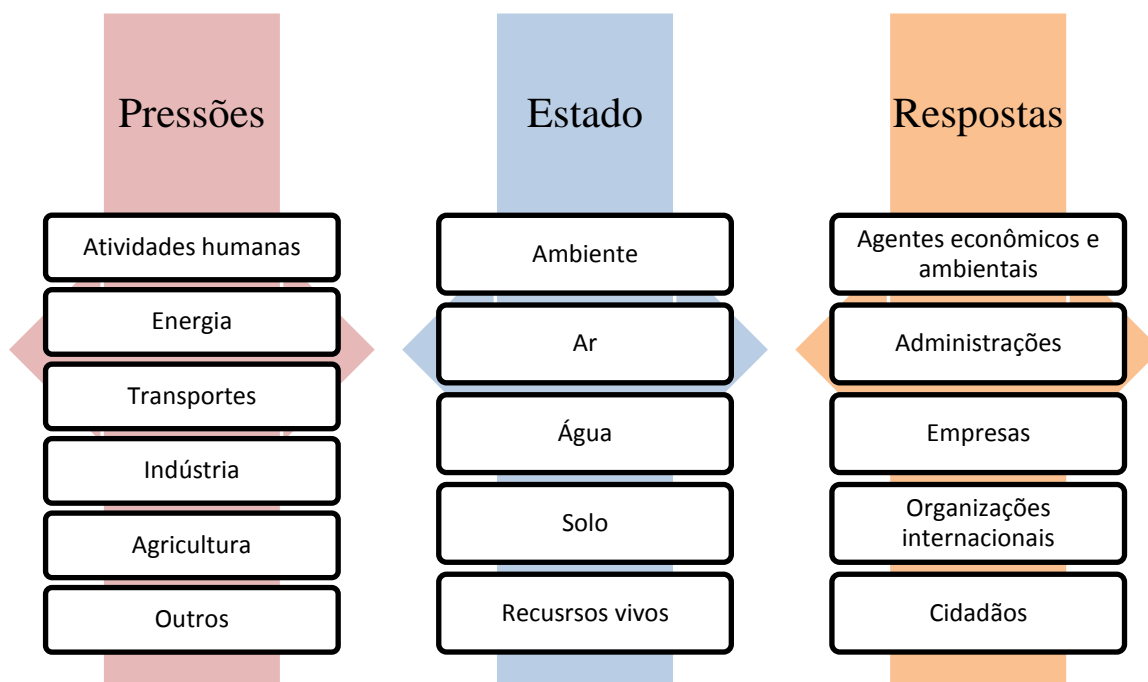
distribuições estatísticas *a priori* e *a posteriori* segundo o Teorema de Bayes<sup>6</sup> (King, et al., 2010), (Hilborn, et al., 1997), (Parent, et al., 2012) e as regras de decisão baseadas no *Algoritmo Minimax* (Dias, 2010), (Jansen, et al., 2002) e (Ralph G. Stahl, et al., 2010). O caminho, os movimentos e as ações dos jogadores são sempre os mesmos, racionais, uma após o outro com o objetivo de não perder para os vizinhos e realizar o valor a qualquer custo.

Grosso modo, as pressões geradas sobre o ambiente podem ser traduzidas em movimentos de ação e reação, movimentos inter-relacionados, interdependentes. Neste modelo, ciclos de energia, atividades humanas, informação e recursos ambientais interagem, provocando múltiplas respostas ambientais (Jackson, et al., 2000). No presente caso, como a floresta não possui valor em si mesma, ela será removida para dar lugar, na medida do possível, a feições que possam agregar algum valor a propriedade, a ação de maior racionalidade nesta perspectiva, nesta linha de raciocínio é formar pastos.

---

<sup>6</sup> Ver o Teorema de Bayes que explora as relações de probabilidade estatística em função de hipóteses e evidências. A probabilidade de uma hipótese é dada em função da observação de uma evidência. Já a probabilidade de uma evidência é dada em função de uma determinada hipótese. Esse teorema representa uma tentativa de modelar de forma matemática a inferência estatística, podendo ser aplicada de modo *a priori* – isto é, uma distribuição de probabilidade para uma quantidade de evidências, ou *a posteriori* – isto é, a determinação de probabilidade de ocorrência de um evento aleatório em função das variáveis e dados conhecidos.

Figura 7 - Modelo Pressões, Estado e Respostas segundo a EPA - 2000



Estas noções estão mescladas quando se pergunta sobre as vantagens e as incertezas associadas à preservação ou à perda da biodiversidade. Nesta perspectiva, muitos autores defendem o princípio da precaução como regra a ser seguida uma vez que não são conhecidos totalmente os recursos e as possibilidades presentes na biodiversidade (Dickson, et al., 2005). Se todos concordam com o princípio da precaução por que ele não se manifesta e se transforma na estratégia dominante? Como sabemos, apesar do princípio da precaução possuir qualidades inerentes e reconhecidas por todos, ele não traz, neste momento, o maior valor esperado, na acepção de Pascal, portanto, ficará condicionado à estratégia de difusão da cultura da soja pelo cerrado em detrimento da sua preservação, por exemplo.

O próximo passo da Teoria da Decisão foi dado com o surgimento da Teoria da Probabilidade Subjetiva (Weatherford, 1982), fundada a partir dos trabalhos de Frank Ramsey (Ramsey, 1974), Bruno de Finetti (Finetti, 1975) e Leonard Savage (Savage, 1972). Assim, foi estruturada uma análise estatística voltada para situações em que apenas probabilidades subjetivas estão disponíveis. Neste momento, foi assumida na economia a noção que as pessoas se comportam como agentes racionais que tomam decisões reais sempre envolvidas em riscos (Horowitz, et al., 2006).

---

É difícil precisar o risco de perder alguma coisa que não se conhece precisamente. Qual é o risco de se perder uma biodiversidade que não é conhecida ou explorada? Novamente, estamos diante do paradoxo de saber que existe um potencial enorme a ser conhecido e explorado – contido na biodiversidade – e ao mesmo tempo, submetidos à lógica da estratégia dominante que reclama o retorno do maior valor esperado por uma ação. Conservar ou explorar as florestas? Colocada a questão nestes termos, se avança para uma situação onde a perspectiva psicossocial dos indivíduos passa a ser decisiva na relação sociedade-natureza.

Antonello Gerbi, por exemplo, relata as visões de Hegel e Buffon sobre a inferioridade das espécies da América, a inexistência de grandes animais selvagens, a degenerescência dos animais domésticos, a natureza hostil, a impotência do selvagem e a fria umidade do ambiente que eram encontradas no Novo Mundo (Gerbi, 1996). A matança de bisões nas pradarias do oeste norte-americano foi retratada em livros e filmes ao mesmo tempo em que o gado bovino era multiplicado pelos campos, o mesmo se pode falar do avanço das terras aradas que avançavam sobre os campos silvestres norte-americanos que fizeram germinar os cereais trazidos da Europa. O sucesso agrícola norte-americano se fez mediante a substituição de uma paisagem anterior, pretérita, que foi substituída por outra, nova, européia, econômica e produtiva (Petulla, 1977).

As visões subjetivas, culturais, são importantes no processo de tomada de decisão. Neste sentido, a Teoria da Decisão ganhou novos avanços e complementos, sofisticando-se ainda mais com os trabalhos de Allais (Allais, et al., 1995) e Ellsberg (Ellsberg, 2001). Maurice Allais e Daniel Ellsberg mostraram, cada um a seu modo, que a tomada de decisão não era um procedimento claro, ela, de fato se faz mediante escolhas que podem ser nebulosas, apoiadas em lógicas difusas. Esta linha de investigação aprofundou-se ainda mais com as contribuições de Kahneman e Tversky (Kahneman, et al., 2000). A Teoria da Perspectiva, de Daniel Kahneman e Amos Tversky, colocou a economia comportamental em bases e evidências mais sólidas. Eles enfatizaram que, na realidade humana, as perdas parecem maiores do que os ganhos, as pessoas estão mais focadas em mudanças, em seus estados de utilidade, do que os próprios estados em si. Assim, os cálculos de probabilidades subjetivas são fortemente

---

influenciados por esta perspectiva. Portanto, cabe levantar neste momento, se estamos mais preocupados nos estados de utilidade, do que nos estados em si. Uma política pública precisa estar alinhada a objetivos e escolhas, como por exemplo, do tipo: as terras do Norte e Noroeste Fluminenses devem ficar livres de florestas e prontas para o cultivo e criação conservando, marginalmente, redutos e refúgios das formações vegetais originais para futuros estudos e pesquisas.

Só é possível frear esta perspectiva (a decisão de manter as terras livres de florestas) trazendo para a realidade da agroindústria fluminense um novo status jurídico-político capaz de frear a estratégia dominante. Este ponto da argumentação, baseado nos pressupostos da Teoria da Perspectiva de Kahneman e Tversky, é forçar a mudança de entendimento da questão, do problema, da perspectiva que existe a possibilidade de realização de valor com a conservação ou preservação florestal o valor esperado das terras do cerrado, da Amazônia ou de qualquer outro ecossistema. Esta alternativa torna-se particularmente importante quando se quer defender uma conduta de reforçar os mecanismos jurídicos de preservação da biodiversidade. A queimada das florestas quer estejam em terras públicas ou privadas, a erosão dos solos e a poluição das águas, a princípio, não favorece ninguém e este sentimento de perda de qualidade ambiental pode mobilizar a sociedade em geral a forçar um novo acordo, um novo ponto de equilíbrio, onde as pressões sobre a biodiversidade possam ser freadas diante da multiplicação de externalidades ambientais negativas (Amaral, 2007).

Na Teoria dos Jogos, pode-se estabelecer um equilíbrio entre possibilidades, estratégias e decisões. O Equilíbrio de Nash é maneira de obter uma estratégia ideal para jogos que envolvem dois ou mais jogadores (Nash, 1996). O equilíbrio é estabelecido no momento em que nenhum jogador terá maiores benefícios alterando a sua estratégia mediante o conjunto de alternativas disponíveis. Neste sentido, é preciso restringir as possibilidades de ação da agroindústria da soja no cerrado caso se queira conseguir a preservação deste ecossistema. Para o caso fluminense seria necessário inibir a manutenção e expansão das pastagens. Assim, a precificação das externalidades ambientais negativas (Lei n. 6.938/81) a obrigatoriedade de avaliação dos impactos ambientais (Lei n° 6.938/81), a introdução do conceito de poluidor-pagador na legislação brasileira (Lei n° 6.938/81), a reparação do dano ambiental (Lei n° 6.938/81) e a recente perspectiva trazida pela lei dos crimes ambientais (Lei n° Lei n° 9.605/98)

---

apontam na direção clara do estabelecimento de um novo ponto de equilíbrio para a realização da estratégia dominante.

Mesmo assim, existe um ponto vulnerável nesta estratégia que repousa exatamente na sua consecução. Cabe perguntar: haverá fiscais, juízes, especialistas e promotores em número suficiente para deter os abusos e coibir as ilegalidades ambientais, mais ainda, os tempos de processamento dos recursos e processos serão suficientemente rápidos a ponto de deter os responsáveis antes da provocação de estragos irreparáveis? Como determinar se uma queimada realizada numa propriedade decorreu de forma acidental ou criminosa? O conjunto de penas monetárias e de privação de liberdade, por exemplo, serão cumpridas de modo a deter os infratores diante da expectativa da realização de novos ilícitos? Sabidamente, os processos levam anos para serem julgados e as queimadas e desmatamentos são realizados a cada ciclo anual. Mesmo com as informações geoespaciais disponíveis, existem claros sinais que o processamento das informações presentes nos autos processuais raramente acabam condenado os infratores (Barrteo, et al., 2009).

Os avanços recentes da modelagem espacial baseada em “agentes” (*Agent-Based Modelling – ABM*) fornece uma metodologia capaz de auxiliar a interpretação de sistemas complexos uma vez que ela consegue explicar como ações coletivas podem emergir a partir de um comportamento social individual. Um dos desafios importantes desta modelagem está baseado no comportamento de “agentes” que realizam ações explícitas em um ambiente espacialmente determinado. Os “agentes” precisam estar conectados por uma representação do mundo, por uma mentalidade coletiva, por um modo de agir compartilhado socialmente. Deste modo, a decisão racional de aproveitar as terras ao máximo para gerar valor para os seus proprietários pode desencadear um processo generalizado de desmatamento e, através de interpretação de dados geoespaciais é possível observar um padrão de ocupação territorial baseado no comportamento de “agentes” individuais (Lima, et al., 2009).



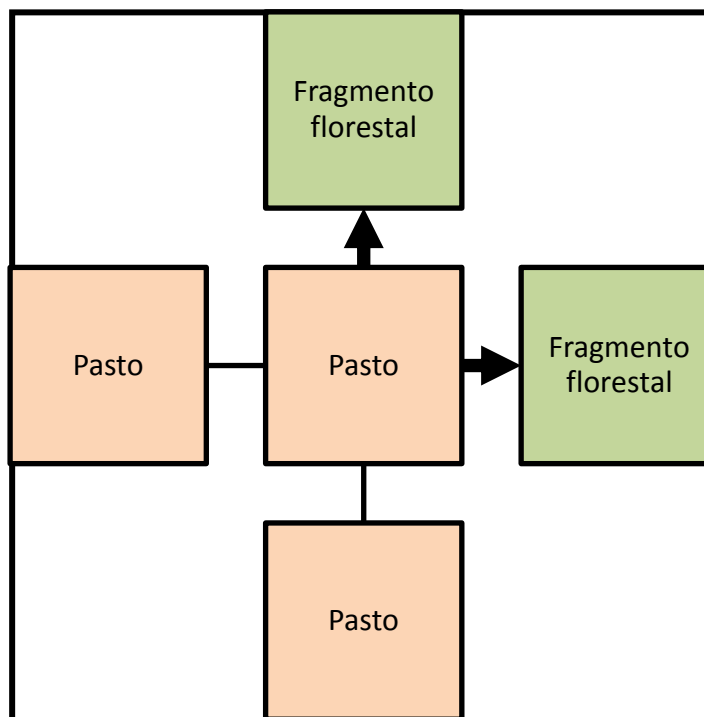
---

### ***Agent-Based Modelling – ABM como ferramenta explicativa das alterações de uso do solo***

Recentemente, as técnicas de ABM estão sendo utilizadas como ferramentas explicativas que auxiliam a interpretação e simulação das alterações de uso do solo em função de decisões possíveis que podem ser tomadas por um conjunto de agentes (Parker, et al., 2004). Com o advento SOS sistema de informação geográficos, foi possível digitalizar o uso do solo com grande rapidez e frequência uma vez que estes sistemas podem interpretar grandes volumes de dados gerados pelas imagens obtidas por sensoriamento remoto.

Com o objetivo de incluir regras de decisão às unidades espaciais mapeadas, a técnica do ABM foi transplantada para os ambientes geo-informacionais, permitindo atribuir às unidades espaciais comportamentos dinâmicos a partir das informações disponíveis de um agente. Com a inclusão de agentes às unidades espaciais mapeadas, pode-se explicitamente expressar ou simular o comportamento de um determinado agente em função das alterações do entorno, por exemplo, ou em função de oportunidades observadas nas imediações vizinhas. No exemplo ilustrado na Figura 8- Modelagem baseada em agentes com o objetivo de prever a direção de alteração do uso do solo de floresta para pasto, os movimentos previstos para um determinado agente que pretende realizar valor com a derrubada da floresta e expansão da criação em uma determinada propriedade, pode-se, com o auxílio de regras de processamento prever quais serão os próximos fragmentos que estarão sujeitos a serem removidos.

*Figura 8- Modelagem baseada em agentes com o objetivo de prever a direção de alteração do uso do solo de floresta para pasto*



Um agente pode tomar decisões sobre o uso da terra em um determinado número de células, conforme a sua disponibilidade de recursos e em função da sua expectativa em relação ao comportamento dos demais agentes. Deste modo, pode-se atribuir aos padrões de uso do solo mapeados, um determinado comportamento. Uma breve revisão da literatura aponta diversos estudos e aplicações de modelagem baseada em agentes para explicar as alterações de uso do solo, com destaque para: práticas agrícolas, reflorestamento, desmatamento e expansão urbana (Matthews, et al., 2007).

### **Existe um paradoxo entre a exploração da biodiversidade e a utilização das terras para a agricultura e pecuária?**

Difundir a noção da exploração sustentável da biodiversidade como acontece na Finlândia (Palo, et al., 2001), por exemplo, é um desafio e uma oportunidade. A Finlândia mantém 76 % da sua superfície coberta por florestas. A silvicultura finlandesa pratica-se mediante elevado número de proprietários florestais privados. Durante os últimos 40 anos, a taxa de crescimento anual das árvores tem sido até 20-30 % superior aos cortes. Graças aos incontáveis programas e decisões de proteção a Finlândia conta com quase três vezes mais áreas florestais protegidas do que há 30 anos.

---

O serviço florestal brasileiro foi instituído recentemente, mas, diferentemente do sistema finlandês, está baseado na gestão de florestas públicas. O Cadastro Nacional de Florestas Públicas (CNFP) é um instrumento de planejamento da gestão florestal (Lei nº 11.284/06, regulamentada pelo Decreto nº 6.063/07) do Serviço Florestal Brasileiro (Lei nº 11.284/06). Novamente, estamos diante de um sistema onde as terras não são de ninguém e a exploração é realizada mediante a concessão pública. Drummond, *op. cit.*, argumenta que o desenvolvimentismo - corrente que defende o desenvolvimento econômico a qualquer preço, a qualquer custo - sempre teve muita força no Brasil, e a gênese deste sistema estaria assentada na *enfiteuse romana* - onde o Estado cede terras para determinados senhores, que além de pagarem impostos assumiam postos na vida pública, judicial, militar e fiscal (Herculano, 1987). A enfiteuse romana garante o alinhamento de interesses entre a elite econômica e política da sociedade com o Estado.

O modelo de gestão finlandês esta baseado, dentre outras técnicas, num modelo familiar a muitas empresas brasileiras, denominada análise *SWOT*<sup>7</sup>. Na utilização desta técnica é preciso especificar o objetivo do empreendimento ou do projeto e identificar os fatores internos e externos que são favoráveis e desfavoráveis para a consecução desse objetivo (Kangas, et al., 2008). Explorar sustentavelmente a biodiversidade finlandesa é a premissa central da estratégia, o ponto focal do equilíbrio, o caminho para o desenvolvimento sem comprometimento da qualidade ambiental.

A análise *SWOT* deve iniciar com a definição de um estado final desejado ou objetivo. Para o propósito desta tese, poderia ser considerado como estado final desejado a exploração das florestas mantendo a preservação biodiversidade (IPEA, 2007). O Ponto Forte desta estratégia é o de manter a atividade de exploração ao mesmo tempo em que a biodiversidade é preservada. Caso os ciclos de vida das espécies e a inter-relação entre elas não sejam devidamente conhecidos, a exploração sustentável da biodiversidade passa não mais a ocorrer, transformando um Ponto Forte num Ponto Fraco da estratégia, desestabilizando os sistemas florestais que porventura estejam

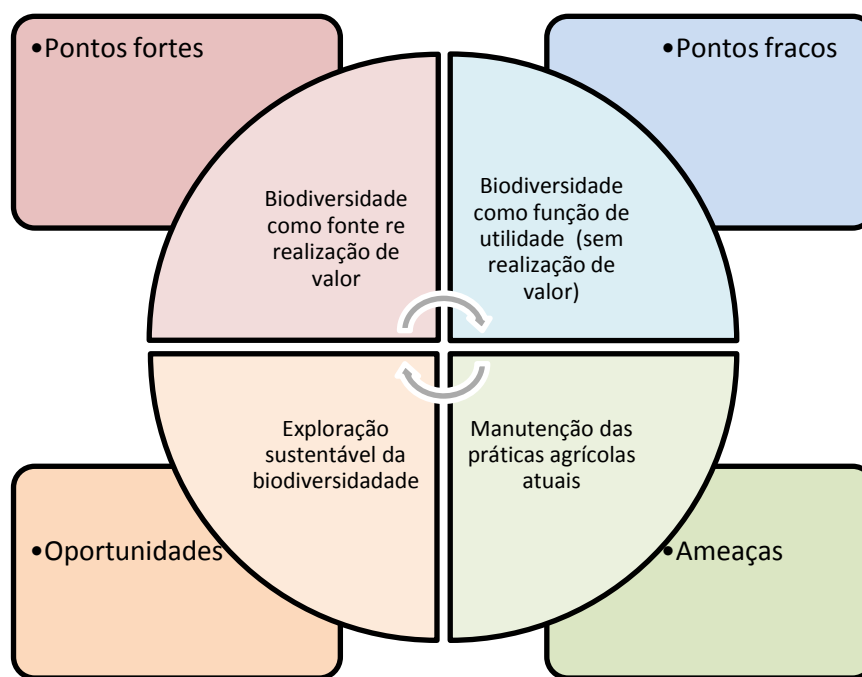
---

<sup>7</sup> Strengths, Weaknesses, Opportunities, and Threats – *SWOT* - Método de planejamento estratégico utilizado para avaliar os Pontos Fortes, Pontos Fracos, Oportunidades e Ameaças envolvidos em um projeto ou risco de implantação de um negócio.

sendo explorados, comprometendo a diversidade e o número de indivíduos, de uma mesma espécie, presentes numa determinada área que esteja sendo explorada (Ricklefs, 1996).

A exploração da biodiversidade<sup>8</sup> precisa ser entendida como uma oportunidade na técnica *SWOT* conforme ilustrado na *Figura 9- Análise SWOT da biodiversidade como fonte de realização de valor*, uma vez que a biodiversidade brasileira representa cerca de 20% de toda a biodiversidade do planeta (Governo Federal - Ministério do Meio Ambiente, 2004). A posição brasileira é altamente favorável diante do quadro internacional quer seja analisada através da extensão territorial dos estoques remanescentes ou mediante as possibilidades de agregação de novas espécies às cadeias produtivas do agronegócio nacional (Caldas, 1998).

*Figura 9- Análise SWOT da biodiversidade como fonte de realização de valor*



<sup>8</sup> São 55 mil espécies vegetais ou 22% do total do planeta; 524 mamíferos (dos quais 131 endêmicos), 517 anfíbios (294 endêmicos), 1.622 aves (191 endêmicas) e 468 répteis (172 endêmicos), além de 3 mil espécies de peixes de água doce e provavelmente entre 10 a 15 milhões de insetos (muitos de famílias ainda não descritas). Só a Amazônia detém 26% das florestas tropicais remanescentes no mundo.

---

As ameaças na análise *SWOT* estão voltadas para a identificação das condições externas que podem causar danos ao objetivo inicial que foi estabelecido onde o aproveitamento econômico da biodiversidade é a base da estratégia. Como se sabe, as florestas tropicais existem a dezenas de milhões de anos, portanto são sistemas altamente experimentados, complexos e adaptados às variações ambientais, entretanto muito vulneráveis às práticas agrícolas experimentadas nos últimos séculos no Brasil, portanto, a vulnerabilidade da biodiversidade está muito mais relacionada às práticas dos sistemas agroindustriais do que às variabilidades ambientais (Dean, 1996). Diante desta afirmação é plausível supor que técnicas agroindustriais superiores, desenvolvidas com o objetivo de garantir a qualidade da biodiversidade reduzam o risco das ameaças que ora se levantam contra a biodiversidade, principalmente a tropical (Noordwijk, et al., 2004).

A biodiversidade não está somente ameaçada pelas práticas agroindustriais rudimentares. Exemplo notável é o da pressão exercida sobre a vegetação endêmica (Carreira, et al., 2003) que ocorre sobre as cangas metalíferas da Amazônia Oriental que hoje se encontram fortemente ameaçadas com a expansão pela demanda do minério de ferro que ocorre atualmente. A conservação da biodiversidade nas regiões de exploração mineral é um desafio quando a atividade conta com benefícios especiais garantidos, por exemplo, pelo Decreto-Lei nº 1.813/1980, que institui regime especial de incentivos para os empreendimentos integrantes do Programa Grande Carajás.



---

**Parte IV**

**Construindo cenários de fragmentação florestal: pressão antrópica, dinâmica urbana e formação de pastagens**

---

## A dinâmica urbana

O Estado do Rio de Janeiro representa 0,5% do território brasileiro, abriga cerca de 8% da população do país e possui a maior densidade demográfica - 365 hab/km<sup>2</sup>, com a quase totalidade de sua população (96,7%) residindo em áreas urbanas (IBGE, 2011).

A organização econômica e social do Estado é marcada por elevada concentração espacial da população, dos recursos e das atividades produtivas, delineada ao longo de seu processo de ocupação e desenvolvimento. A concentração metropolitana tem raízes históricas, que remetem ao papel desempenhado pela cidade do Rio de Janeiro na formação econômica e social brasileira.

Os primeiros anos do século XX representaram, para o Brasil, a transição entre a economia tradicional agrária e a urbano-industrial. Surgiram, nesta época, as primeiras indústrias têxteis na Cidade do Rio de Janeiro e em Magé, além de outras pequenas fábricas, quase artesanais. Neste período, o crescimento da população passou a se processar em ritmo acelerado.

A partir da década de 1940, com a expansão de atividades industriais e de serviços, além da decadência da atividade primária, aumentou o fluxo de migrantes atraídos pelas oportunidades dos grandes centros urbanos.

A intensificação dos movimentos migratórios para a Cidade do Rio de Janeiro acarretou o adensamento de suas áreas suburbanas e o conseqüente aumento do preço das terras ali existentes. Este fato, aliado à realização de grandes obras de saneamento na Baixada da Guanabara, à eletrificação da Estrada de Ferro Central do Brasil e à implantação da tarifa única no sistema ferroviário do Grande Rio, induziu à maciça ocupação da periferia da Cidade. Este movimento acompanhou os trilhos do trem, principalmente no sentido dos ramais de Japeri e Belford Roxo. Os municípios vizinhos passaram a crescer a taxas elevadíssimas e a maior rapidez de deslocamento, proporcionada pela expansão da rede, permitiu a integração de áreas mais longínquas, como Guapimirim e Piabetá.

A subsequente melhoria da malha rodoviária e a expansão acelerada do transporte rodoviário permitiram a integração de áreas não servidas, ou não atendidas adequadamente, pelos ramais ferroviários, criando novos eixos de expansão urbana. Tal



movimento ocorreu principalmente na porção oriental da Baía de Guanabara, a partir da construção da Ponte Rio-Niterói.

Em decorrência deste processo, acentua-se, no período do pós segunda grande guerra, uma disparidade entre as regiões do Estado do Rio de Janeiro, em termos populacionais, com forte concentração na Região Metropolitana. A partir da década de 1980, entretanto, percebe-se que, embora a concentração se mantenha fortemente acentuada, começa a haver uma redução no ritmo de crescimento do núcleo metropolitano e uma aceleração do crescimento nos municípios de outras regiões do Estado.

A partir de 1991, dentre as regiões mais dinamizadas do interior, a região dos lagos, a da Baía da Ilha Grande, a de Macaé - voltada para as atividades de exploração de petróleo e gás natural e a região industrial do Médio Paraíba, apresentam crescimento demográfico superior aos índices do Estado. Embora faça parte do mesmo grupo, a Região Serrana foge a esse padrão. Em oposição àquelas, as regiões que apresentam crescimento menor do que o do Estado são predominantemente aquelas onde a estrutura produtiva ainda tem forte participação do setor agropecuário. A Região Metropolitana acompanha o mesmo ritmo de crescimento deste último grupo, ver Tabela 5- Taxa média geométrica de crescimento anual, taxa de urbanização e densidade demográfica, segundo os municípios do Estado do Rio de Janeiro - 2010.

*Tabela 5- Taxa média geométrica de crescimento anual, taxa de urbanização e densidade demográfica, segundo os municípios do Estado do Rio de Janeiro - 2010*

Municípios	Taxa média geométrica de crescimento anual da população 2000 - 2010	Taxa de urbanização – 2010 (%)	Densidade Demográfica – 2010 (hab./km <sup>2</sup> )
<b>Estado</b>	<b>1,06</b>	<b>96,7</b>	<b>365,23</b>
Angra dos Reis	3,58	96,3	205,45
Aperibé	2,45	86,9	107,92
Araruama	3,07	95,1	175,55
Areal	1,44	86,9	102,99
Armação dos Búzios	4,23	100,0	392,16
Arraial do Cabo	1,50	100,0	172,91
Barra do Pirai	0,69	97,0	163,70
Barra Mansa	0,41	99,1	324,94
Belford Roxo	0,77	100,0	6031,38
Bom Jardim	1,13	60,3	65,86

Bom Jesus do Itabapoana	0,51	84,5	59,13
Cabo Frio	3,92	75,4	453,75
Cachoeiras de Macacu	1,12	86,5	56,90
Cambuci	0,11	76,2	26,40
Campos dos Goytacazes	1,31	90,3	115,16
Cantagalo	0,00	70,7	26,47
Carapebus	4,42	78,9	43,36
Cardoso Moreira	0,00	69,5	24,02
Carmo	1,32	77,3	54,07
Casimiro de Abreu	4,78	80,7	76,71
Comendador Levy Gasparian	0,32	96,1	76,53
Conceição de Macabu	1,22	86,5	61,08
Cordeiro	0,94	97,2	175,59
Duas Barras	0,56	70,8	29,14
Duque de Caxias	0,98	99,7	1828,51
Engenheiro Paulo de Frontin	0,85	71,9	99,57
Guapimirim	3,10	96,6	142,70
Iguaba Grande	4,24	100,0	439,91
Itaboraí	1,52	98,8	506,56
Itaguaí	2,90	95,5	395,45
Italva	1,09	72,8	47,86
Itaocara	-0,05	75,7	53,09
Itaperuna	1,01	92,2	86,71
Itatiaia	1,53	96,6	117,41
Japeri	1,38	100,0	1166,37
Laje do Muriaé	-0,55	75,3	29,95
Macaé	4,55	98,1	169,89
Macuco	0,76	87,2	67,80
Magé	1,00	94,7	585,13
Mangaratiba	3,89	88,1	103,25
Marica	5,21	98,5	351,55
Mendes	0,37	98,7	184,83
Mesquita	0,14	100,0	4310,48
Miguel Pereira	0,31	87,3	85,21
Miracema	-0,08	92,2	88,15
Natividade	-0,03	79,9	39,00
Nilópolis	0,24	100,0	8117,62
Niterói	0,60	100,0	3640,80
Nova Friburgo	0,49	87,5	195,07
Nova Iguaçu	0,54	98,9	1527,60
Paracambi	1,53	88,5	262,27
Paraíba do Sul	0,94	88,0	70,77
Paraty	2,42	73,8	40,57

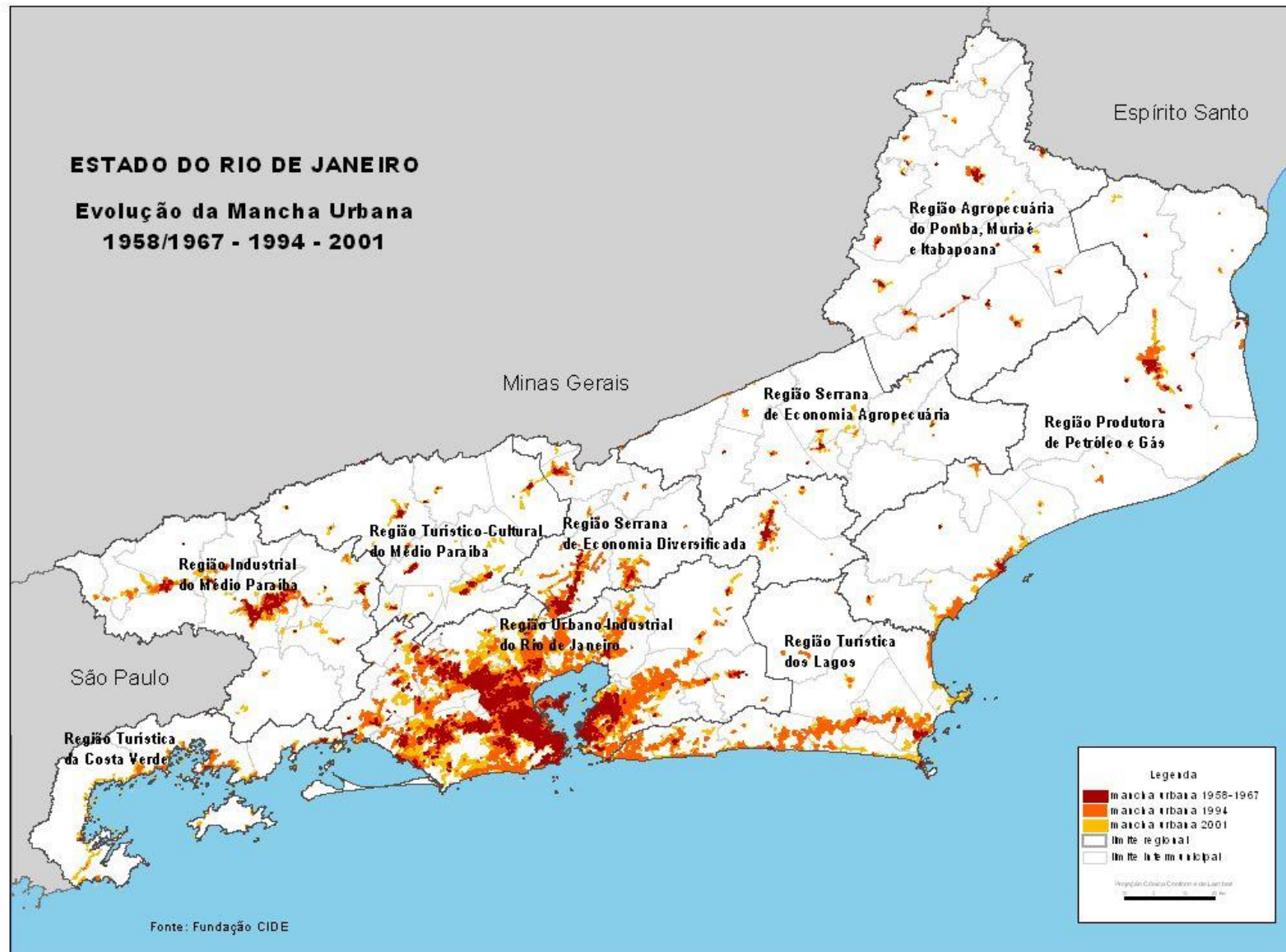
Paty do Alferes	0,56	70,5	82,68
Petrópolis	0,32	95,1	371,85
Pinheiral	1,55	89,8	296,86
Pirai	1,75	79,2	52,07
Porciúncula	1,08	78,2	58,80
Porto Real	3,21	99,4	326,95
Quatis	1,77	94,0	44,72
Queimados	1,24	100,0	1822,60
Quissamã	4,00	64,2	28,40
Resende	1,37	93,8	109,35
Rio Bonito	1,12	74,3	121,70
Rio Claro	0,71	79,0	20,73
Rio das Flores	1,16	69,6	17,90
Rio das Ostras	11,24	94,5	461,38
Rio de Janeiro	0,76	100,0	5265,81
Santa Maria Madalena	-0,15	57,5	12,67
Santo Antonio de Pádua	0,48	76,6	67,27
São Fidelis	0,20	79,1	36,39
São Francisco de Itabapoana	0,05	51,0	36,84
São Gonçalo	1,16	99,9	4035,90
São João da Barra	1,69	78,5	71,96
São João de Meriti	0,20	100,0	13024,56
São Jose de Ubá	0,88	44,2	27,98
São Jose do Vale do Rio Preto	0,49	44,5	91,87
São Pedro da Aldeia	3,35	93,5	264,05
São Sebastião do Alto	0,57	51,8	22,36
Sapucaia	0,21	75,7	32,38
Saquarema	3,53	94,9	209,96
Seropédica	1,82	82,2	275,53
Silva Jardim	0,04	75,5	22,77
Sumidouro	0,50	36,5	37,67
Tanguá	1,66	89,2	211,21
Teresópolis	1,72	89,3	212,49
Trajano de Moraes	0,25	46,5	17,44
Três Rios	0,73	97,1	237,42
Valença	0,80	86,6	55,06
Varre-Sai	1,89	61,1	49,85
Vassouras	0,90	67,4	63,94
Volta Redonda	0,63	100,0	1412,75

Fonte: CEPERJ

Essa dinâmica confirma o processo de desconcentração metropolitana e indica um crescente dinamismo econômico no interior, decorrente de mudanças importantes na

---

organização das atividades produtivas no Estado. A distribuição do ritmo desse processo, através da situação da mancha urbana em todo o território estadual, foi obtida a partir de três conjuntos documentais: 1958-1967 - a partir da digitalização das folhas topográficas do IBGE e da Diretoria do Serviço Geográfico do Exército (DSG); 1994, obtida através de interpretação de imagens do satélite LandSat 5; 2001, obtida através de interpretação de imagens do satélite LandSat 7.



Fonte: CIDE

O incremento das taxas de crescimento da população é inevitavelmente acompanhado por aumento das exigências impostas ao meio ambiente para a provisão de recursos naturais e a absorção de resíduos de origem antrópica. Historicamente, entretanto, ao ritmo das novas exigências não corresponderam políticas públicas que garantissem a provisão adequada de infraestrutura básica e a preservação do meio ambiente. Sabidamente, a falta de oferta de habitação acessível aos migrantes que demandavam os centros urbanos deu origem a ocupações desordenadas e inadequadas do solo. A deficiência de fornecimento de serviços básicos de luz, água, recolhimento de esgoto e lixo nesses centros, levou à improvisação de soluções, de maneira geral impactantes para o meio ambiente. No que pese alguns programas localizados, visando saneamento, urbanização, eletrificação, o problema persiste.

Note-se que as ocupações desordenadas e suas implicações não são exclusivas da capital e seus arredores. Conforme registrou Maria do Carmo Corrêa Galvão, já em 1986, “cidades industriais, como Volta Redonda, Resende e Campos; cidades de veraneio e de turismo, como Teresópolis, Miguel Pereira ou Cabo Frio; e cidades com funções quase que exclusivamente de prestação de serviços, como Natividade, Porciúncula e Laje do Muriaé, abrigam hoje favelas que se expandem e multiplicam”, fruto de ações políticas diversas e do processo de decadência da economia agrária (Galvão, 1986).

Dentre os serviços deficitários crônicos, tem especial relevância, por seu impacto ao meio ambiente, o tratamento dos resíduos sólidos. De acordo com o IBGE, em 2000, cerca de 80% dos municípios do Estado do Rio de Janeiro ainda mantinham vazadouros de lixo a céu aberto, os chamados “lixões”. Em 15% desses municípios há aterro sanitário controlado e apenas 5% têm aterro licenciado e com balança para correta pesagem de resíduos. Em todo o Estado, apenas Nova Iguaçu, Pirai, Macaé e Rio das Ostras dispõem de aterro sanitário licenciado pela FEEMA.

Na Região Urbano Industrial, o aterro sanitário de Gramacho – recentemente fechado – recebeu durante décadas os resíduos sólidos dos municípios do Rio de Janeiro, Duque de Caxias, São João de Meriti, Nilópolis e Queimados – correspondente a cerca de 55% do total do Estado. Este aterro tem sua vida útil já totalmente esgotada e, continuando ativo, concentra sérios problemas ambientais.

Ganham destaque, neste quadro crítico, algumas iniciativas inovadoras. Com o Projeto da Central de Tratamento de Resíduos Sólidos de Nova Iguaçu, o Estado do Rio de Janeiro foi pioneiro no uso de créditos de carbono através de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL). Este projeto minimiza a emissão dos gases do efeito estufa basicamente com o

aproveitamento energético do Biogás, passando a ser referência nacional e internacional no assunto.

Na década de 1990, uma nova solução de sobrevivência se delineou e ganhou expressão crescente para a população que, premida pela decadência das atividades agrárias, enfrentava a saturação dos centros urbanos tanto no que diz respeito a espaço de moradia, quanto a emprego. São assentamentos, ocupados por famílias de trabalhadores oriundos de áreas agrícolas, que têm o INCRA como órgão responsável pela titulação da terra.

Os assentamentos recebem assistência de diversos órgãos governamentais e não governamentais visando atender às demandas ambientais. Esta assistência se dá, entre outras coisas, no sentido de nortear o processo de ocupação e fornecer orientação quanto a práticas agrícolas sustentáveis. Da parte do INCRA, inclui a elaboração de “Plano de Desenvolvimento do Assentamento” (PDA), cuja implementação é condição para a sua emancipação. Poucos assentamentos, entretanto, possuem PDA. A inexistência deste instrumento, muitas vezes, acarreta problemas de controle na densidade da ocupação e de inadequação à legislação ambiental vigente.

Na origem dos problemas previamente relacionados percebe-se a carência de um planejamento, por parte do INCRA, que incluía uma análise prévia da vulnerabilidade e potencialidade das áreas destinadas, em princípio, à ocupação. Em alguma medida, o presente trabalho pretende colaborar para o preenchimento dessas lacunas.

### **Novas Dinâmicas na Economia no Estado do Rio de Janeiro**

O ordenamento territorial no Estado do Rio de Janeiro apresenta mudanças importantes, em face de um maior dinamismo econômico, que redefinem as formas de uso e gestão do território fluminense. Destaca-se nesse processo o redirecionamento de localização de empreendimentos industriais e extrativistas.

A reorganização espacial da economia no território fluminense altera as relações e formas de inserção dos lugares na organização social do Estado. Uma nova regionalização ocorre como resultante das novas tendências de localização e desenvolvimento das atividades econômicas, que apontam para a busca de vantagens locais fora dos eixos metropolitanos e potencializam, por meio da utilização de novas tecnologias, a exploração de

recursos minerais, gerando possibilidades de beneficiamento e agregação de valores a esses recursos.

Isso requalifica os espaços sociais, atribuindo novos e diversificados papéis às atividades produtivas e aos sujeitos, agentes e instituições que produzem esse espaço, configurando novas regiões produtivas. Também produzem mudanças nos espaços localizados entre uma região produtiva e outra, na medida em que ocorrem mediações técnicas e sociais importantes, que redefinem esses espaços intersticiais.

A reestruturação produtiva e econômica fluminense, todavia, não é igualmente distribuída em todo o território. É mais intensa e evidente onde a economia se consolida sob bases industriais reestruturadas, ou impulsionadas a partir da nova conjuntura econômica mundial. Isto significa que, dentre as áreas mais industrializadas, as que absorvem e ampliam suas relações com as atividades produtivas globalizadas são as que influenciam mais diretamente o novo dinamismo econômico e territorial.

Particularmente, no território fluminense, isso se evidencia nas mudanças ocorridas nas Regiões do Petróleo e Gás Natural, Industrial do Médio Paraíba e Urbano-Industrial.

No primeiro caso, as mudanças se estruturam sobre o crescimento das atividades extrativistas minerais, que se dá simultaneamente à decadência da produção sucroalcooleira, antes predominante na região. Este processo, além de criar, em Macaé, um novo núcleo dinâmico da economia regional (antes apenas em Campos dos Goytacazes), promove um intenso impulso no mercado imobiliário e no setor de construção civil dos municípios próximos a esta cidade. No segundo caso, as mudanças se dão a partir da reestruturação dos setores metal-mecânico e químico, historicamente ali operantes, e da instalação do setor automobilístico, que vem alterando tanto o perfil industrial quanto o ordenamento territorial nessa região. Por fim, identifica-se na metrópole (situada na Região Urbano-Industrial) um processo de mudança de uma economia predominantemente industrial para uma de serviços.

### **Investimentos e projetos que implicam mudanças no território**

Os processos assinalados anteriormente permitem trabalhar com a definição de um eixo dinâmico no Estado, que interliga a Região Industrial do Médio Paraíba e a Região Urbano-Industrial a partir da consolidação das atividades do setor metal-mecânico –



particularmente o setor siderúrgico – e da ampliação das bases portuárias. Em direção ao norte do Estado, um eixo, que se pode denominar petro-gás-químico, interliga as Regiões Urbano-Industrial e do Petróleo e Gás Natural.

O eixo formado na direção do Médio Paraíba expressa um movimento de ampliação das atividades industriais, antes centradas no Município de Volta Redonda, para os Municípios de Resende e Porto Real, com a instalação do setor automobilístico. Tais mudanças vêm induzindo a produção e a ampliação de infraestrutura logística, particularmente a reestruturação do Porto de Sepetiba, duplicação de rodovias (destaque para a BR-101 sul) e da ferrovia (escoamento de minério e carvão), bem como a reestruturação do anel ferroviário de Barra Mansa. A cidade de Volta Redonda, nesse processo, assume a condição de centro regional de serviços, produzindo sinergias que permitem maior integração intra-regional e apoio às novas atividades industriais e de logística, estendendo sua influência às regiões economicamente mais deprimidas, como a Turístico-Cultural do Médio Paraíba.

Na Região Urbano-Industrial, vários processos denotam mudanças e promovem um deslocamento para além de seu núcleo (Rio de Janeiro). O primeiro refere-se a um esvaziamento das atividades industriais no núcleo metropolitano, ampliando as atividades do setor terciário, especialmente as relacionadas ao turismo e aos serviços e empreendimentos de alto padrão tecnológico. Tal fato promove deslocamento de população e de novos investimentos industriais e serviços para os municípios situados na franja metropolitana, os quais apresentam os maiores índices de crescimento populacional da região. Nesse sentido, a nova configuração regional – Região Urbano-Industrial – inclui municípios que não estão formalmente inseridos na Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ), mas que estão associados a essa nova dinâmica.

A porção oeste da Região Urbano-Industrial se apresenta como um novo eixo de desenvolvimento econômico, em função da constituição do novo pólo siderúrgico – instalação da Companhia Siderúrgica do Atlântico - CSA e nova Companhia Siderúrgica Nacional - CSN – e da ampliação do Porto de Sepetiba. Fenômeno semelhante se observa na porção leste da Baía de Guanabara, com a implantação do Complexo Petroquímico do Estado do Rio de Janeiro - COMPERJ, no Município de Itaboraí, que consiste na construção de uma refinaria e na implantação de um pólo petroquímico.

Para atender à demanda logística dessas novas áreas, está sendo construído o Arco Metropolitano do Rio de Janeiro, que compreende a construção de um eixo rodoviário interligando os dois empreendimentos (Porto de Sepetiba e COMPERJ). Além disto, o Arco

impulsionará a integração de todos os municípios da franja metropolitana, tornando-se o principal vetor de dinamização econômica destes municípios.

O dinamismo instituído por esses empreendimentos já se manifesta na organização de consórcios municipais, particularmente o Consórcio de Desenvolvimento do Leste Fluminense - CONLESTE, que agrega 11 municípios, promovendo um processo de configuração de metrópole expandida, pois inclui municípios de diferentes regiões. Ao mesmo tempo, começam a se intensificar na região diretamente impactada pelo COMPERJ processos ligados à especulação imobiliária e ao surgimento de novos negócios que possibilitam o maior adensamento populacional, fenômeno que é demonstrado pelo índice de concentração de população de baixa renda, que identifica, nesta região, oportunidades de trabalho, inexistentes em áreas de economia deprimida.

Por fim, na direção desse eixo leste, registra-se a formação da Região do Petróleo e Gás Natural, a que representa mais fielmente a nova dinâmica econômica e as mudanças no ordenamento do território. Trata-se de um processo que altera o padrão de ocupação humana e de atividades econômicas, na medida em que reduz significativamente a participação do setor primário da economia, tradicionalmente baseada na atividade sucro-alcooleira. O início da exploração comercial de petróleo e gás na Bacia de Campos, em 1987, condicionou a ampliação da base logística de exploração no Município de Macaé, tornando a sua sede um novo centro regional, dinamizando seu núcleo urbano e influenciando no dinamismo dos municípios situados em seu entorno.

As atividades instaladas na cidade de Macaé geram demandas para o setor imobiliário, que mudam a feição e o dinamismo de sua urbanização e de cidades vizinhas. Por um lado, estimulam a produção de novas habitações e redes hoteleiras para atender à demanda emergente e, por outro, estimulam a imigração de trabalhadores em busca de oportunidades, o que induz à ocupação desordenada do solo urbano e à favelização.

O processo de produção de novas habitações é visível nos municípios situados ao sul da cidade de Macaé, com destaque para Rio das Ostras e Cabo Frio, sendo esses os que apresentam os maiores índices de crescimento populacional no Estado.

Ao norte de Macaé, Campos dos Goytacazes mantém a posição de centro regional, ampliando, porém, suas funções. De centro regional da economia canavieira, torna-se o mais importante centro de formação técnica e acadêmica do interior do Estado, possuindo 13 universidades com cursos regulares em todos os níveis. Os municípios vizinhos,

tradicionalmente ligados à economia canavieira, que entrou em declínio nas últimas décadas, vislumbram a possibilidade de reverter este quadro, diante da valorização do etanol como fonte energética em substituição ao petróleo. Esta nova perspectiva será potencializada pela criação do Porto do Açú, no Município de São João da Barra.

A ampliação das atividades extrativistas e as perspectivas geradas pela cadeia produtiva do petróleo têm criado oportunidades e induzido novas formas de ocupação do território. Projetos como o porto para base logística e o estaleiro naval em Barra do Furado, no Município de Quissamã, deixam transparecer o aumento e o espraiamento dos empreendimentos relacionados a essas atividades na região.

### **Indicadores socioeconômicos como proxy para a determinação da pressão antrópica**

Três índices foram inicialmente propostos para orientar o estudo da pressão antrópica no presente projeto: Pressão Demográfica, Pressão Econômica e Qualidade de Vida. Para compô-los, foram selecionadas as variáveis de taxa média geométrica de crescimento da população e o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal - IDH-M (que possui três dimensões: representadas pela renda per capita, longevidade e nível educacional). Definida a metodologia de cálculo, as séries foram tratadas estatisticamente e os índices calculados.

#### **Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M)**

O IDH-M de cada município é fruto da média aritmética simples de três subíndices: o da dimensão educação, o da dimensão longevidade e o da dimensão renda. É um indicador sintético que permite a identificação do nível de desenvolvimento econômico (renda per capita – IDH-R) e do potencial para melhorá-lo (longevidade – IDH-L e educação – IDH-E).

Tabela 6- Índice de Desenvolvimento Humano - Municipal, segundo os municípios do Estado do Rio de Janeiro- 2010

Município	IDH-M	IDH-L	IDH-R	IDH-E
Niterói	0,837	0,887	0,854	0,773
Rio de Janeiro	0,799	0,840	0,845	0,719
Rio das Ostras	0,773	0,784	0,854	0,689
Volta Redonda	0,771	0,763	0,833	0,720
Resende	0,768	0,762	0,839	0,709
Maricá	0,765	0,761	0,850	0,692
Macaé	0,764	0,792	0,828	0,681
Iguaba Grande	0,761	0,744	0,841	0,704
Nilópolis	0,753	0,731	0,817	0,716
Mangaratiba	0,753	0,746	0,845	0,676
Miguel Pereira	0,745	0,740	0,828	0,675
Nova Friburgo	0,745	0,758	0,846	0,645
Petrópolis	0,745	0,763	0,847	0,639
São Gonçalo	0,739	0,711	0,833	0,681
Valença	0,738	0,713	0,848	0,666
Mesquita	0,737	0,704	0,839	0,678
Itatiaia	0,737	0,735	0,836	0,652
Mendes	0,736	0,707	0,806	0,700
Cabo Frio	0,735	0,743	0,836	0,640
Arraial do Cabo	0,733	0,722	0,805	0,677
Barra do Piraí	0,733	0,723	0,819	0,665
Bom Jesus do Itabapoana	0,732	0,723	0,819	0,662
Itaperuna	0,730	0,716	0,837	0,649
Natividade	0,730	0,707	0,806	0,683
Teresópolis	0,730	0,752	0,855	0,605
Cordeiro	0,729	0,724	0,826	0,649
Barra Mansa	0,729	0,720	0,819	0,657
Armação dos Búzios	0,728	0,750	0,824	0,624
Casimiro de Abreu	0,726	0,734	0,811	0,624
Três Rios	0,725	0,725	0,801	0,656
Angra dos Reis	0,724	0,740	0,846	0,605
Engenheiro Paulo de Frontin	0,722	0,674	0,805	0,694
Paracambi	0,720	0,689	0,812	0,666
São João de Meriti	0,719	0,693	0,831	0,646
Araruama	0,718	0,714	0,839	0,617
Santo Antônio de Pádua	0,718	0,709	0,806	0,648
Campos dos Goytacazes	0,716	0,715	0,830	0,619
Pinheiral	0,715	0,709	0,801	0,643
Itaguaí	0,715	0,703	0,814	0,638
Vassouras	0,714	0,719	0,813	0,624

<b>Seropédica</b>	0,713	0,695	0,805	0,648
<b>Porto Real</b>	0,713	0,688	0,817	0,645
<b>Nova Iguaçu</b>	0,713	0,691	0,818	0,641
<b>Miracema</b>	0,713	0,696	0,805	0,646
<b>Itaocara</b>	0,713	0,696	0,820	0,635
<b>Carapebus</b>	0,713	0,699	0,805	0,644
<b>São Pedro da Aldeia</b>	0,712	0,721	0,801	0,626
<b>Conceição de Macabu</b>	0,712	0,698	0,806	0,642
<b>Duque de Caxias</b>	0,711	0,692	0,833	0,624
<b>Rio Bonito</b>	0,710	0,705	0,819	0,620
<b>Magé</b>	0,709	0,685	0,832	0,626
<b>Saquarema</b>	0,709	0,714	0,804	0,621
<b>Cantagalo</b>	0,709	0,705	0,822	0,614
<b>Piraí</b>	0,708	0,714	0,803	0,620
<b>Quissamã</b>	0,704	0,698	0,821	0,610
<b>Macuco</b>	0,703	0,687	0,801	0,631
<b>Paraíba do Sul</b>	0,702	0,697	0,812	0,610
<b>Cachoeiras de Macacu</b>	0,700	0,695	0,817	0,603
<b>Guapimirim</b>	0,698	0,692	0,812	0,604
<b>Porciúncula</b>	0,697	0,698	0,802	0,606
<b>Carmo</b>	0,696	0,683	0,813	0,608
<b>Itaboraí</b>	0,693	0,690	0,813	0,593
<b>Paraty</b>	0,693	0,726	0,842	0,544
<b>Aperibé</b>	0,692	0,670	0,785	0,631
<b>Cambuci</b>	0,691	0,672	0,809	0,608
<b>São Fidélis</b>	0,691	0,685	0,787	0,611
<b>Quatis</b>	0,690	0,676	0,806	0,603
<b>Italva</b>	0,688	0,692	0,792	0,595
<b>Comendador Levy Gasparian</b>	0,685	0,676	0,785	0,605
<b>Areal</b>	0,684	0,686	0,823	0,566
<b>Belford Roxo</b>	0,684	0,662	0,808	0,598
<b>Rio Claro</b>	0,683	0,700	0,801	0,567
<b>Rio das Flores</b>	0,680	0,664	0,822	0,575
<b>Queimados</b>	0,680	0,659	0,810	0,589
<b>Sapucaia</b>	0,675	0,682	0,804	0,561
<b>Paty do Alferes</b>	0,671	0,683	0,806	0,549
<b>São João da Barra</b>	0,671	0,686	0,800	0,551
<b>Laje do Muriaé</b>	0,668	0,649	0,800	0,575
<b>Santa Maria Madalena</b>	0,668	0,672	0,797	0,556
<b>Trajano de Moraes</b>	0,667	0,668	0,813	0,543
<b>Bom Jardim</b>	0,660	0,707	0,809	0,503
<b>São José do Vale do Rio Preto</b>	0,660	0,670	0,806	0,533
<b>Duas Barras</b>	0,659	0,677	0,790	0,534

<b>Japeri</b>	0,659	0,637	0,809	0,555
<b>Varre-Sai</b>	0,659	0,636	0,810	0,555
<b>Tanguá</b>	0,654	0,644	0,793	0,548
<b>Silva Jardim</b>	0,654	0,657	0,793	0,539
<b>São José de Ubá</b>	0,652	0,633	0,798	0,548
<b>Cardoso Moreira</b>	0,648	0,653	0,782	0,534
<b>São Sebastião do Alto</b>	0,646	0,638	0,789	0,536
<b>São Francisco de Itabapoana</b>	0,639	0,618	0,791	0,533
<b>Sumidouro</b>	0,611	0,658	0,796	0,436

Fonte dos Dados: IBGE

Municípios com altos índices de IDH também têm altos índices de densidade de pobreza, sendo interessante saber que a condição de alto IDH não significa, necessariamente, falta de pressão sobre os recursos do território.

### **Indicador de Pressão Antrópica**

O Indicador de Pressão Antrópica pode ser composto por duas componentes: Taxa média de geométrica de crescimento da população na década de 2000 a 2010 (TMGCA\_10) e pelo índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDH-M) calculado para o ano 2010.

Essas variáveis foram selecionadas por serem considerados vetores de força que implicam na reorganização das atividades no território, potencialmente causadoras de impactos positivos e negativos no meio físico e biótico. Estabelecendo-se a relação entre estas duas componentes, identificam-se quatro possibilidades:

- a) IDH-M alto/muito alto e TMGCA\_10 alta (+ +);
- b) IDH-M baixo e TMGCA\_10 média ou baixa (- -);
- c) IDH-M médio e TGMCA\_10 média ou baixa (+ -);
- d) IDH-M baixo e TGMCA\_10 alta (- +)

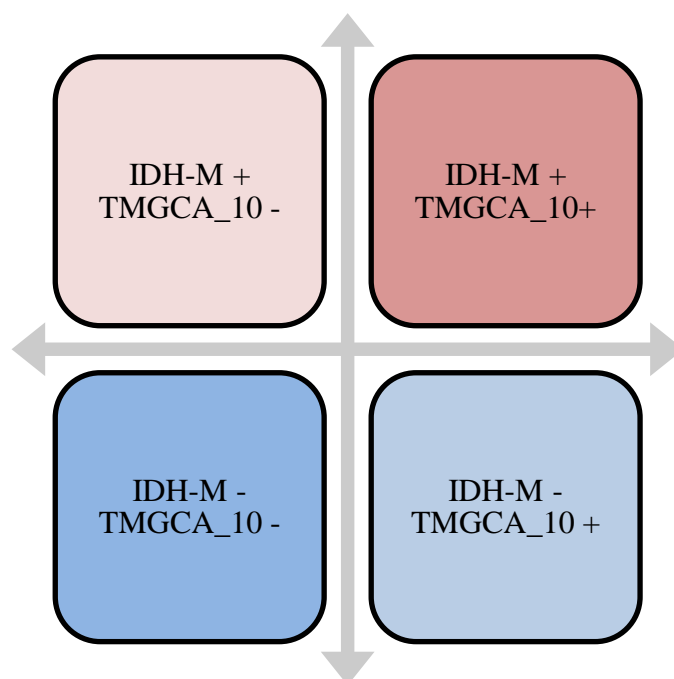
IDH-M alto/muito alto e TMGCA alta - esta é uma situação mais confortável em termos de pressão antrópica, uma vez que, em tese, existirão maiores recursos financeiros disponíveis para serem aplicados em ações voltadas para a conservação e a preservação.

IDH-M baixo e TMGCA média ou baixa - esta possibilidade representa uma situação de vulnerabilidade das áreas para conservação e preservação, tendo em vista que sugere o empobrecimento da população que, em busca da sobrevivência, pode encontrar saídas na exploração predatória dos recursos naturais. Esta situação - pouca atratividade econômica e baixo dinamismo demográfico - é dentre as quatro possibilidades, a que representa a menor pressão antrópica sobre os remanescentes florestais.

IDH-M médio e TGMCA\_10 média ou baixa – esta situação corresponde a terceira possibilidade e sugere um cenário de alerta, uma vez que existirá alguma pressão demográfica num ambiente de pouca atratividade demográfica.

IDH-M baixo e TGMCA\_10 alta – esta classe representa municípios que possuem médios índices de desenvolvimento e estão passando por um rápido processo de expansão demográfica, potencialmente índices

*Figura 10- Situação de cada município do Estado do Rio de Janeiro em função do cruzamento das componentes de IDH-M e TMGCA\_10*



### **Construção de cenários de Pressão Antrópica**

Construir cenários de pressão antrópica sobre o meio físico e biótico implica em considerar, além das variáveis acima tratadas, o estoque de áreas a serem conservadas. Isto é,

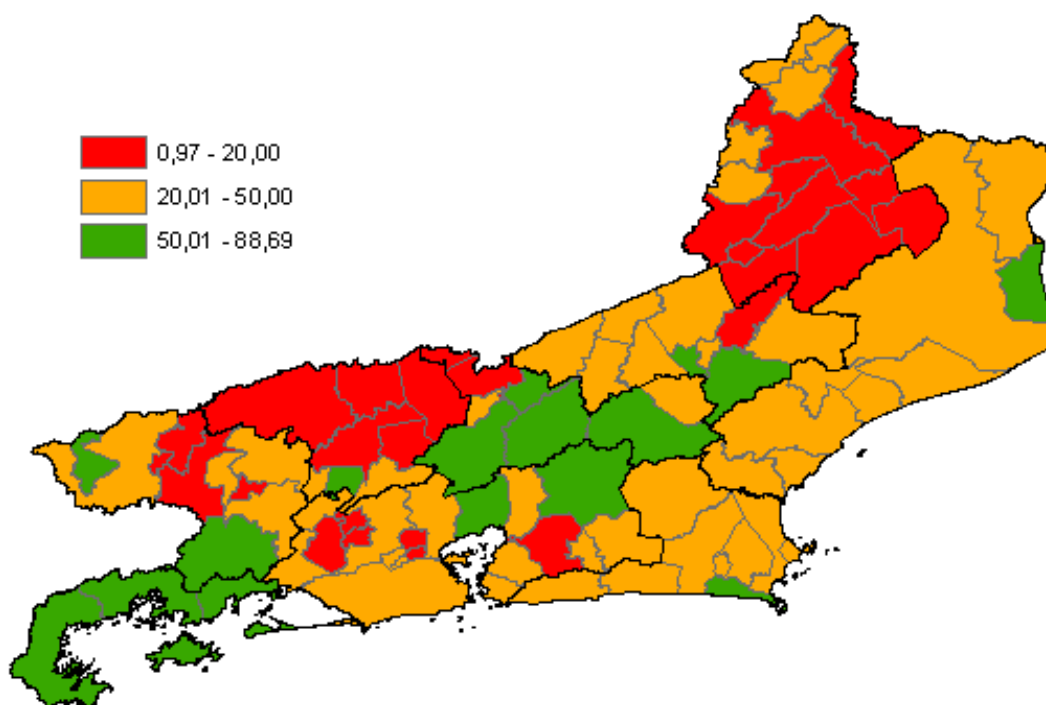
---

a proporção de cada município ocupada por remanescentes, vegetação secundária e corpos d'água.

Os municípios foram agrupados segundo três categorias de estoque: até 20%; 20% a 50%; mais de 50% conforme apresentado no Mapa 5- Percentual dos estoques de remanescentes florestais em relação a área total do município. Para a construção dos cenários, adotaram-se dois níveis: alto (municípios com mais de 50% de sua área ocupadas por estoque) e baixo (municípios onde os estoques representam menos de 50% de sua área). Cada uma das situações de pressão foi relacionada com os níveis possíveis de estoque, resultando nos cenários que se seguem. Duas áreas do Estado estão em situação extremamente preocupante: o Médio Paraíba e o Noroeste Fluminense, regiões onde ocorre a floresta estacional semidecidual, adaptada à estiagem que pode variar, em anos secos, até 10 meses (CIDE, 2000) e (RADAMBRASIL, 1983). A situação é mais delicada, ainda, quando é realizado o cruzamento deste padrão de uso do solo com os estudos de susceptibilidade à ocorrência de incêndios uma vez que estas regiões concentram boa parte dos municípios agrupados no aglomerado “Rodeio”, isto é amplos pastos que envolvem os últimos remanescentes florestais destas regiões. No período de estio, os pastos entram em combustão e invariavelmente acabam atingindo as formações florestais que ainda podem ser observadas nestas regiões (Fernandes, et al., 2011).



Mapa 5- Percentual dos estoques de remanescentes florestais em relação a área total do município



Fonte: CIDE

Os municípios que apresentam IDH-M alto/muito alto e que vivenciam altas taxas de crescimento demográfico comportam dois cenários possíveis, em função do estoque – alto ou baixo - de áreas para preservação e conservação. O primeiro (alto estoque) representa uma situação de alerta, em que existem espaço e tempo para a promoção de ações de conservação e preservação. O segundo (baixo estoque) é crítico, em função da iminência de um possível colapso ou desaparecimento do(s) último(s) fragmento(s) existente(s) (Gulinck, et al., 2004) e (Johnson, 1998).

Os municípios que apresentam IDH-M médio/alto e que não vivenciam taxas expressivas de crescimento da população comportam dois cenários possíveis, em função do estoque – alto ou baixo - de áreas para preservação e conservação. Em ambos os casos, em tese, os cenários são confortáveis para a conservação ou preservação, por dois motivos: por um lado, não existe pressão demográfica sobre as áreas em foco; por outro, o IDH-M alto/médio permite vislumbrar disponibilidade de recursos futuros para aplicação na preservação e/ou conservação ambientais.

## Vulnerabilidade dos fragmentos florestais

O índice de vulnerabilidade foi obtido através do cruzamento das variáveis IDH-M, TMGCA\_10 cruzando-as com os percentuais dos estoques de remanescentes florestais em relação a área total dos municípios e agrupado em seis classes: extremamente alta (EA), muito alta (MA), alta (A), média (M), baixa (B) e muito baixa (MB), a distribuição de cruzamentos pode é ilustrada na Figura 11 - Classes de vulnerabilidade.

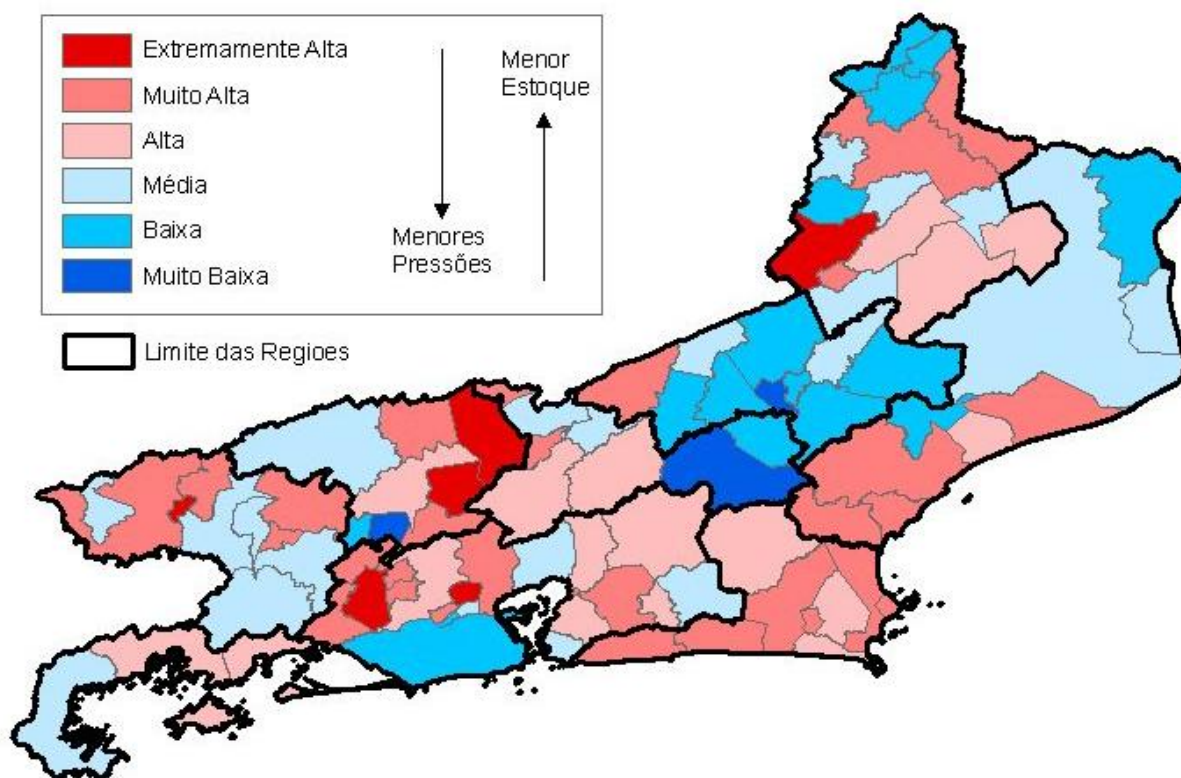
Para esse fim, foi mantida a classificação adotada no Mapa 5- Percentual dos estoques de remanescentes florestais em relação a área total do município, que destaca os municípios cujos estoques de remanescentes florestais não atingem 20% – correspondentes ao limite mínimo de reserva legal das propriedades. Por terem estoques muito pequenos, tais municípios são naturalmente vulneráveis, independente da dinâmica econômico-demográfica (Dickson, et al., 2005), (Escalante, et al., 2007), (Brokaw, 1998) e (Freitas, et al., 2005).

Figura 11 - Classes de vulnerabilidade

IDH-M/ TMGCA_10	Estoque		
++	EA	MA	A
--+	MA	A	M
+--	A	M	B
--	M	B	MB

Fonte:CIDE

Mapa 6- Vulnerabilidade dos remanescentes florestais segundo os municípios do Estado do Rio de Janeiro



A maior parte dos municípios do Estado (56,5%) reflete uma situação de alta, muito alta ou extremamente alta vulnerabilidade do meio natural frente à pressão antrópica, de acordo com a metodologia adotada.

Uma mancha contínua de municípios nessas faixas acompanha os eixos da nova dinâmica territorial do Estado: da porção leste da Baía de Guanabara em direção ao novo pólo de petróleo e gás, passando por áreas de tradição turística; da porção oeste em direção aos novos pólos siderúrgicos e ao porto de Sepetiba. A mancha engloba ainda municípios serranos ao norte da capital e no médio vale do Paraíba. Além dessa grande mancha, um grupo de municípios do “noroeste” fluminense encontra-se na mesma situação, conforme pode ser observado no Mapa 6- Vulnerabilidade dos remanescentes florestais segundo os municípios do Estado do Rio de Janeiro.

Fogem à regra os municípios de São Fidelis, Cambuci, Cardoso Moreira e Vassouras que, mesmo perdendo população, têm alta vulnerabilidade em função dos baixíssimos estoques (menos de 20%).

Em situação oposta, 43,5% dos municípios apresentam níveis de média a muito baixa vulnerabilidade e se caracterizam, na sua grande maioria, por dispor de grandes extensões de áreas rurais associadas a estoques consideráveis (de médio a alto). Destaque para os municípios serranos com forte participação da atividade agropecuária, na região de Nova Friburgo, e de alguns municípios do Norte Fluminense.

Por se tratar de um índice geral e composto, é importante ressaltar que algumas situações de vulnerabilidade devem ser analisadas com mais detalhe. É o caso do Rio de Janeiro, Niterói, Nilópolis, São João de Meriti, Volta Redonda e Barra Mansa, municípios que apresentam vulnerabilidade variando entre média e baixa, o que, na quase totalidade, decorre do binômio IDH-M médio e TMGCA-10 baixa, isto é, médio dinamismo econômico e social associado a uma baixa taxa de crescimento populacional. Ainda assim, estes municípios concentram grandes contingentes populacionais que constantemente exercem pressão sobre os estoques existentes.

Acrescente-se a esse quadro a mobilidade interna da população, que se desloca de áreas já saturadas para outras de ocupação mais recente, como é o caso da zona oeste do Rio de Janeiro e da região oceânica de Niterói, aumentando a pressão sobre estas áreas.

Por fim, cabe ressaltar que a implantação, no Estado, de grandes investimentos já contratados, somados a outros negócios em fase de negociação, rapidamente provocarão alterações no mapa da vulnerabilidade, em função da demanda crescente por infraestrutura e força de trabalho, e de toda a cadeia de processos daí decorrente, como atração de população, adaptação dos centros urbanos, dentre outros. Assim, é de fundamental importância o estabelecimento de políticas públicas que implementem estratégias e ações que permitam minorar os impactos e garantir a qualidade do ambiente em nosso Estado.

## **Parte V**

### **Instrumentos redistributivos como ferramentas de reversão do quadro de fragmentação florestal**

## **Como agregar valor à conservação florestal fluminense?**

Esta seção pretende discutir os impactos da publicação do IQM Verde com a instituição do ICMS Verde e avançar na formulação de novos mecanismos de redistribuição de renda, apresentando a possibilidade de instituição de um programa como uma espécie de “Bolsa Verde” para os proprietários de terra, sítiantes e arrendatários que promovam a reversão de pastagens e florestas nos municípios que estão em maior grau de vulnerabilidade.

### **O caso do ICMS ecológico no Estado do Rio de Janeiro**

Conforme inciso II do artigo 155 da Constituição Brasileira, a competência para instituir imposto sobre operações relativas à circulação de mercadorias e sobre prestações de serviços de transporte interestadual e intermunicipal e de comunicação é dos Estados e do Distrito Federal.

Portanto, cada estado da Federação tem competência legal, atribuída pela Constituição Federal, e deve instituir o Imposto sobre a Circulação de Mercadorias e Serviços - ICMS em seus respectivos territórios. Esse é o motivo da eventual diferença de valores, por exemplo, no preço das mercadorias quando são comparados os preços de diferentes mercadorias. Além das questões de mercado (frete, por exemplo), a diferença pode ocorrer em virtude das diferentes alíquotas de ICMS praticadas em cada Estado da federação.

O fato gerador<sup>9</sup> para a incidência do imposto sobre a circulação de mercadorias e serviços ocorre no nível municipal. Dessa forma, o governo estadual arrecada os impostos e posteriormente calcula e realiza os repasses - de parte dos recursos obtidos - para os municípios, segundo a legislação.

---

<sup>9</sup> O fato gerador é uma expressão jurídico-contábil que representa um fato ou conjunto de fatos a que o legislador vincula o nascimento da obrigação jurídica de pagar um tributo determinado. O Código Tributário Nacional do Brasil (CTN) utiliza a expressão fato gerador no momento de incidência, da circulação, de um bem ou realização de um serviço. O CTN faz menção ao fato gerador nos artigos 114 e 115. De acordo com o texto do artigo 114 do CTN, fato gerador da obrigação principal é a hipótese definida em lei como necessária e suficiente para o surgimento da obrigação tributária..

Nesse sentido, o artigo 158, inciso IV da Constituição, ao tratar da “Repartição das Receitas Tributárias”, rege que a partição que pertence aos municípios: “vinte e cinco por cento do produto da arrecadação do imposto do Estado sobre operações relativas à circulação de mercadorias e sobre prestações de serviços de transporte interestadual e intermunicipal e de comunicação” (Presidência da República, 1988).

Além disso, assevera em seu parágrafo único que “as parcelas de receita pertencentes aos municípios, mencionadas no inciso IV, serão creditadas conforme os seguintes critérios: três quartos, no mínimo, na proporção do valor adicionado nas operações relativas à circulação de mercadorias e nas prestações de serviços, realizadas em seus territórios; até um quarto, de acordo com o que dispuser lei estadual ou, no caso dos Territórios, lei federal”.

Portanto, do valor total arrecadado de ICMS pelo Estado, os municípios fazem jus a 25%, e  $\frac{1}{4}$  desse total será repassado aos municípios de acordo com o que dispuser a lei estadual. Em outras palavras, 18,75% são repassados automaticamente e os outros 6,25% estão condicionados à legislação específica, definida em nível estadual.

Existem diferentes critérios de repasse do ICMS, de acordo com a Constituição Federal. Foi com esta base legal que vários estados da federação criaram sistemas redistributivos de recursos baseados em leis que acabaram sendo denominadas por ICMS Ecológico ou ICMS Verde. O foco destas legislações redistributivas está assentado em procedimentos que levam em conta considerações ambientais no momento de calcular a participação de cada um dos municípios na repartição dos valores arrecadados. Ou seja, o mecanismo do ICMS Verde advém da possibilidade de estipular critérios ambientais para uma parcela de 6,25% do total arrecadado a que fazem jus os municípios, conforme previsto na Constituição Federal. A legislação estadual fixa em 2,5% a fatia de repasse máxima regulada pelo ICMS Verde.

O ICMS Verde pode servir como um instrumento de estímulo à conservação da biodiversidade, quando ele compensa o município pelas Áreas Protegidas já existentes e também quando incentiva a criação de novas Áreas Protegidas, já que considera o percentual que os municípios possuem de áreas de conservação em seus territórios. Entretanto, é importante destacar que, de forma geral, o critério ambiental refletido no ICMS Verde é mais amplo, e abarca, além das Áreas Protegidas outros fatores, como a gestão de resíduos sólidos, o tratamento de esgoto e outros determinados de acordo com cada lei estadual.

Portanto, é possível conceituar o ICMS Verde como o critério ou conjunto de critérios ambientais, utilizados para a determinação do quanto cada município vai receber na repartição dos recursos financeiros, arrecadados com o ICMS. No Estado do Rio de Janeiro, o ICMS Verde foi criado pela Lei 5.100, de outubro de 2007.

Em 2009, seu primeiro ano de implantação, o valor do repasse do imposto aos municípios, para o critério “unidades de conservação”, alcançou R\$ 17 milhões, montante repartido entre 63 dos seus 92 municípios. Neste ano em questão, Resende, Mesquita, Nova Iguaçu e Cachoeiras de Macacu receberam mais de um milhão de reais cada do ICMS Verde por possuírem unidades de conservação em seus territórios. Esses repasses representaram, por exemplo, 1,7% da receita orçamentária de Conceição de Macabu, 1,2% da de Itatiaia e 0,9% da receita de Mesquita e de Cachoeiras de Macacu. Em oito dos 63 municípios do Rio de Janeiro beneficiados pelo ICMS Verde, os valores repassados em 2009 foram maiores que as despesas com meio ambiente no ano de referência. Em relação às despesas declaradas pelos municípios com saneamento básico em 2009, Conceição de Macabu e Nova Friburgo receberam um montante de ICMS Verde que representa respectivamente 20,7% e 32% dos gastos com o setor.

Em 2013, o Governo do Estado prevê distribuir R\$ 177,7 milhões às prefeituras que investiram na preservação do meio ambiente. Assim como nos últimos dois anos (2011 e 2012), o município de Silva Jardim, na Região dos Lagos, lidera o ranking deste ano, e vai receber R\$ 8,5 milhões.

Mesmo recente, a legislação fluminense surtiu efeito positivo nas municipalidades que passaram a criar seus Sistemas Municipais de Meio Ambiente, condição para habilitarem-se ao recebimento. Atualmente, o peso dos critérios quantitativos ainda se sobrepõe aos qualitativos para os efeitos dos cálculos do índice de participação dos municípios.

O índice de repasse do ICMS Verde é composto da seguinte forma: 45% para as unidades de conservação; 30% para a qualidade da água; e 25% para a administração dos resíduos sólidos. As prefeituras que criarem suas próprias unidades de conservação terão direito a 20% dos 45% destinados à manutenção de áreas protegidas, ou seja, um “sobrevvalor”



---

na pontuação aos municípios que assumirem a responsabilidade pela criação, implementação e gestão de Unidades de Conservação da Natureza Municipais em seus respectivos territórios.

Para beneficiar-se dos recursos previstos na Lei Estadual de ICMS Verde, cada município deverá organizar seu próprio Sistema Municipal do Meio Ambiente, composto no mínimo por: Conselho Municipal do Meio Ambiente; Fundo Municipal do Meio Ambiente - órgão administrativo executor da política ambiental municipal - e Guarda Municipal Ambiental, sem o que o município não fará jus ao benefício.

A lei estadual considera aspectos quantitativos e qualitativos na fórmula para construção do Índice Final de Conservação Ambiental (IFCA) dos Municípios e o governo estadual apesar dos esforços de divulgação dos mecanismos e critérios de cálculo para que as prefeituras possam, efetivamente, aprimorar sua gestão ambiental e passar a receber uma fatia maior no bolo do ICMS Ecológico, ainda é notória a fragilidade institucional de muitos municípios para captar esta parcela redistributiva. Como se pode verificar na Tabela 7- Repasse de ICMS Verde, segundo os municípios do Estado do Rio de Janeiro - 2010, vários municípios que possuem seus remanescentes florestais nas listas de vulnerabilidade não conseguem captar os recursos do Estado, quer por falta de uma política ambiental implantada, quer por incapacidade de apresentar os dados administrativos solicitados. Municípios como Aperibé, Areal, Bom Jesus do Itabapoana, Cambuci, Carapebus, Itaocara, Itaperuna, Japeri, Laje do Muriaé, Paraíba do Sul, São João do Vale do Rio Preto, São João do Meriti, Sapucaia, Três Rios e Varre-Sai não receberam recursos do repasse do ICMS Verde, ou seja, apesar da existência a Lei e dos recursos a serem distribuídos, muitos municípios do Estado não conseguem sequer realizar a instrução administrativa necessária para receberem e aplicarem estes recursos. Portanto, há aderência entre os indicadores utilizados como *prox* nesta tese (IDH-M e TMGCA\_10) com um quadro geral de fragilidade institucional existente em muitos municípios fluminenses.

A Lei n.º 5.100 de 4 de outubro de 2007, alterou a Lei n.º 2.664, de 27 de dezembro de 1996, que trata da repartição aos municípios da parcela de 25% (vinte e cinco por cento) do produto da arrecadação do ICMS, incluindo o critério de conservação ambiental, e dá outras providências. Através do Decreto n.º 41.844, de 4 de maio de 2009, ficaram estabelecidas as

definições técnicas para alocação do percentual a ser distribuído aos municípios em função do ICMS Verde.

O Índice Final de Conservação Ambiental (IFCA), que indica o percentual do ICMS Verde que cabe a cada município, é composto por seis subíndices temáticos com pesos diferenciados, são eles: Tratamento de Esgoto (ITE): 20%; Destinação de Lixo (IDL): 20%; Remediação de Vazadouros (IRV): 5%; Mananciais de Abastecimento (IrMA): 10%; Áreas Protegidas – todas as Unidades de Conservação – UC (IAP): 36%; e Áreas Protegidas Municipais – apenas as UCs Municipais (IAPM): 9%. Portanto, 45% do repasse é calculado em função da existência e manutenção de Unidades de Conservação. Para o ano de 2010 foram redistribuídos mais R\$ 86 milhões e as estimativas para 2011 e 2012 são de R\$ 111 milhões e R\$ 172 milhões respectivamente<sup>10</sup>.

Cada subíndice temático possui uma fórmula matemática que pondera e/ou soma indicadores. Após o cálculo do seu valor, o subíndice temático do município é comparado ao dos demais municípios, sendo transformado em subíndice temático relativo pela divisão do valor encontrado para o município pela soma dos índices de todos os municípios do Estado. Exceção feita ao índice de mananciais de abastecimento cuja fórmula já indica o índice relativo.

Após a obtenção dos subíndices temáticos relativos do município, estes são inseridos na seguinte fórmula, gerando o Índice Final de Conservação Ambiental do Município, que indica o percentual do ICMS Verde que cabe ao município:  $IFCA (\%) = (10 \times IrMA) + (20 \times IrTE) + (20 \times IrDL) + (5 \times IrRV) + (36 \times IrAP) + (9 \times IrAPM)$ . O valor final redistribuído em 2010 pode ser observado na Tabela 7- Repasse de ICMS Verde, segundo os municípios do Estado do Rio de Janeiro - 2010.

---

<sup>10</sup> Conforme dados e informações disponíveis no sítio do Governo do Estado do Rio de Janeiro, url:<http://www.rj.gov.br/web/sea/exibeconteudo?article-id=164974>

Tabela 7- Repasse de ICMS Verde, segundo os municípios do Estado do Rio de Janeiro - 2010

Município	Total (R\$)	Unidades de Conservação (R\$)	UCs Municipais (R\$)	Demais itens da lei (R\$)
Angra dos Reis	2.483.854	2.120.248	72.164	291.442
Aperibé	-	-	-	-
Araruama	1.247.818	173.922	-	1.073.896
Areal	-	-	-	-
Armação dos Búzios	993.334	98.307	23.165	871.862
Arraial do Cabo	1.215.338	281.096	113.473	820.769
Barra do Pirai	408.257	2.218	5.028	401.011
Barra Mansa	180.873	66.768	92.557	21.548
Belford Roxo	452.795	56.618	128.331	267.846
Bom Jardim	568.589	7.171	-	561.418
B. Jesus do Itabapoana	-	-	-	-
Cabo Frio	1.096.552	147.778	-	948.774
Cachoeiras de Macacu	3.590.431	2.045.477	-	1.544.953
Cambuci	-	-	-	-
Campos dos Goytacazes	1.123.127	243.861	-	879.266
Cantagalo	809.140	517	1.172	807.452
Carapebus	-	-	-	-
Cardoso Moreira	561.418	-	-	561.418
Carmo	561.418	-	-	561.418
Casimiro de Abreu	1.937.030	1.051.017	-	886.013
Com. Levy Gasparian	142.300	-	-	142.300
Conceição de Macabu	1.868.436	346.801	786.065	735.571
Cordeiro	596.222	10.654	24.149	561.418
Duas Barras	570.321	8.902	-	561.418
Duque de Caxias	1.334.389	1.007.551	3.556	323.282
Eng. Paulo de Frontin	281.384	122.035	-	159.349
Guapimirim	2.171.391	1.656.631	-	514.760
Iguaba Grande	1.521.481	153.223	52.217	1.316.041
Itaboraí	564.783	134.681	-	430.103
Itaguaí	92.935	92.935	-	-
Italva	265.621	-	-	265.621
Itaocara	-	-	-	-
Itaperuna	-	-	-	-
Itatiaia	1.531.317	1.419.033	-	112.284
Japeri	-	-	-	-
Laje do Muriaé	-	-	-	-
Macaé	1.255.350	207.639	418.288	629.424
Macuco	561.418	-	-	561.418
Magé	1.722.171	1.007.800	711.046	3.324
Mangaratiba	1.327.072	1.105.613	-	221.460
Maricá	291.518	218.686	-	72.831
Mendes	204.406	41.532	14.661	148.212
Mesquita	3.134.193	748.650	1.417.832	967.711
Miguel Pereira	1.321.855	481.306	21.669	818.880
Miracema	3.044	932	2.112	-
Natividade	237.323	2.768	6.275	228.280
Nilópolis	432.801	-	-	432.801
Niterói	2.490.645	752.278	1.798	1.736.570
Nova Friburgo	1.470.597	913.351	19.771	537.476
Nova Iguaçu	3.279.519	1.542.571	541.059	1.195.889
Paracambi	916.899	321.727	210.842	384.330
Paraíba do Sul	-	-	-	-
Parati	1.419.345	1.419.345	-	-
Paty do Alferes	455.381	100.357	390	354.634
Petrópolis	2.168.380	1.072.341	2.732	1.093.307
Pinheiral	561.418	-	-	561.418

Pirai	1.723.210	51.804	2.653	1.668.753
Porciúncula	62.356	204	463	61.690
Porto Real	1.357.193	-	-	1.357.193
Quatis	284.077	239	543	283.295
Queimados	112.284	-	-	112.284
Quissamã	809.966	248.547	-	561.418
Resende	3.570.627	1.171.264	1.291.028	1.108.336
Rio Bonito	706.130	204.032	4.133	497.964
Rio Claro	3.487.683	681.037	344.463	2.462.182
Rio das Flores	1.111.059	-	-	1.111.059
Rio das Ostras	2.122.070	677.989	114.295	1.329.786
Rio de Janeiro	2.334.121	850.456	366.701	1.116.964
S. F. de Itabapoana	2.383.864	667.934	-	1.715.929
S. J. do V. do Rio Preto	-	-	-	-
Santa Maria Madalena	82.416	82.416	-	-
Santo Antônio de Pádua	34.793	34.793	-	-
São Fidélis	679.956	277.631	-	402.325
São Gonçalo	355.816	-	-	355.816
São João da Barra	493.368	590	1.336	491.442
São João de Meriti	-	-	-	-
São José de Ubá	619.305	138.027	312.853	168.426
São Pedro da Aldeia	1.689.912	128.361	-	1.561.551
São Sebastião do Alto	701.702	1.221	2.768	697.713
Sapucaia	-	-	-	-
Saquarema	518.258	153.961	-	364.297
Seropédica	42.305	42.305	-	-
Silva Jardim	3.347.370	1.689.283	-	1.658.088
Sumidouro	173.243	4.818	-	168.426
Tanguá	563.139	116.101	263.156	183.882
Teresópolis	1.894.943	1.603.500	-	291.442
Trajano de Moraes	568.333	6.915	-	561.418
Três Rios	-	-	-	-
Valença	18.829	15.809	3.020	0
Varre-Sai	-	-	-	-
Vassouras	37.567	4.382	-	33.185
Volta Redonda	341.555	76.521	150.856	114.179

### **Bases para a instituição de um programa de valoração da floresta nos municípios fluminenses**

Se a instituição do ICMS Verde significa um passo importante no processo de transparência da redistribuição dos recursos para os municípios, alguns pontos importantes ainda precisam de solução, como o já destacado em relação à fragilidade institucional de muitos municípios fluminenses, mas outra questão se impõe: os recursos do ICMS Verde retornam para os cofres municipais. Portanto, cabe ainda a pergunta: qual é o benefício econômico real para os “agentes” que preservam as florestas e remanescentes em suas terras? Pela legislação atual, referente às Reservas Particulares de Proteção à Natureza – RPPN, os proprietários que protegem suas reservas estão habilitados a solicitar, conforme o inciso VIII

do Art. 3º do Decreto nº 40.909, de 17 DE Agosto de 2007, pedidos de isenção de impostos, em especial Imposto Territorial Rural - ITR e Imposto Predial e Territorial Urbano - IPTU, para as áreas de RPPN, bem como a redução de impostos para o restante do imóvel onde se situar a unidade, encaminhando para este fim todos os comprovantes de regularidade fiscal do imóvel nos níveis federal, estadual e municipal. Deixar de pagar impostos, ou reduzi-los em função de uma ato que promove o bem comum é importante, mas não necessariamente é definitivo, uma vez que ele este mecanismo não atribui valor econômico à floresta – elemento importante na consecução de uma estratégia ampla de conservação florestal e mudança de perspectiva dos “agentes”, como discutido em outras partes deste trabalho.

O Estado do Rio de Janeiro contava com 48.319 proprietários de terra que juntos, tinham a titularidade de 73% do território. Uma parcela de 3,8% das terras do Estado forma identificadas como produtivas, mas seus proprietários estavam assentados sem titulação definitiva ou eram arrendatários, parceiros, ocupantes e produtores que se declaravam sem terra. Este contingente somava 11.653 produtores (IBGE, 2006). Então, é possível concluir que 76,8% das terras do Estado do Rio de Janeiro estão de um modo ou de outro nas mãos de 59.972 produtores agropecuários. Diante da Lei dos Grandes Números<sup>11</sup>, parece que uma solução de preservação, conservação e utilização econômica da biodiversidade fluminense, que envolva a participação de milhares de “agentes”, só será possível se forem instituídos mecanismos que promovam a cooperação em ambientes reinam conflitos, tais como os observados pela disputa e apropriação dos recursos que possam ser produzidos pela exploração da terra (Fiani, 2004), (Fiani, 2011), (Motta, 2006) e (Gastón, et al., 2003) .

Para Fiani (Fiani, 2011) as instituições são entendidas como mecanismos que regulam a cooperação e o conflito nas relações econômicas, onde o Estado é uma das mais importantes numa estrutura de governança, portanto é desejável que a intermediação entre os “agentes” se faça por intermédio delas, cabendo ao Estado um importante papel como gestor de conflitos uma vez que sem a intermediação do Estado ou quando há a prevalência de um “agente” ou

---

<sup>11</sup> A Lei dos Grandes Números (LGN) é um conceito fundamental em probabilidade, que declara: Se um evento de probabilidade  $p$  é observado repetidamente em ocasiões independentes, a proporção da frequência observada deste evento em relação ao total número de repetições converge em direção a  $p$  à medida que o número de repetições se torna arbitrariamente grande. Conforme uma experiência é repetida várias vezes, a probabilidade observada aproxima-se da real probabilidade de um evento acontecer.

de um pequeno número de “agentes” sobre os demais, as regras de mercado ficarão sujeitas à formação de monopólios, cartéis, trustes e oligopólios (Melo, 2008).

Neste panorama, se o Estado instituisse um programa de “troca de pastos por florestas”, por exemplo, compensando os proprietários em função da produtividade média de produção de carne bovina (peso vivo kg/ha) poderiam ser transferidos diretamente aos proprietários, num processo legal redistributivo a ser instituído. Tomando como base os dados do censo agropecuário, os valores estimados poderiam variar da ordem de R\$ 363,56 a R\$ 1.051,88 por ano/por hectare (Beretta, et al., 2002), (IBGE, 2006). Como levantado na análise dos dados de uso do solo, as pastagens ocupam cerca de 50% das terras do Estado e como o IBGE aponta que 60% das terras do Estado estão nas mãos de proprietários particulares, é possível inferir que mais de 13,1 milhões de hectares estejam nestas terras, enquanto uma porção de 8,7 esteja em terras públicas. Se este programa “troca de pastos por florestas” tivesse como meta a conversão de  $\frac{1}{4}$  dos pastos em mãos de particulares, compensando-os anualmente pela renúncia a estas terras produtivas, o programa demandaria recursos da ordem de R\$ 5 a 15 bilhões por ano, conforme o método de estimativa de produtividade de peso vivo kg/ha adotado. São recursos muito vultosos e indisponíveis orçamentariamente para o Estado do Rio de Janeiro, quando comparado ao conjunto do valor das despesas do Estado – fixado na Lei Orçamentária Anual de 2013 – que prevê uma despesa no valor de R\$ 71,8 bilhões. Evidentemente, estudos pormenorizados e detalhados devem ser realizados sobre esta questão, que não cabem a este trabalho esgotar, mas com a entrada de parceiros em outras esferas de governo, fundos internacionais de apoio à conservação e multas ambientais poderiam alavancar um fundo para o desenvolvimento de um programa de “troca de pastos por florestas”.

Um programa de valorização de pastos não é um programa de valorização de florestas. No exemplo citado anteriormente, a floresta continua sem valor, portanto frágil e vulnerável num ambiente econômico que demanda realização de valor. Caso o foco fosse voltado para os produtores que não possuem terras, o universo da ação passa a ser muito menor e socialmente mais preciso (Carabias, et al., 1994). Em 2006, o IBGE contou 11.653 produtores rurais nesta situação. Caso fosse instituída uma “bolsa floresta” na qual cada produtor fosse incentivado a recuperar, formar, plantar ou proteger um hectare de floresta por ano e terras públicas, seriam necessários recursos da ordem de R\$ 63 a 183 milhões por ano, cifras muito mais próximas e realizáveis pela ótica do orçamento público estadual. Caso um programa de “bolsa floresta”

fosse instituído tendo como base os produtores rurais que não são possuidores de terras, ao cabo de 15 anos, a iniciativa poderia agregar 4% de florestas no território do Estado, ao mesmo tempo em que esta política redistributiva ajudaria a combater a pobreza no campo. Como observado nas partes precedentes desta tese, as pastagens e as florestas se correlacionam negativamente, a agregação de florestas necessariamente subtrairia terras demandadas pelos pastos, assim, as componentes de pasto e floresta, ao passo de quinze anos, estariam na faixa de ocupação de 45,5% e 22% situação muito mais favorável quando comparada com a apresentada na *Figura 5 - Coeficiente de correlação e distribuição percentual do uso do solo do Estado do Rio de Janeiro segundo as variáveis pastagem e florestas*, onde os números são: 49,5% e 18% para as classes de pastagem e floresta. A instituição de um programa como este, sozinho, provocaria uma diminuição de 8,5% na distância que separa as classes de floresta e pastagem no Estado do Rio de Janeiro em 15 anos.

Já existe no Brasil, iniciativa semelhante, no Estado do Amazonas, a institucionalização do Programa Bolsa Floresta se deu por intermédio da Lei 3.135, sobre Mudanças Climáticas, Conservação Ambiental e Desenvolvimento Sustentável e da Lei Complementar 53, sobre o Sistema Estadual de Unidades de Conservação - SEUC, ambas promulgadas em 5 de junho de 2007. As bases do Programa Bolsa Floresta (PBF) foram desenhadas para recompensar e melhorar a qualidade de vida das populações tradicionais pela manutenção dos serviços ambientais prestados pelas florestas tropicais, reduzindo o desmatamento e valorizando a floresta (Bigsten, 2013). Atualmente o PBF é o maior programa de Pagamento por Serviços Ambientais do mundo, com mais de 35 mil pessoas atendidas em 15 Unidades de Conservação do Estado do Amazonas, uma área que totaliza 10 milhões de hectares (Viana, et al., 2010).

No âmbito do Programa Bolsa Floresta, existem subcomponentes, um deles é denominado Bolsa Floresta Familiar que tem como objetivo promover o envolvimento das famílias moradoras e usuárias das unidades de conservação estaduais para redução do desmatamento e valorização da floresta em pé. Em termos práticos, diz respeito ao pagamento de uma “bolsa” mensal de R\$ 50 por mês pago às mães de famílias residentes dentro de unidades de conservação que estejam dispostas a assumir um compromisso de conservação ambiental e desenvolvimento sustentável. Outro subcomponente é o do Bolsa Floresta Renda (BFR) destinado à produção sustentável: manejo de pescado, óleos vegetais, frutas, mel e

---

castanha, atividades desenvolvidas pelos próprios ribeirinhos. A intenção é promover arranjos produtivos e certificação de produtos que aumentem o valor recebido pelo produtor. Neste componente, são elegíveis todas as atividades que não produzam desmatamento, que estejam legalizadas e que valorizem a floresta.

O Programa Bolsa Floresta está inspirado no REDD+<sup>12</sup>, um programa das Nações Unidas que promove a implantação de estratégias que promovam incentivos (compensações) para os países em desenvolvimento reduzirem emissões provenientes de florestas e investirem em desenvolvimento sustentável e práticas de baixo carbono para o uso da terra. O financiamento para os programas apoiados pelo REDD+ é alavancado em países desenvolvidos, mas no caso específico do projeto desenvolvido no Amazonas, instituições brasileiras ou sediadas no Brasil também apoiam o programa como o Banco Bradesco S.A., Coca-Cola, Fundo Amazônia do BNDES, Marriott International, Samsung, TAM Linhas Aéreas, HRT e Yamamay.

Parece, então que as condições necessárias e suficientes para traçar uma estratégia de reversão do quadro de fragmentação florestal já foram lançadas, tanto do ponto de vista conceitual, normativo e institucional, contando, inclusive com experiências sendo desenvolvidas em larga escala no Brasil, cabe agora analisar, se é oportuno e conveniente implantar um projeto como o “bolsa floresta” no Estado do Rio de Janeiro, mas, esta ação, já passa a ser uma iniciativa das casas legislativas, apoiadas pelos órgãos executivos do Estado e, como não, pela academia que certamente estará pronta para contribuir.

---

<sup>12</sup> REDD+ é a sigla em inglês para *Reducing Emissions from Deforestation and forest Degradation* ou Redução de Emissões provenientes de Desmatamento e Degradação Florestal, vai além de desmatamento evitado e recuperação de florestas: o sinal + inclui o papel da conservação, do manejo sustentável e do aumento de estoques de carbono nas florestas.





## Conclusão

O principal resultado deste trabalho aponta que sem uma alteração radical frente à questão da conservação da biodiversidade, tornando-a competitiva e rentável pela ótica do mercado não haverá possibilidade de êxito, em larga escala, da promoção de uma política de conservação uma vez que as receitas advindas da exploração das terras para a extração madeireira, criação de gado e agricultura continuarão a ser as bases da estratégia dominante de atuação de pequenos, médios e grandes proprietários.

A hipótese desta tese é que a floresta, para não ser vista como um obstáculo pelos "agentes" econômicos, precisa ser possuidora de valor, a sua existência precisa fazer parte de cadeias produtivas que permitam a realização de valor para uma determinada sociedade. Para as florestas homogêneas da Finlândia, parece que esta questão já foi resolvida, a floresta permanece em pé e a produção de papel em alta. A questão para as florestas não homogêneas como a da Mata Atlântica a oportunidade e a conveniência de manter a floresta em pé parece ser bem mais difícil. A simples substituição de pastos, nas terras privadas, demandaria recursos do Estado do Rio de Janeiro que não são compatíveis com a realidade orçamentária atual. E transformar pastos em florestas, como foi discutido, não é agregar valor à floresta, mas sim, agregar valor à renúncia de explorar os pastos pelos "agentes" privados.

A questão da valoração florestal das florestas tropicais não homogêneas, tudo indica, que deverá aguardar respostas futuras, apoiadas no desenvolvimento da técnica e da ciência. É certo que a fragmentação florestal significa a destruição de recursos que, mesmo nos dias de hoje, mal se conhece sua verdadeira dimensão e complexidade. No mínimo, por precaução, estes recursos deveriam ser protegidos para as futuras gerações. A reversão de expectativas pode ser simulada, estimulada, aprofundada através de um programa redistributivo de recursos como o do "Bolsa Floresta" mas tudo indica que uma solução para o enquadramento da floresta como um elemento importante da cadeia produtiva aguardará novas oportunidades para avançar uma vez que pouco contribuiu o debate – nestes termos – realizados pelo Novo Código Florestal, texto legal extremamente polêmico.

O Novo Código Florestal, Lei 12.651/2012 estipula regras para a preservação ambiental em propriedades rurais, mas colocou as perspectivas dos "agentes" desenvolvimentistas e

conservacionistas - denominados ruralistas e ambientalistas pela grande imprensa - em lados opostos. O Novo Código Florestal define o quanto de terra deve ser preservado pelos produtores. Entre outras regras, existem dois mecanismos de proteção ao meio ambiente. O primeiro são as chamadas áreas de preservação permanente (APPs), locais como margens de rios, topos de morros e encostas, que são considerados frágeis e devem ter a vegetação original protegida. Há ainda a reserva legal, área de mata que não pode ser desmatada dentro das propriedades rurais. Estas parcelas, somadas, na perspectiva dos ruralistas, subtrai possibilidades de aproveitamento econômico das propriedades uma vez que as áreas disponíveis para plantio e criação ficam mais restritas

Já existem instrumentos redistributivos já implantados no Estado do Rio de Janeiro, caso do ICMS Verde, que mesmo recentemente instituído já transferiu centenas de milhões de reais aos municípios fluminenses, fortalecendo assim, a governança ambiental no nível local. As ferramentas geoestatísticas, por seu lado, permitiram criar mecanismos eficientes e transparentes de monitoramento, base documental e analítica para suportar programas de grande importância, quer pelo viés econômico, quer pelo socioambiental.

A instituição de um programa como o “Bolsa Floresta”, junto aos produtores rurais, que não são titulares de suas terras, parece ser uma opção de reversão da estratégia dominante, pelo menos em parte, já que ela pode gerar uma renda extra no campo, combatendo ao mesmo tempo a pobreza rural e garantindo que os remanescentes florestais permaneçam em pé, sobretudo nas áreas não protegidas pelas Unidades de Conservação. A instituição de políticas públicas baseada em modelagem de “agentes” mostra-se extremamente desafiadora e poderá conquistar enormes avanços nos próximos anos já que ela incorpora padrões de comportamento às feições de uso do solo mapeadas no território. As classes de uso do solo ganham desta forma, vida e as expectativas dos “agentes” podem ser simuladas em ambientes computacionais geoprocessados.

A história das mentalidades presente nos “agentes”, especialmente nos proprietários de terra – ainda guardam arquétipos ancestrais que enxergam na floresta um obstáculo ao desenvolvimento econômico e realização de valor. Mesmo respondendo por parte ínfima do Produto Interno Bruto – 0,4% em 2010, as propriedades que compõe o conjunto do setor primário estadual possuem juntas 73% das terras do Estado. A melhor imagem que é possível fazer desta situação é a de um “agente” gigante, sem carne, sem sangue, sem músculos,

remanescente de uma era em que o café e o açúcar ditavam os rumos da economia e da política fluminenses. Diante deste quadro, o aprofundamento de políticas redistributivas, do urbano para o rural, dos setores secundário e terciário da economia parece ser a melhor alternativa.

A questão da valoração florestal das florestas tropicais não homogêneas, tudo indica, que deverá aguardar respostas futuras, apoiadas no desenvolvimento da técnica e da ciência. É certo que a fragmentação florestal significa a destruição de recursos que, mesmo nos dias de hoje, mal se conhece sua verdadeira dimensão e complexidade. No mínimo, por precaução, estes recursos deveriam ser protegidos para as futuras gerações.

A introdução de perspectivas e novos instrumentos normativos, apoiadas na Teoria dos Jogos – notadamente na Teoria da Decisão - parece de grande utilidade, principalmente nas relações e estudos ambientais que ocorrem onde diferentes “agentes” interagem segundo concepções diferentes, motivações próprias, onde a cooperação e o conflito sempre estão presentes. Nestes ambientes tencionados, cada vez mais, a regulação do Estado será demandada com o objetivo de intermediar os potenciais conflitos que são observados, atualmente, no campo.

## Bibliografia

**Abreu, Marcelo de Paiva. 1999.** *O Brasil E a Economia Mundial, 1930-1945*. Rio de Janeiro : Editora Record, 1999.

**Alentejano, Paulo. 2011.** Um breve balanço da agricultura e da política agrária no Estado do Rio de Janeiro nas últimas décadas. <http://pratoslimpos.org.br/>. [Online] 2011. [Citado em: 16 de Agosto de 2013.] <http://pratoslimpos.org.br/content/uploads/2011/06/4-Um-breve-balanço-da-agricultura-e-da-política-agrária-no-estado-do-Rio-de-Janeiro-nas-últimas-décadas>.

**Allais, Maurice e Munier, Bertrand. 1995.** *Markets, risk and money: essays in honor of Maurice Allais*. Norwell : Kluwer Academic, 1995.

**Amaral, Paulo Henrique do. 2007.** *Direito tributário ambiental*. São Paulo : Revista dos Tribunais, 2007.

**Andrade, Navarro de. 1912.** *Utilidade das florestas*. São Paulo : Secretaria de agricultura, commercio e obras públicas do Estado de São Paulo, 1912.

**Angelsen, Arild. 2001.** *Agricultural technologies and tropical deforestation*. s.l. : Wallingford, 2001.

**Araújo, Cláudia Campos de. 2003.** *Meio ambiente e sistema tributário: novas perspectivas*. s.l. : Senac, 2003.

**Arima, Eugênio, Barreto, Paulo e Brito, Marky. 2005.** *Pecuária na Amazônia: tendências e implicações para a conservação ambiental*. Belém : IMAZON - Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia, 2005.

**Azevedo, Fernando de. 1948.** *Canaviais e engenhos na vida política do Brasil : ensaio sociológico sobre o elemento político na civilização do açúcar*. Rio de Janeiro : Instituto do Açúcar e do Alcool, 1948.

**Bachi, Roberto. 1999.** *New Methods of Geostatistical Analysis and Graphical Presentation: Distributions of Populations Over Territories.* New York : Springer, 1999.

**Bagnouls, F. e Gaussen, H. 1953.** *Saison sèche et indice xéothermique: Documents pour les cartes des productions végétales .* Paris : Faculté des Sciences, 1953.

**Barros, Wanderbilt Duarte de. 1961.** *Problemas de erosão do solo no Brasil.* Rio de Janeiro : Ministério da agricultura - serviço de informação agrícola, 1961.

**Barrteo, Paulo, Araújo, Elis e Brito, Brenda. 2009.** *A impunidade de crimes ambientais em áreas protegidas federais na Amazônia.* Belém : Imazon, 2009.

**Baxter, Stephen. 2006.** *Ages in chaos: James Hutton and the Discovery of Deep Time.* New York : Forge, 2006.

**Becker, Bertha. 1985.** *Geopolítica da Amazônia: a nova fronteira de recursos.* Rio de Janeiro : Zahar Editores, 1985.

**Beretta, Virgínia, Lobato, José Fernando Piva e Netto, Carlos Guilherme Mielitz. 2002.** Produtividade e Eficiência Biológica de Sistemas de Produção de Gado de Corte de Ciclo Completo no Rio Grande de Sul. *Revista Brasileira de Zootecnia.* Suplemento, 2002, Vols. v.31, n.2:991-1001.

**Berman, Marshall. 1987.** *Tudo que é sólido desmancha no ar.* São Paulo : Companhia das Letras, 1987.

**Bermingham, Eldredge. 2005.** *Tropical rainforests : past, present & future.* Chicago - United States : University of Chicago Press, 2005.

**Bernáldez, Fernando González. 1981.** *Ecología y paisaje.* Madrid : Blume Ediciones, 1981.

**Bertalanffy, Ludwig von. 2008.** *Teoria geral dos sistemas: fundamentos, desenvolvimento e aplicações.* Petrópolis : Vozes, 2008.

**Bigsten, Arne. 2013.** *Globalization and Development: Rethinking Interventions and Governance.* Oxford : Routledge, 2013.

**Binoche, Bertrand. 2005.** *Les équivoques de la civilisation.* Champ Vallon : Seyssel, 2005.

**Bravo, Alvarez Sanches. 2008.** *Políticas Públicas Ambientales.* Sevilha : Arcibel Editores, 2008.

**Brokaw, Nicholas. 1998.** Fragments: past, present and future. *Trends in Ecology & Evolution.* Cambridge, 1998, Vol. v. 13 n. 10.

**Caldas, Ruy de Araújo. 1998.** *Agronegócio brasileiro: ciência, tecnologia e competitividade.* Brasília : CNPq, 1998.

**Calmon, Pedro. 1935.** *História da civilização brasileiroira*. São Paulo : Companhia Editora Nacional, 1935.

**Cantwell, M. D. e Forman, R. T. T. 1993.** Landscape graphs: ecological modeling with graph theory to detect configurations common to diverse landscapes. *Landscape Ecology*. 1993, Vols. v. 8, n.4: 239-251.

**Capobianco, João Paulo (org.). 2001.** *Biodiversidade na Amzônia Brasileira*. São Paulo : Estação Liberdade: Instituto Socioambiental, 2001.

**Carabias, Julia, Provencio, Enrique e Toledo, Carlos. 1994.** *Manejo de Recursos Naturales y Pobreza Rural*. Mexico DF : Fondo de Cultura Economica, 1994.

**Carreira, Léa Maria Medeiros e Barth, Ortrud Monika. 2003.** *Atlas de pólen da vegetação de canga da Serra de Carajás, Pará, Brasil*. Belém : Museu Paraense Emílio Goeldi, 2003.

**Carvalho, Fabrício Alvim, Nascimento, Marcelo Trindade e Braga, João Marcelo Alvarenga. 2007.** Estrutura e composição florística do estrato arbóreo de um remanescente de Mata Atlântica no município de Rio Bonito (Mata Rio Vermelho). *Revista Árvore*. 2007. Vol. 31, n. 4, p. 717-730.

**CEPEA, Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada -. PIB do agronegócio - 1994 a 2011.** <http://cepea.esalq.usp.br>. [Online] Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - Universidade de São Paulo". [Citado em: 04 de Agosto de 2013.] <http://cepea.esalq.usp.br/pib/>.

**Christopherson, Robert W. 2012.** *Geossistemas: uma introdução à Geografia Física*. [ebook] Porto Alegre : BOOKMAN COMPANHIA EDITORA LTDA , 2012.

**CIDE. 2003.** *Índice de Qualidade dos Municípios - Verde II*. Rio de Janeiro : Centro de Informações e Dados do RIO de Janeiro - Governo do Estado do RIO de Janeiro, 2003.

—. **2000.** *Índice de Qualidade dos Municípios Verde*. Rio de Janeiro : Governo do Estado do Rio de Janeiro - Centro de Informações do Estado do Rio de Janeiro, 2000.

**Corrêa, Roberto Lobato e Rosendahl, Zeny. 1998.** *Paisagem, tempo e cultura*. Rio de Janeiro : EDUERJ, 1998.

**Cosgrove, D. E. 1979.** Review of Elisée Reclus: Historian of Nature. *Geography*. nº 4, 1979, Vol. 64.

**Costa, R. G. C. P. da. 2002.** *Queimadas, mudanças ecológicas e transformações nas atividades agroextrativistas da fronteira agrícola amazônica : o ponto de vista dos pequenos produtores de duas localidades na região de Paragominas-PA*. Belém : Embrapa, 2002.

- Cox, C. Barry e Moore, Peter D. 2010.** *Biogeography: An Ecological and Evolutionary Approach*. New York : Springer, 2010.
- Crespi, A., et al. 2005.** Phytostructural characterization of several vegetation types in northern Portugal: The structural expressivity and the resistance of the vegetation. *Plant Biosystems - An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology*. 2005, Vols. v. 139 n. 3: 387-398, Taylor & Francis.
- Crosby, Alfred. 2004.** *Ecological imperialism: the biological expansion of Europe, 900-1900*. s.l. : Cambridge University Press, 2004.
- Cumming, Graeme S. 2011.** *Spatial Resilience in Social-Ecological Systems*. New York : Springer, 2011.
- Dansereau, Pierre. 1957.** *Biogeography: an ecological perspective*. New York : The Ronald Press, 1957.
- Davis, William Morris. 1902.** *Elementary physical geography*. Boston : Ginn, 1902.
- Deák, Csaba e Schiffer, Sueli Terezinha Ramos. 1999.** *O processo de urbanização no Brasil*. São Paulo : EdUSP, 1999.
- Dean, Warren. 1996.** *A ferro e a fogo*. São Paulo : Companhia das Letras, 1996.
- . 1996. *A ferro e fogo: a história e a devastação da Mata Atlântica brasileira*. São Paulo : Companhia das Letras, 1996.
- Dias, Joana Matos. 2010.** *Localização Dinâmica. Modelos e Técnicas*. Coimbra : Universidade de Coimbra, 2010.
- Dias, Maria Helena. 2002.** *Contributos para a historia da cartografia militar portuguesa*. Lisboa : Centro de Estudos Geográficos, 2002.
- Dickson, Barney e Cooney, Rosie. 2005.** *Biodiversity and the precautionary principle: risk and uncertainty in conservation and sustainable use*. London : Earthscan, 2005.
- Drummond, José Augusto. 1997.** *Devastação e preservação ambiental no Rio de Janeiro*. Niterói : Editora da Universidade Federal Fluminense, 1997.
- . 1997. *Devastação e preservação ambiental no Rio de Janeiro*. Niterói : Editora da Universidade Federal Fluminense, 1997.
- Drummond, José e Barros-Platiau, Ana Flávia. 2006.** Brazilian Environmental Laws and Policies. *Law & Police*. January, 2006, Vol. 28, 1.
- Ellsberg, Daniel. 2001.** *Risk, ambiguity, and decision*. London : Taylor & Francis, 2001.
- Erkkilä, Tero. 2012.** *Government transparency: impacts and unintended consequences*. [ebook] s.l. : Palgrave Macmillan, 2012.



---

**ESALQ/USP.** *Centro de Estudos avançados em economia aplicada* -. [Online] Centro de Estudos avançados em economia aplicada ESALQ/USP. [Citado em: 13 de Agosto de 2013.] <http://www.cepea.esalq.usp.br/pib/>.

**Escalante, Tania, et al. 2007.** Deforestation affects biogeographical regionalization: a case study contrasting potential and extant distributions of Mexican terrestrial mammals. *Journal of Natural History*. 2007, Vols. v. 41, n. 13-16: 365-984, Taylor & Francis.

**Farina, Almo. 1998.** *Principles and Methods in Landscape Ecology*. New York : Springer, 1998.

**Ferlini, Vera Lucia Amaral. 1987.** *A civilização do açúcar: Séculos XVI a XVIII*. São Paulo : Brasiliense, 1987.

**Fernandes, Manoel do Couto, et al. 2011.** Avaliação Geocológica de Susceptibilidade à Ocorrência de Incêndios no Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Floresta e ambiente*. 2011, Vols. 18(3):299-309.

— . **2011.** Mapeamento geocológico de susceptibilidade à ocorrência de incêndios no Estado do Rio de Janeiro . *Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR*. INPE , 2011, Vols. Anais XV- SBSR:7988-7995.

**Fiani, Ronaldo. 2011.** *Cooperação e conflito*. Rio de Janeiro : Campus, 2011.

— . **2004.** *Teoria dos Jogos*. São Paulo : Elsevier, 2004.

**Filho, João Alves. 2003.** *Matriz Energetica Brasileira: Da Crise a Grande Esperanca*. Rio de Janeiro : Mauad Editora, 2003.

**Finetti, Bruno de. 1975.** *Theory of probability: a critical introductory treatment*. The University of California : Wiley, 1975.

**Fittkau, E.J., et al. 1969.** *Biogeography and Ecology in South-America, Volume 2*. New York : Springer, 1969.

**Forman, Richard T. T. 1995.** *Land mosaics: the ecology of landscapes and regions*. Cambridge : Cambridge University Press, 1995.

**Freire, Felisbello. 1906.** *Historia territorial do Brazil: Bahia, Sergipe e Espírito Santo*. Rio de Janeiro : Typographia do Jornal do Comércio, 1906.

**Freitas, Simone R., Mello, Marcia C. S. e Cruz, Carla B. M. 2005.** Relationships between forest structure and vegetation indices in Atlantic Rainforest. *Forest Ecology and Management*. Elsevier, 2005, Vol. 218, p. 353-362.

**Freyre, Gilberto. 1963.** *Casa grande e senzala*. Brasília : Editora Universidade de Brasília, 1963.

**Galvão, Maria do Carmo Corrêa. 1986.** Rio de Janeiro - contradições e ajustes de um espaço desigual. *Revista do Rio de Janeiro*. Maio - Agosto, 1986, Vols. v.1, n.1:97-109.

**Gastón, Javier Izko e Burneo, Diego. 2003.** *Ferramentas para valoração e manejo florestal sustentável dos bosques sul-americanos*. Gland, Switzerland : IUCN Forest Conservation Programme, 2003.

**Gerbi, Antonello. 1996.** *O Novo Mundo: História de uma polêmica (1750-1900)*. São Paulo : Companhia das Letras, 1996.

**Glass, Leon e Mackey, Michael C. 1988.** *From Clocks to Chaos: The Rhythms of Life*. Princeton : Princeton University Press, 1988.

**Golfari, L. e Moosmayer, H. 1980.** *Manual de reflorestamento do Estado do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro : Secretaria de Planejamento e Coordenação Geral - Governo do Estado do Rio de Janeiro, 1980.

**Governo Federal - Ministério do Meio Ambiente . 2004.** *Segundo Relatório Nacional para a Conservação sobre Diversidade Biológica Brasil*. Brasília : Ministério do Meio Ambiente, 2004.

**Governo Federal. 1993.** Decreto Federal Nº. 750, de 10 de fevereiro de 1993. *Dispõe sobre o corte, a exploração e a supressão de vegetação primária nos estágios avançado e médio de regeneração da Mata Atlântica e dá outras providências*. Brasília, Distrito Federal, Brasil : s.n., 1993.

**Grant, James L. 2003.** *Foundations of economic value added*. Hoboken - Unites States : John Willey & Sons, 2003.

**Greenberger, Robert. 2005.** *Darwin and the Theory of Evolution*. New York : The Rosen Publishing Group, 2005.

**Gross, Tony, Johnston, Sam e Barber, Charles Victor. 2005.** *A convenção sobre a diversidade biológica: entendendo e influenciando o processo*. 2005.

**Gulinck, H., Walpot, O. e Janssens, P. 2004.** Landscape structural analysis of central Belgium using SPOT data. [A. do livro] R Haines-Young, David R. Green e S. H. Cousins. *Landscape Ecology And Geographical Information Systems*. London : CRC Press, 2004.

**Gustafson, E. e Gardner, R. 1996.** The effect of landscape heterogeneity on the probability of path colonization. *Ecology*. 1996, Vols. v.77, n.1: 94-107.

**Heinein, K. e Merriam, G. 1990.** The elements of connectivity where corridor quality is variable. *Landscape ecology*. 1990, Vols. n.4: 157-170.

**Helferich, Gerard. 2004.** *Humboldt's Cosmos: Alexander von Humboldt and the Latin American Journey That Changed the Way We See the World.* New York : Gotham Books, 2004.

**Herculano, Alexandre. 1987.** *Opúsculos.* Barcarena : Presença, 1987. Vol. 2.

**Hilborn, Ray e Mangel, Marc. 1997.** *The ecological detective : confronting models with data.* Princeton : Princeton University Press, 1997.

**Hill, Michael J. e Hanan, Niall P. 2011.** *Ecosystem and modeling at landscapes to global scales .* [ebook] s.l. : CRC Press, 2011.

**Hilty, Jodi A., et al. 2006.** *Corridor Ecology: The Science and Practice of Linking Landscapes for Biodiversity Conservation.* Washington : Island Press, 2006.

*História ambiental e Geografia.* **Freitas, Inês Aguiar de. 2006.** s.l. : Encontro Regional de História: usos do passado, 2006. V. 12.

**Horowitz, Tamara e Camp, Joseph. 2006.** *The epistemology of a priori knowledge.* s.l. : Oxford University Press, 2006.

**Hubbard, Phil, Kitchin, Rob e Valentine, Gill. 2008.** *Key texts in human geography.* Los Angeles - United States : SAGE, 2008.

**IBGE. 2006.** *Censo Agropecuário 2006.* Rio de Janeiro : IBGE, 2006.

— **. 2011.** *Censo Demográfico 2010.* Rio de Janeiro : IBGE, 2011.

**International, Conservation. 2013.** <http://www.conservation.org>. [Online] 2013. [Citado em: 4 de Agosto de 2013.] [http://www.conservation.org/where/priority\\_areas/hotspots/Pages/hotspots\\_main.aspx](http://www.conservation.org/where/priority_areas/hotspots/Pages/hotspots_main.aspx).

**Inwood, Michael, Holanda, Luisa Buarque de e Schuback, Márcia Sá Cavalcanti. 2002.** *Dicionário Heidegger.* Rio de Janeiro : Jorge Zahar Editor, 2002.

**IPEA. 2007.** *Objetivos de desenvolvimento do milênio: relatório nacional de acompanhamento.* Brasília : Presidência da República, Governo da República Federativa do Brasil, 2007, 2007.

**Jackson, Laura E., Kurtz, Janis C. e Fisher, William S. 2000.** *Evaluation guidelines for ecological indicators.* Washington : US Environmental Protection Agency, 2000.

**Jansen, Martin, Judas, Michael e Saborowski, Joachim. 2002.** *Spatial Modelling in Forest Ecology and Management: A Case Study.* New York : Springer, 2002.

**Johnson, C. N. 1998.** Species extinction and relationship between distribution and abundance. *Nature.* Jul., 16, 1998, Vol. v.394.

**Johnston, Kevin. 2004.** *ArcGIS 9: Using ArcGIS Geostatistical Analyst.* Redlands : Esri Press, 2004.

**Jongman, R H e Kamphorst, Dana. 2002.** *Ecological corridors in land use planning and development policies : national approaches for ecological corridors of countries implementing the Pan-European Landscape and Biological Diversity Strategy.* Bruxelles : Council of Europe, 2002.

**Jongman, R. e Kamphorst, D. 2002.** *Ecological Corridors in Land Use Planning and Development Policies : National approaches for ecological corridors of countries implementing rhe Pan-European Landscape and Biological Diversity Strategy.* Bruxelles : Council of Europe, 2002.

**Kahneman, Daniel e Tversky, Amos. 2000.** *Choices, values, and frames.* s.l. : Cambridge University Press, 2000.

**Kangas, Annika, Kangas, Jyrki e Kurttila, Mikko. 2008.** *Decision Support for Forest Management.* New York : Springer, 2008.

**Keitt, T. H., Urban, D. I. e Milne, B. T. 1997.** Conservation Ecology. *Detecting critical scales in fragmented landscapes.* 1997, Vols. v.1, n.1, art. 4, <http://www.consecol.org/vol1/iss1/art4/>.

**King, Ruth, et al. 2010.** *Bayesian Analysis for Population Ecology.* London : CRC Press, 2010.

**Kuhn, Thomas S. 2005.** *A estrutura das revoluções científicas.* São Paulo : Perspectiva, 2005.

**Lamego, Alberto Ribeiro. 1974.** *O homem e a restinga.* s.l. : Lidador, 1974.

—, 1974. *O Homem e a Restinga: os setores da evolução fluminense .* Rio de Janeiro : Lidador, 1974. (Segunda Edição).

**Lamego, Alberto Riberio. 1945.** *O homem e o brejo.* s.l. : Conselho nacional de geografia, 1945.

**Lande, Russell, Engen, Steinar e Saether, Bernt-Erik. 2004.** *Stochastic population dynamics in ecology and conservation.* Oxford : Oxfors University Press, 2004.

**Le Goff, Jacques. 2006.** *La nouvelle histoire.* Bruxelles : Éditions Complexe, 2006.

**Leff, Enrique. 2003.** *A complexidade ambiental.* São Paulo : s.n., 2003.

—, 2006. *Racionalidade ambiental a reapropriação social da natureza.* Rio de Janeiro : Editora Record, 2006.

**Lima, Tiago França Melo de, et al. 2009.** Modelagem de sistemas baseadas em agentes: alguns conceitos e ferramentas. <http://marte.dpi.inpe.br/>. [Online] 2009. [Citado em: 13 de Agosto de 2013.] <http://marte.dpi.inpe.br/col/dpi.inpe.br/sbsr@80/2008/11.17.15.46/doc/5279-5286.pdf>.

---

**Lindenmayer, David e Fischer, Joern. 2006.** *Habitat fragmentation and landscape change : an ecological and conservation synthesis*. Washington : Island Press, 2006.

**Lindenmayer, David. 2009.** *Forest pattern and ecological process : a synthesis of 25 years of research*. Victoria - Australia : CSIRO, 2009.

**Lipper, Leslie. 2009.** *Payment for environmental services in agricultural landscapes: economic policies and poverty reduction in developing countries*. New York : Springer, 2009.

**Lodwick, Weldon. 2007.** *Fuzzy Surfaces in GIS and Geographical Analysis: Theory, Analytical Methods, Algorithms and Applications*. London : CRC Press, 2007.

**Lovejoy, Thomas. 2005.** *O Brasil em foco*. 2005. Vol. 1.

— . 2005. *O Brasil em foco*. 2005. Vol. 1.

**MacArthur, R. e Wilson, E. 1967.** *The theory of island biogeography*. Princeton : Princeton University Press, 1967.

**MacIntyre, D. B. e McKirdy, Alan. 2012.** *James Hutton: The founder of modern Geology*. Edinburg : NMS Enterprises Limited, 2012.

**Margulis, Sérgio. 2003.** *Causas do desmatamento da Amazônia brasileira*. Washington : Banco Mundial, 2003.

**Martins, P. F. da S. 1987.** *Propriedades de solos sob floresta natural e sua alteração em consequência do desmatamento e cultivo, na Amazônia Oriental*. Piracicaba : ESALQ - USP, 1987.

**Matthews, Robin B., et al. 2007.** Agent-based land use models: a review of applications. *Landscape Ecology*. 2007, Vols. v.22:1447-1459.

**May, Peter H. 2011.** *The context of REDD+ in Brazil: drivers, agents and institutions*. Bogor - Indonesia : Center for International Forestry Research, 2011.

**McKillup, Steve e Dyar, Melinda Darby. 2010.** *Geostatistics Explained: An Introductory Guide for Earth Scientists*. Cambridge : Cambridge University Press, 2010.

**Meirelles, Margareth Simões Penello, et al. 2007.** Subsídios da geomática para a avaliação da influência da dinâmica do uso do solo nos serviços ecossistêmicos. [A. do livro] Israel Felzenszwalb. *Meio Ambiente: experiências em pesquisa multidisciplinar e formação de pesquisadores*. Rio de Janeiro : Mauad Editora Ltda., 2007.

**Mello Jr., Donato. 1988.** *Rio de Janeiro : planos, plantas e aparências*. Rio de Janeiro : Galeria de arte do centro empresarial Rio, 1988.

**Melo, José Tarcízio de Almeida. 2008.** *Direito constitucional do Brasil*. Belo Horizonte : Editora del Rey, 2008.

- Metzger, Jean Paul. 2001.** O que é ecologia de paisagem? *Biota Neotrópica*. 2001, Vols. 1 (1-2), p. 1-9.
- Miller, Char. 1992.** *Gifford Pinchot : the evolution of an American conservationist : two essays*. Milford - United States : Grey Towers Press, 1992.
- Ministério do Meio Ambiente. 2000.** *Agenda 21 brasileira: bases para discussão*. Brasília : MMA/PNUD, 2000.
- Mittermeier, Russell A., et al. 1999.** *Hotspots: Earth's Biologically Richest and Most Endangered Terrestrial Ecoregions*. s.l. : CEMEX, 1999. p. 430.
- Moon, Brian, et al. 2011.** *Applied Concept Mapping: Capturing, Analyzing, and Organizing Knowledge*. London : CRC Press, 2011.
- Moraes, Antonio Carlos Robert de. 1987.** *Geografia: pequena história crítica*. São Paulo : HUCITEC, 1987.
- Morsello, Carla. 2001.** *áreas protegidas públicas e privadas: seleção e manejo*. São Paulo : FAPESP, 2001.
- Motta Sobrinho, Alves. 1978.** *A civilização do café, 1820-1920*. São Paulo : Editora Brasiliense, 1978.
- Motta, Ronaldo Seroa da. 2006.** *Economia ambiental*. Rio de Janeiro : FGV, 2006.
- Mueller-Dombois, Dieter e Fosberg, Francis Raymond. 1998.** *Vegetation of the tropical Pacific islands*. New York : Springer, 1998.
- Myers, Wayne L. e Patil, Ganapati P. 2006.** *Pattern-Based Compression of Multi-Band Image Data for Landscape Analysis*. New York : Springer, 2006.
- Nascimento, Elimar e Drummond, José Augusto. 2003.** *Amazônia: dinamismo econômico e conservação ambiental*. Rio de Janeiro : Garamond, 2003.
- Nash, John. 1996.** *Essays on game theory*. Cheltenham : Edward Elgar Publishing, 1996.
- Naveh, Zeev. 2007.** *Transdisciplinary Challenges in Landscape Ecology and Restoration Ecology - An Anthology*. New York : Springer, 2007.
- Neto, Pedro Luiz de Oliveira. 2002.** *Estatística*. São Paulo : Edgard Blücher, 2002.
- Neumann, John Von e Mongenstern, Oskar. 2004.** *Theory of games and economic behavior*. Princeton, New Jersey : Princeton University Press, 2004, 2004.
- Noordwijk, Meine van, Cadisch, Georg e Ong, C. K. 2004.** *Below-ground interactions in tropical agroecosystems: concepts and models with multiple plant components*. Oxfordshire : CABI, 2004.

- Oliveira, Rogério Ribeiro de. 2005.** *As marcas do homem na floresta: história ambiental de um trecho urbano de mata atlântica.* Rio de Janeiro : PUC Rio, 2005.
- Pádua, Elisabete Matallo Marchesini de. 2008.** *Ciências sociais, complexidade e meio ambiente: interfaces e desafios.* Campinas : Papyrus Editora, 2008.
- Paiva, Ruy Miller, Schattan, Salomão e Freitas, Claus F. Trench de. 1973.** *Setor agrícola do Brasil: comportamento econômico, problemas e possibilidades.* São Paulo : Secretaria de Agricultura, 1973.
- Palo, Matti, Uusivuori, Jussi e Mery, Gerardo. 2001.** *World forests, markets and policies.* New York : Springer, 2001.
- Parent, Eric e Rivot, Etienne. 2012.** *Introduction to Hierarchical Bayesian Modeling for Ecological Data.* London : CRC Press, 2012.
- Parker, Dawn C. e Meretsky, Vicky. 2004.** Measuring pattern outcomes in an agent-based model of edge-effect externalities using spatial metrics. *Agriculture, Ecosystems & Environment.* February, 2004, Vols. v.1, Issues 2-3:233-250.
- Pascal, Blaise e Ariew, Roger. 2005.** *Pensées.* s.l. : Hackett Publishing, 2005.
- Patton, D. R. 1975.** A diversity index for quantifying habitat "edge". *Wildlife Society Bulletin.* 1975, Vols. v.3 n. 4, Winter.
- Pearson, Roger. 1980.** *Ecology and evolution.* Washington : Mankind Quarterly, 1980.
- Petrosian, Leon Aganesovich e Zakharov, V. V. 1997.** *Mathematical Models in Environmental Policy Analysis.* New York : Nova Publishers, 1997.
- Petulla, Joseph. 1977.** *American environmental history: the exploitation and conservation of natural resources.* The University of California : Boyd & Fraser Pub. Co., 1977.
- Pindyck, Robert e Rubinfeld, Daniel. 2012.** *Microeconomics.* New Jersey : Pearson Education, 2012.
- Prado Jr., Caio. 1979.** *A questão agrária no Brasil.* São Paulo : Brasiliense, 1979.
- . **1967.** *História econômica do Brasil.* São Paulo : Editora Brasiliense, 1967.
- Presidência da República. 1988.** Constituição da República Federativa do Brasil . <http://www.planalto.gov.br/>. [Online] 1988. [Citado em: 18 de Agosto de 2013.] [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm).
- RADAMBRASIL. 1983.** *Folhas SF. 23/24, Rio de Janeiro/Vitoria : geologia, geomorfologia, pedologia, vegetacao, uso potencial da terra.* Rio de Janeiro : Ministério das Minas e Energia, 1983. Folhas SF 23/24.

- 
- Ralph G. Stahl, Jr., et al. 2010.** *Valuation of Ecological Resources: Integration of Ecology and Socioeconomics in Environmental Decision Making*. London : CDC Press, 2010.
- Ramsey, Frank. 1974.** *A soils grouping scheme for economic decision making in the Mississippi Delta*. s.l. : Mississippi State University, 1974.
- Rapoport, Anatol. 1965.** *Prisoner's Dilemma: A Study in Conflict and Cooperation*. Chicago : University of Michigan Press, 1965.
- Ricklefs, Robert. 1996.** *The Economy of Nature: A Textbook in Basic Ecology*. New York : W. H. Freeman & Co., 1996.
- Rocha, Joao Carlos de Carvalho. 2007.** *POLITICA NACIONAL DO MEIO AMBIENTE*. Belo Horizonte : Editora del Rey, 2007.
- Rochelle, James Arthur. 1999.** *Forest fragmentation: wildlife and management implications*. Portland - United States : Leiden: Brill , 1999.
- Rohde, Geraldo Mario. 2005.** *Epistemologia Ambiental*. Porto Alegre : EDIPUCRS, 2005.
- Rumney, Jay. 1934.** *Herbert Spencer's Sociology: A Study in the History of Social Theory, to which is Appended a Bibliography of Spencer and His Work*. Edison : Transaction Publishers, 1934.
- Salgueiro, Teresa Barata. 2001.** *Paisagem e geografia*. Lisboa : Universidade de Lisboa, 2001.
- Santos, Milton. 1965.** *A cidade nos países subdesenvolvidos*. Rio de Janeiro : Editora Civilização Brasileira, 1965.
- Santos, Milton e Marques, Maria Cristina. 2002.** *A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção*. São Paulo : Editora da Universidade de São Paulo, 2002.
- Santos, Milton. 1985.** *Espaço e método*. São Paulo : Nobel, 1985.
- **1979.** *Espaço e sociedade: ensaios*. Petrópolis : Editora Vozes, 1979.
- **1979.** *Espaço e sociedade: ensaios*. Petrópolis : Editora Vozes, 1979.
- Sauer, Carl Ortwin. 1925.** *The morphology of landscape*. Berkeley - United States : University of California Press, 1925.
- Savage, Leonard. 1972.** *The foundations of statistics*. s.l. : Courier Dover Publications, 1972.
- Schama, Simon. 1995.** *Landscape and memory*. New York : A. A. Knopf - Random House, 1995.
- Schwartz, Stuart B. e Lockhart, James. 2002.** *América Latina na época colonial*. Rio de Janeiro : Civilização Brasileira, 2002.



- Semple, Ellen Churchill. 1903.** *American history and its geographic conditions.* Boston : Houghton, Mifflin Co., 1903.
- Sene, Eustáquio de. 2004.** *Globalização e espaço geográfico.* São Paulo : Contexto, 2004.
- Silva, G. C. da e Nascimento, Marcelo T. 2001.** Fitossociologia de um remanescente de mata sobre tabuleiros no norte do Estado do Rio de Janeiro (Mata do Carvão). *Revista Brasileira de Botânica.* 2001. Vol. 24, n. 1, p. 51-62.
- Snyder, John Parr. 1987.** Map projections - a working manual. *U. S. Geological Survey Bulletin Series.* 1987, Vol. v.1395.
- SOS Mata Atlântica. 2012.** *Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica - Período 2011 - 2012.* [http://www.sosma.org.br/wp-content/uploads/2013/06/atlas\_2011-2012\_relatorio\_tecnico\_2013final.pdf] São Paulo : SOS Mata Atlântica, 2012.
- Stein, Stanley J. 1990.** *Vassouras, um município brasileiro do café, 1850-1900.* Rio de Janeiro : Editora Nova Fronteira, 1990.
- Stoer, Stephen, Rodrigues, David e Magalhães, António. 2003.** *Theories of social exclusion.* s.l. : Peter Lang, 2003. Vol. VI.
- Tabarelli, Marcelo e Gascon, Claude. 2005.** *Lições da pesquisa sobre fragmentação: aperfeiçoando políticas e diretrizes de manejo para a conservação da biodiversidade.* 2005. Vol. 1.
- . **2005.** *Lições da pesquisa sobre fragmentação: aperfeiçoando políticas e diretrizes de manejo para a conservação da biodiversidade.* 2005. Vol. 1.
- Taberalli, Marcelo et al. 2005.** *Desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade na Mata Atlântica Brasileira.* 2005. Vol. 1.
- . **2005.** *Desafios e oportunidades para a conservação da biodiversidade na Mata Atlântica Brasileira.* 2005. Vol. 1.
- Takeuchi, Y., Iwasa, Y. e Sato, K. 2007.** *Mathematics for ecology and environmental sciences.* New York : Springer, 2007.
- Tanizaki-Fonseca, K., et al. 2000.** A fragmentação da Mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro e a perda de diversidade. *A fauna ameaçada de extinção do Estado do Rio de Janeiro.* Rio de Janeiro : EDUERJ, 2000.
- Tavares, José Antônio Giusti. 1982.** *A estrutura do autoritarismo brasileiro.* s.l. : Mercado Aberto, 1982.
- Troll, Carl. 1968.** *Geo-ecology of the mountainous regions of the tropical Americas.* Bonn : UNESCO - Natural Resources Research Division, 1968.

- 
- Tufte, Edward R. 1983.** *The visual display of quantitative information.* Connecticut : Cheshire, 1983.
- Vajpeyi, Dharendra K. 2001.** *Deforestation, environment and sustainable development: a comparative analysis.* Westport : Praeger, 2001.
- Viana, Virgilio M., et al. 2010.** *REDD and Sustainable Development: Perspective from Brazil.* London : International Institute for Environment and Development (IIED), 2010.
- Wackernagel, Hans. 2003.** *Multivariate Geostatistics.* New York : Springer, 2003.
- Wald, Abraham. 1971.** *Statistical decision functions.* Michigan : The University of Michigan, 1971.
- Weatherford, Roy. 1982.** *Philosophical foundations of probability theory.* s.l. : Routledge Direct Editions, 1982.
- Weirich, Paul. 2007.** *Equilibrium and Rationality: Game Theory Revised by Decision Rules:* . s.l. : Cambridge University Press, 2007.
- White, D. J. 2006.** *Decision Theory.* New Jersey : Aldine Transaction - The State University of New Jersey, 2006.
- Williams, S. E. e Pearson, R. G. 1997.** Historical rainforest contractions, localized extinctions and patterns of vertebrate endemism in the rainforests of Australia's wet tropics. *Proceedings of The Royal Society - Biological Sciences.* May 22, 1997, Vols. v. 264 (1382): 709-716.
- Wolff, Simone. 2000.** *Legislação ambiental brasileira: grau de adequação à Conservação sobre Diversidade Biológica.* Brasília : Ministério do Meio Ambiente, 2000. p. 88. Vol. 3.
- . 2000. *Legislação ambiental brasileira: grau de adequação à Conservação sobre Diversidade Biológica.* Brasília : Ministério do Meio Ambiente, 2000. p. 88. Vol. 3.
- Young, Carlos Eduardo Frickmann. 2005.** *Mecanismos de financiamento para a conservação no Brasil.* 2005. Vol. 1.
- Zachos, Frank E. e Habel, Jan Christian. 2011.** *Biodiversity hotspots : distribution and protection of conservation priority areas.* New York : Springer, 2011.
- Zau, A. 1998.** Fragmentação da Mata Atlântica: aspectos teóricos. *Floresta e Ambiente.* 1998, Vols. v.5, n.1:160-171, UFRRJ.