



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO

INSTITUTO DE FLORESTAS

CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL

ECOLOGIA DA PAISAGEM E GEOPROCESSAMENTO: O EXEMPLO DA BACIA

HIDROGRÁFICA DO RIO GUANDÚ - RJ

ALUNO: MARCELLO GUERREIRO GONÇALVES

ORIENTADOR: JORGE XAVIER DA SILVA

SEROPÉDICA-RJ

MARÇO DE 2007



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO

INSTITUTO DE FLORESTAS

CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL

ECOLOGIA DA PAISAGEM E GEOPROCESSAMENTO: O EXEMPLO DA BACIA

HIDROGRÁFICA DO RIO GUANDÚ - RJ

ALUNO: MARCELLO GUERREIRO GONÇALVES

ORIENTADOR: JORGE XAVIER DA SILVA

Monografia apresentada como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheiro Florestal, Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

SEROPÉDICA - RJ

MARÇO DE 2007

Seropédica 14 de março de 2007

BANCA EXAMINADORA

Prof. Jorge Xavier da Silva
Prof. Emérito da UFRJ
Orientador

Prof. Luis Mauro Sampaio Magalhães
IF/DCA - UFRuralRJ
Membro Titular

Prof. André Scarambone Zaú
DBOT/IB/UNIRIO
Membro Titular

Prof. Maria Hilde de Barros Góes
DG/UFRuralRJ
Suplente

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me conduzir por entre a complexidade de escolhas que a vida nos oferece;

Ao professor e Orientador Jorge Xavier da Silva, por ter me permitido compartilhar de sua presença e de sua sabedoria, possibilitando-me aprender um pouco sobre nosso tema de estudo e sobre a vida;

A Prof^a Maria Hilde, pela sua companhia e reconhecimento. Agradeço pela oportunidade de poder ter pertencido a sua equipe no laboratório de Geoprocessamento aplicado da Universidade Federal do Rio de Janeiro (LGA/UFRRJ);

A Thereza Rangel Rodrigues, "Mandinha" (Minha vó), por compartilhar comigo seu amor incondicional, sua experiência de vida e carinho;

A minha mãe, Maria Terezinha, por me incentivar a conquistar meus ideais e enxergar a vida pelas lentes inspiradoras da arte;

A minha irmã, Débora Guerreiro e seu filho Zion, por me fazerem sentir o quanto devemos ser felizes por estarmos vivos;

A minha namorada Haydeé Caruso, por me incentivar a lutar pelos nossos sonhos;

Aos meus amigos do alojamento 432, por me permitirem viver em um ambiente de amizade, aprendizado científico e profissional,

de troca de experiências e conhecimento. Não tenho dúvidas em dizer que muito do que sou hoje é parte dos momentos que compartilhei com estas pessoas, obrigado;

Aos estagiários e bolsistas do LGA/UFRRJ (Laboratório de Geoprocessamento aplicado), pelo esforço e amizade dedicados em todas as etapas deste trabalho;

Ao laboratório de geoprocessamento LAGEOP/UFRRJ e sua equipe, pelo aprendizado constante e pela troca multidisciplinar de experiências.

Ao CNPq, pela bolsa de estudos de iniciação científica, tão importante para a conclusão deste trabalho;

A UFRRJ, por ter permitido reinventar-me, possibilitando meu reingresso à universidade, através de um processo de reintegração. Espero ter mostrado para os Professores e Dirigentes desta instituição que sua decisão fora acertada.

"... Mover-se e explorar, construir mapas, comparar mapas, refletir sobre mapas e categorizá-los em níveis cada vez mais altos parece ser característico dos animais e completamente diferente da maneira como qualquer robô lida com as coisas..."

(*Oliver Sacks, em entrevista transformada em livro por Wim Kayser. Maravilhosa Obra do Acaso: para tentar entender nosso lugar no quebra-cabeça cósmico. Wim Kayser, 1995*).

Resumo

Este trabalho busca aliar os conceitos da ecologia de paisagens e as técnicas de geoprocessamento para entender a dinâmica da paisagem da bacia hidrográfica do Rio Guandu, e propor formas de manejo dos seus recursos florestais. O geoprocessamento contribui com a construção de um mapa de áreas potenciais para reflorestamento, através da técnica de avaliação ambiental. A ecologia da paisagem contribui com o cálculo das métricas de paisagem para os possíveis cenários de reflorestamento. Para avaliar os cenários de reflorestamento utilizaram-se os índices que medem o número de fragmentos, a densidade de fragmentos, a área ocupada por floresta e a relação entre o tamanho do maior fragmento e a área total da bacia. O mapa de Áreas potenciais para reflorestamento pode ser utilizado como ponto de partida para a construção de um programa de reflorestamento para a bacia hidrográfica do rio Guandu.

Palavras Chave: Análise Ambiental, Fragstat, Manejo de Paisagens, Análise Multicritério, SIG.

Abstract

This work searches to unite the concepts of the landscape ecology and the techniques of geoprocessing to understand the Landscape dynamics of the Rio Guandú watershed, and to consider forms of manager its forest resources. The geoprocessing contributes with the construction a map of potential areas for reforestation, through the technique of ambient evaluation. The ecology of the landscape contributes with the calculation the landscape metrics for the possible scenes of reforestation. To evaluate the reforestation scenes the indices that measure is, the number of fragments, the density of fragments, the forest area and the relation enter the size of the greater fragment and the total watershed area. The map of potential Areas for reforestation can be used as starting point for an reforestation program in the river Guandu watershed.

Key Words: Environmental analysis, Fragstats, Landscape Manager, Multicriterion Decision, SIG.

Lista de Figuras

Figura 1 - Componente dos Sistemas de Informação Geográfica.....	14
Figura 2 - Estrutura Organizacional do SAI para a Baixada de Sepetiba/Bacia do Rio Guandú.....	18
Figura 3 - Localização geográfica da Bacia Hidrográfica da Bacia do rio Guandú - Rio de Janeiro - Brasil.....	20
Figura 4 - Metodologia de análise ambiental por geoprocessamento.....	22
Figura 5 - Exemplo esquemático de uma assinatura ambiental.....	38
Figura 6 - Exemplo de assinatura ambiental para um mapa categórico representando áreas de Mata Atlântica (Áreas Escuras) e Áreas de não Mata (Áreas Claras).....	40
Figura 6 - Árvore de Decisão para áreas potenciais para reflorestamento.....	44
Figura 7 - Integração metodológica entre as metodologias de análise ambiental e de estudos da Paisagem.....	46
Figura 8 - Classificação das métricas de Paisagem.....	48
Figura 9 - Tela de entrada dos parâmetros no software Fragstats.....	49

Lista de Mapas

Mapa 1 - Mapa de Dados Básicos da Bacia Hidrográfica do Rio Guandú.....	26
Mapa 2 - Mapa de Altitude da Bacia Hidrográfica do Rio Guandú.....	27
Mapa 3 - Mapa de Declividade da Bacia Hidrográfica do Rio Guandú.....	28
Mapa 4 - Mapa de Geomorfologia da Bacia Hidrográfica do Rio Guandú.....	29
Mapa 5 - Mapa de Litologia da Bacia Hidrográfica do Rio Guandú.....	30
Mapa 6 - Mapa de Ocupação do Solo 1994 da Bacia Hidrográfica do Rio Guandú.....	31
Mapa 7 - Mapa de Ocupação do Solo 2005 da Bacia Hidrográfica do Rio Guandú.....	32
Mapa 8 - Mapa de proximidade de Zonas Urbanas da Bacia Hidrográfica do Rio Guandú.....	33
Mapa 9 - Mapa de proximidade o Rio Guandú da Bacia Hidrográfica do Rio Guandú.....	34
Mapa 10 - Mapa de proximidade de caminhos e trilhas da Bacia Hidrográfica do Rio Guandú.....	35
Mapa 11 - Mapa de proximidade de Drenagem da Bacia Hidrográfica do Rio Guandú.....	36
Mapa 12 - Proximidades Final. Mapa de resultado da avaliação entre os mapas de proximidade.....	54
Mapa 13 - Fatores antrópicos. Mapa do resultado da avaliação dos fatores antrópicos.....	55

Mapa 14 - Fatores naturais. Mapa do resultado da avaliação dos fatores naturais. Declividade, Altitude, Geomorfologia e Litologia.....	56
Mapa 15 - Áreas para reflorestamento. Resultado da avaliação entre os mapas de fatores antrópicos e fatores naturais.....	57

ANEXOS

Anexo 1 - Conteúdo do CD em anexo.....	80
Anexo 2 - Quadro com os pesos e notas utilizados na avaliação de fatores antrópicos.....	82
Anexo 3 - Quadro com os pesos e notas utilizados na avaliação de fatores naturais.....	84
Anexo 4 -Quadro com os pesos e notas utilizados na avaliação das áreas potenciais para reflorestamento.....	88

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO TEMÁTICA	3
2.1 O CONCEITO DE PAISAGEM E SUAS DIFERENTES ABORDAGENS	3
2.2 A DISCIPLINA ECOLOGIA DA PAISAGEM E SEU CONTEXTO ...	4
2.3 CONCEITOS DE ECOLOGIA DA PAISAGEM	6
2.4 O CONTEXTO SOBRE GEOPROCESSAMENTO	9
2.5 HISTÓRIA E DESENVOLVIMENTO DO GEOPROCESSAMENTO NO BRASIL	10
2.6 GEOPROCESSAMENTO E SIG	11
3. HISTÓRICO DO PROJETO SIA (SISTEMA DE INFORMAÇÃO AMBIENTAL) DA BAIXADA DE SEPETIBA E BACIA DO RIO GUANDÚ.	14
4. OBJETIVOS	18
4.1 OBJETIVOS GERAIS	18
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
5. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	19
6. MÉTODOS E TÉCNICAS ASSOCIADAS	20
6.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	20
6.2 ANÁLISE AMBIENTAL POR GEOPROCESSAMENTO	20
6.2.1 INVENTÁRIO AMBIENTAL	22
6.2.1.1 ETAPAS E RECURSOS UTILIZADOS NO INVENTÁRIO AMBIENTAL	23
6.2.1.2 BASE DE DADOS GEOREFERENCIADA (BDG)	24
6.2.2 PLANIMETRIAS	37
6.2.3 ASSINATURAS AMBIENTAIS	37
6.2.3.1 EXEMPLO DE ASSINATURA AMBIENTAL	39
6.2.4 MONITORIA AMBIENTAL	41
6.2.5 AVALIAÇÕES AMBIENTAIS	42
6.3 METODOLOGIA DE ESTUDOS DA PAISAGEM	46
6.3.1 PARAMETRIZAÇÃO DO FRAGSTATS	48
7. RESULTADOS	51
7.1 RESULTADOS DAS PLANIMETRIAS	51
7.2 RESULTADO DA ASSINATURA DAS ÁREAS DE MATA ATLÂNTICA	53
7.3 RESULTADO DA MONITORIA	53
7.4 RESULTADOS DA AVALIAÇÃO: ÁREAS POTENCIAIS PARA REFLORESTAMENTO	54
8. SIMULAÇÃO ENTRE OS POSSÍVEIS CENÁRIOS DE MANEJO DA PAISAGEM	61
9. CONSIDERAÇÕES FINAIS	644
10. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65

1. INTRODUÇÃO

A paisagem é uma herança. Uma herança coletiva construída por povos antigos que historicamente a herdaram como território (AB'SÁBER, 2003). É de responsabilidade dos povos herdeiros destas paisagens a perpetuidade do sentimento coletivo de herança. Todos os povos, sem distinção, são responsáveis pela paisagem que herdaram e que vivem, é de sua responsabilidade utilizá-la com respeito aos seus limites de uso, mantendo seu equilíbrio ecológico e fisiográfico (AB'SABER, op cit.). Para garantir a sustentabilidade é preciso resgatar as heranças históricas da paisagem, reconstituindo e avaliando seus processos formadores, sua evolução natural e as ações de modificação causadas pela ocupação humana (MORELLI, 2002).

A paisagem se configura como um espaço construído por processos antigos, e em modificação por processos recentes. Estamos produzindo paisagens moldadas pela ação transformadora do homem, alterando as relações entre os elementos que constituem a paisagem. Esta paisagem transformada é desconectada funcionalmente e estruturalmente das paisagens originais, gerando um mosaico de fragmentos do que outrora era uma paisagem contínua.

De acordo com MORELLI, "É necessário considerar a paisagem como patrimônio histórico, cultural e natural, que traz em si as marcas do passado e as lições para o futuro" (MORELLI, 2002). Busca-se através da análise das transformações causadas

pelo homem na paisagem original, definir novos modelos de interação sociedade-natureza que mantenham a sustentabilidade da paisagem.

Estudo realizado por ASNER (2005) através de dados de sensores remotos, constatou que as ações de manejo, ditas de "baixo impacto" na Amazônia, são na verdade uma das causas da degradação e da perda de biodiversidade deste ecossistema. Pesquisas como esta, respondem à necessidade de rever as estratégias de manejo da paisagem, buscando novos modelos de manejo, que definam padrões espaciais de intervenção integrados a dinâmica natural dos ecossistemas.

Na história de transformação das paisagens originais está contida a chave para o entendimento de sua transformação, possibilitando a construção de cenários alternativos que projetem acontecimentos futuros, criando a possibilidade de definir ações de manejo, evitando a degradação e a perda irreparável dos ambientes naturais.

Os conceitos oriundos da nova disciplina conhecida como ecologia da paisagem e as técnicas desenvolvidas em geoprocessamento apresentam ao pesquisador os meios para entender e conhecer a dinâmica de transformação da paisagem e revelar os meios para entender seu funcionamento. Uma paisagem tem uma história, que envolve pessoas e o uso que elas fizeram dessa paisagem. A história nos fornece os fatores limitantes para a conservação da paisagem (RODRIGUES et al, 2004). Este

trabalho busca aliar os conceitos da ecologia de paisagens e as técnicas de geoprocessamento para entender a dinâmica da paisagem da bacia hidrográfica do Rio Guandu, e propor formas de manejo dos seus recursos florestais.

2. REVISÃO TEMÁTICA

2.1 O CONCEITO DE PAISAGEM E SUAS DIFERENTES ABORDAGENS

O significado ancestral da palavra paisagem (em inglês landscape) está associado a uma divisão administrativa ou a uma unidade territorial. Atualmente o termo é comumente utilizado para expressar uma porção do terreno ou território que pode ser captado por um relance de olhos (FREITAS, 2003). Geógrafos e ecólogos possuem abordagens diferentes para o mesmo termo, os geógrafos utilizam o conceito assim como o foi cunhado pelo geo-botânico, Alexander Von Humbolt, no sentido de captar todas as características de uma região terrestre, integrando as relações entre os aspectos naturais, físicos e espaciais (METZGER, 2001). Nesta abordagem a paisagem possui duas dimensões: uma dimensão morfológica resultante da ação do homem e da natureza; e uma dimensão com características simbólica, funcional e espacial. A abordagem ecológica define a paisagem, pelas suas características espaciais e pela heterogeneidade de seus elementos, incluindo suas inter-relações com o homem ou não (FREITAS, op. cit.).

Uma proposta de unificação das duas abordagens foi apresentada por dois autores que definem paisagem, como sendo: "uma porção heterogênea do espaço onde ocorrem relações entre processos culturais e naturais" (FREITAS, op. cit.) e "um mosaico heterogêneo formado por unidades interativas, sendo esta heterogeneidade existente para pelo menos um fator, segundo um observador e uma determinada escala de observação" (METZGER, op. Cit). Com base nas definições apresentadas e nas abordagens geográfica e ecológica de paisagem, conclui-se, que a paisagem, está associada a uma representação espacial, e a uma heterogeneidade, onde se observam relações entre processos naturais e culturais em diferentes níveis, dependendo do referencial adotado.

2.2 A DISCIPLINA ECOLOGIA DA PAISAGEM E SEU CONTEXTO

A ecologia da paisagem é uma nova área do conhecimento dentro da ecologia (HOBBS, 1994, apud METZGER 2001). Sua construção teórica esta baseada em duas abordagens, uma que estuda a influência do homem sobre o uso e gestão da paisagem e outra que se baseia no estudo do padrão espacial dos seus elementos relacionando-os com processos ecológicos (FORMAN & GODRON, 1986). "A ecologia da paisagem pode ser definida como uma disciplina holística, integradora de ciências sociais (sociologia, geografia humana), geofísicas (geografia física, geologia, geomorfologia) e biológicas (ecologia,

fitossociologia, biogeografia), visando, em particular, a compreensão global da paisagem e seu ordenamento territorial” (METZGER, 2001). Recentemente avanços nas áreas do conhecimento sobre modelagem, análise espacial, teorias ecológicas sobre o funcionamento de ecossistemas, sistemas de informação geográfica, o uso de imagens de satélite, contribuíram muito para o desenvolvimento desta nova disciplina. Estes avanços no desenvolvimento de técnicas e conceitos em diferentes áreas do conhecimento propiciam a ecologia da paisagem uma abordagem prática, que a torna aplicável à definição de áreas e ações prioritárias para a conservação da diversidade biológica e para o manejo sustentável.

A ecologia da paisagem busca reconhecer os padrões espaciais inseridos no mosaico heterogêneo de elementos de uma paisagem com os processos ecológicos que ali ocorrem. Esta nova área do conhecimento estuda as variações espaciais na paisagem em diferentes escalas, e as causas e conseqüências ambientais e sociais da heterogeneidade da paisagem. Os ecólogos da paisagem possuem como desafio, descobrir modelos de intervenção na paisagem que encontre os melhores arranjos espaciais de seus elementos, conciliando o uso com os processos reguladores das paisagens naturais. A ecologia da paisagem considera as relações tanto verticais (dentro das unidades espaciais), quanto às relações horizontais (entre as

unidades espaciais). A paisagem surge como um conjunto de sistemas (complexo), considerados cada um como um ecossistema (FORMAN & GODRON, 1986). A interação entre os ecossistemas é percebida pela movimentação de animais entre eles, o fluxo de sementes, pólen e esporos. Os ecossistemas estão interligados através de fluxos de matéria e de energia. Destacam-se como pontos a serem analisados em uma paisagem: o conjunto de tipos de ecossistemas componentes, as trocas e interações entre os ecossistemas, a geomorfologia, o clima e o padrão natural do regime de distúrbios. O regime de distúrbios de uma paisagem é medido por sua frequência, intensidade, duração e tipos.

2.3 CONCEITOS DE ECOLOGIA DA PAISAGEM

Conceitos importantes definidos na conferência da IALE de 2006, ocorrido no workshop sobre Fragstats no dia 01/04/2006, foram: Paisagem; Classes dos padrões de paisagem; o modelo de Mancha-Corredor-Matriz; a importância da escala; o complexo da paisagem; métricas estruturais versus métricas funcionais; teoria sobre o comportamento das métricas de paisagem e redundância entre métricas, definindo um protocolo de métricas a serem utilizadas.

Na construção do modelo da paisagem são definidos: a sua extensão, sua unidade celular (tamanho do pixel), a sua legenda, sua borda e fundo (FORMAN & GODRON, 1986). Ações aplicadas aos índices de paisagem: conservação; avaliação das

conseqüências ecológicas nas alternativas de diferentes situações de manejo; simulação de cenários alternativos; identificar os locais prioritários para se intervir; A análise estrutural da paisagem é um processo crítico no manejo dos recursos naturais e na conservação de espécies ameaçadas.

Distúrbio é um evento que causa uma mudança significativa no padrão normal da paisagem ou ecossistema. Os distúrbios possuem a capacidade modeladora da paisagem (FORMAN & GODRON, 1986). Distúrbios podem ser eventos naturais: furacões, fogo causado por raio, ataque de pragas e doenças, morte de bambos ou podem ser causados por intervenções humanas. O regime de distúrbios de uma paisagem é medido por sua frequência, intensidade, duração e tipos.

Características das paisagens são: sua estrutura, que representa o tamanho, forma, tipos, quantidade e configuração espacial de elementos (ecossistemas). A função que é reconhecida pela interação entre os elementos espaciais e o fluxo de energia, matéria e de espécies e a dinâmica, que é a alteração na estrutura e função do mosaico ecológico no tempo e no espaço (FORMAN & GODRON, 1986).

Princípios norteadores de estudos ecológicos da paisagem: Precipício de funcionamento e estrutura da paisagem, que distingue a paisagem como sendo formada por ecossistemas ou elementos da paisagem, que podem ser classificados em manchas, corredores ou matriz de fundo; Princípio da diversidade

biótica, onde se estuda a heterogeneidade da paisagem; Princípio do fluxo de espécies, onde existe uma relação entre a estrutura da paisagem e a distribuição espacial das espécies; Princípio da redistribuição dos nutrientes, este princípio refere-se ao fluxo de nutrientes entre manchas da paisagem, realizada pelo vento, água e animais; Princípio do fluxo de energia, onde paisagens com maior fluxo de energia apresentam maior heterogeneidade espacial; Princípio da dinâmica da paisagem, no qual a paisagem apresenta uma estrutura horizontal relacionada à diversidade de espécies, a energia, ao tamanho, forma, numero, tipo e configuração de manchas, corredores e matriz. A paisagem apresenta mudança na configuração de seus elementos e na distribuição espacial dos mesmos, sendo reflexo da ocorrência, frequência, tipo e extensão do seu regime interno de distúrbios; Princípio da estabilidade da paisagem, a estabilidade se refere à resistência e a estabilidade da paisagem a ocorrência de distúrbios (FORMAN & GODRON, 1986).

Na paisagem podemos destacar três formas padrão de estruturas componentes: As manchas, os corredores e uma matriz de fundo. As manchas são superfícies não lineares que se difere em aparência do seu entorno; Corredores são manchas em forma alongada que se diferem da matriz circundante; A é o mais extenso e conectado elemento da paisagem, onde estão inseridos os corredores e as manchas (FORMAN & GODRON, 1986).

2.4 O CONTEXTO SOBRE GEOPROCESSAMENTO

O geoprocessamento por integrar as múltiplas dimensões de uma paisagem, apresenta uma infinidade de aplicações em diversas áreas do conhecimento. Podemos destacar dentro da literatura consultada, diferentes áreas de atuação do geoprocessamento e dentro de cada uma suas aplicações específicas. Dentre as áreas de atuação observadas destacam-se: Conservação da Natureza, Organização do espaço geográfico, diagnoses municipais e nacionais, Turismo, Transporte, Telecomunicações, Saúde e Atividades de estratégia Militar. Dentre as aplicações específicas, diferenciadas pelas suas características de escala e área de atuação, pode-se destacar as seguintes aplicações: Zoneamento de áreas com necessidade de proteção (ZAIDAN; XAVIER-DA-SILVA, 2004); Suporte de elaboração de planos de manejo (COSTA & XAVIER-DA-SILVA, 2004); Fiscalização de áreas de proteção legal (PEREIRA JUNIOR *et. al.*, 2004); Identificação de áreas potenciais para o turismo (VEIGA; XAVIER-DA-SILVA, 2004); Planejamento Urbano (MOURA; XAVIER-DA-SILVA, 2004); Seleção de locais para implantação de aterros sanitários (ROCHA *et. al.*, 2004); Avaliação dos recursos florestais em povoamentos naturais e implantados; Mapeamento das fragilidades ambientais; Dinâmicas da paisagem, Avaliação da qualidade visual da paisagem; Geopotencialidades agroterritoriais (KOUAKOU & XAVIER-DA-SILVA, 2004) e etc... Muitas outras aplicações podem ser apresentadas e claro muitas

outras ainda irão surgir, à medida que novas tecnologias e novas abordagens sobre a complexidade da realidade sejam desenvolvidas.

2.5 HISTÓRIA E DESENVOLVIMENTO DO GEOPROCESSAMENTO NO BRASIL

A introdução do geoprocessamento no Brasil iniciou-se a partir do esforço de divulgação e formação de pessoal realizado pelo professor Jorge Xavier da Silva (UFRJ), no início dos anos 80 (Câmara, 1996). Estes estudos foram desenvolvidos em 1975, como resultado de pesquisas voltadas para o armazenamento, geração, recuperação e análise dos dados gerados pelo projeto Radambrasil. O sistema utilizado foi o "SIGA" (Sistema de informação Geo-ambiental), sendo este o primeiro SIG criado no Brasil, já incorporando a funcionalidade de análise ambiental por geoprocessamento, metodologia que é marca dos sistemas desenvolvidos pelo seu criador (Xavier, 1995). Os estudos após o desenvolvimento do SIGA, foram acompanhados pelos avanços da Comissão Brasileira da União Geográfica Internacional (UGI), pelo grupo da UFRJ através do Laboratório de Geoprocessamento (LAGEOP/UFRJ) dirigido pelo professor Jorge Xavier da Silva, que atualmente se destina à difusão do geoprocessamento em outras instituições de pesquisa. Através dos laboratórios de geoprocessamento aplicado (LGA), localizados na UFRRJ (Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro), na UFJF

(Universidade Federal de Juiz de Fora) e na UFAL (Universidade Federal de Alagoas).

É importante destacar a atuação do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), instituição atuante na difusão e pesquisa nas áreas de sistemas de informação geográfica e sensoriamento remoto, ferramentas utilizadas pelos processos de análise e tratamento das informações, imprescindíveis para o desenvolvimento do geoprocessamento.

2.6 GEOPROCESSAMENTO E SIG

O uso do computador para o mapeamento e análise espacial de dados se desenvolveu paralelamente com as inovações em tecnologias de automação da captura de dados, da análise desses dados e do resgate e apresentação dos resultados das análises. As áreas da ciência que contribuíram para o desenvolvimento destas tecnologias segundo BURROUGH (1990) foram às agências de cadastramento e mapeamento temático; a cartografia temática; a engenharia civil; a geografia; os estudos matemáticos sobre a variação espacial; a ciência do solo; a pesquisa e fotogrametria; o planejamento rural e urbano; as concessionárias de redes e o sensoriamento remoto e análise de imagens. As aplicações militares se sobrepõem a todas as demais dominando muitos dos campos acima descritos.

A partir desta infinidade de aplicações e esforços, desenvolveu-se uma ferramenta com muitas funcionalidades e

capacidade de lidar com diferentes abordagens da realidade, esta ferramenta é conhecida como Sistemas de informação geográficas ou SIGs. Os SIGs são os instrumentos computacionais do geoprocessamento. Estes aliados aos conceitos do geoprocessamento constituem uma estrutura de interface entre as diversas ciências que utilizam informações geográficas, o processamento de dados e a comunicação (XAVIER-DA-SILVA, 2001).

Os sistemas de informação geográfica foram desenvolvidos para executar as seguintes operações: coletar e gerar dados, armazenar dados, restaurar dados, transformar e visualizar dados espaciais. Para realizar as funções acima apresentadas os SIGs foram organizados em componentes e funções. Na figura 1, encontram-se os componentes do SIG, organizados, nos módulos de armazenamento de dados, onde estão armazenadas as informações sobre a posição, os atributos cadastrais e as relações topológicas, sendo este componente se integrado aos demais; os módulos de entrada de dados, de transformação e recuperação; de saída e o módulo de manejo das informações, sendo este o mais utilizado para buscar as respostas para os tomadores de decisão.

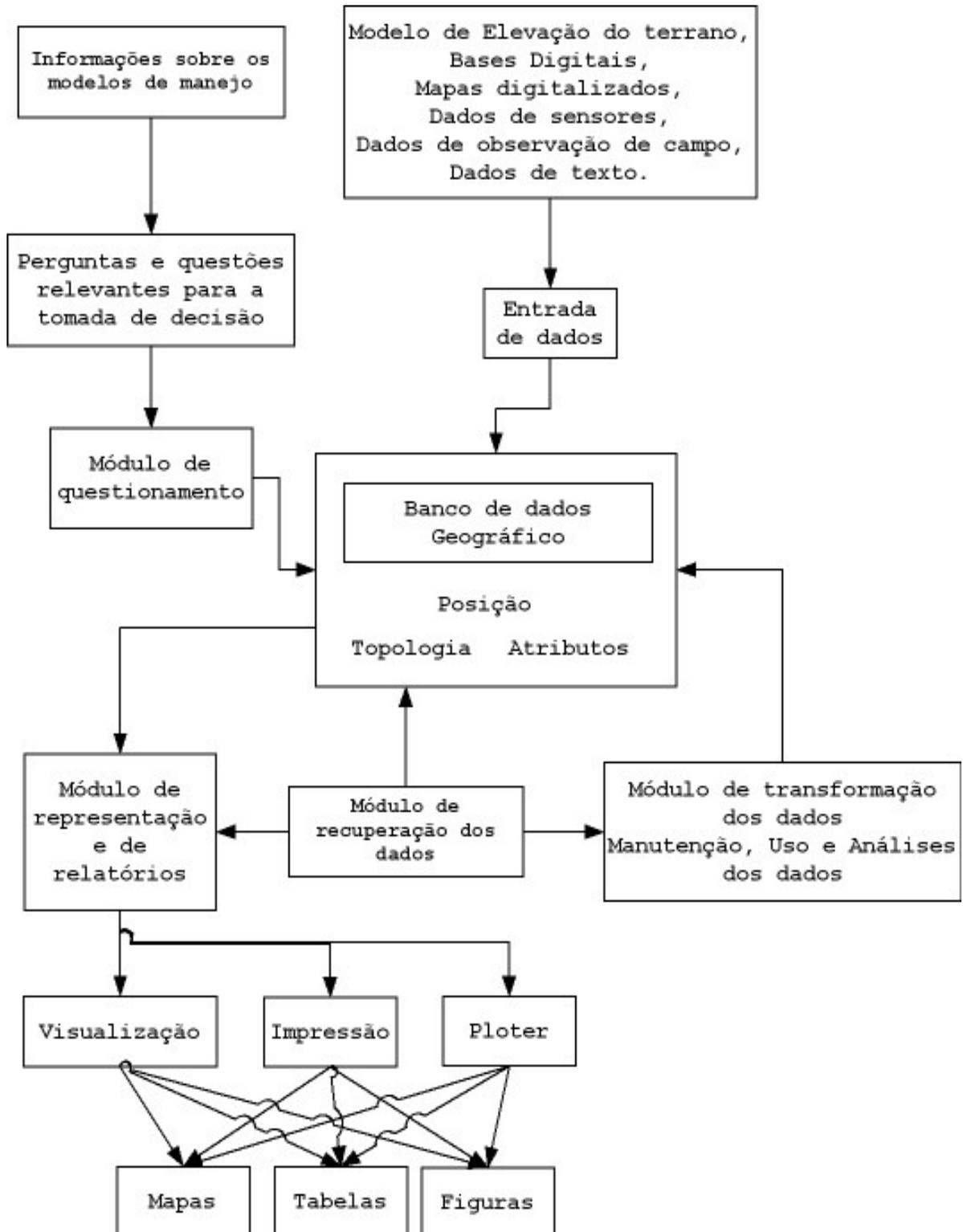


Figura 1 - Componente dos Sistemas de Informação Geográfica.

3. HISTÓRICO DO PROJETO SIA (SISTEMA DE INFORMAÇÃO AMBIENTAL) DA BAIXADA DE SEPETIBA E BACIA DO RIO GUANDÚ

O projeto "Um sistema de informação ambiental para a Baixada de Sepetiba/Bacia do Guandú com base nos seus cenários original, pretérito e atual", tem o objetivo de resgatar documentos e informações históricas, para compor um sistema de informação ambiental da baixada de Sepetiba e da Bacia do rio Guandú, que pretende subsidiar o planejamento ambiental desta região. A proposta de criação de um sistema de informação ambiental para a Baixada de Sepetiba, vem ocupar uma lacuna criada pela falta de atualização, acompanhamento e monitoramento das bases de dados e documentos sobre a realidade ambiental atual. Hoje representados por diversos documentos oriundos de relatórios, mapas convencionais e digitais não refinados, pobres em suas descrições taxonômicas, que não abordam as situações ambientais estratégicas para esta bacia hidrográfica. O projeto apresenta uma série de referências sobre a relevância de se estudar a realidade ambiental desta Bacia Hidrográfica, onde se pode destacar:

A importância da Bacia do rio Guandú no gerenciamento dos recursos Hídricos e no fornecimento de areia para a construção civil;

A influência do Porto de Sepetiba, já divulgada em anais de evento científico;

A localização do pólo Industrial de Itaguaí;

Os mananciais Hídricos de superfície e subsuperfície;

A acelerada expansão urbana e suburbana ao longo da rodovia Rio-Santos;

As usinas hidrelétricas e a implantação de termoelétricas;

O crescimento do ecoturismo nas serranias circunvizinhas ainda florestadas;

O projeto também destaca a ocorrência de fenômenos e eventos ambientais importantes para o reordenamento territorial e para o Zoneamento sócio-econômico-ambiental, destacando-se: as enchentes, os deslizamentos/desmoronamentos, os incêndios, os assoreamentos, a contaminação da água e do solo, os aterros clandestinos, os desmatamentos, o acelerado crescimento suburbano periférico e a ocupação irregular de encostas. Como resultado do projeto, o sistema de informação ambiental para a Baixada de Sepetiba passa a integrar uma base de dados georeferenciada (BDG), refinada e atualizada na escala de 1:50000 e resolução espacial de 25m, representando uma área de 1/16 de hectare por célula ou pixel do mapa. Esta base de dados é o resultado de estudos ambientais realizados desde 1987 no LGA/UFRRJ, oriundos da integração de bases de dados gerados em estudos setoriais, Regionais e Municipais. Os estudos setoriais são compostos pelas bases das regiões de Itaguaí, Seropédica, Zona Oeste do Rio de Janeiro, Queimados,

Japerí, Engenheiro Passos, Paracambi, Nova Iguaçu e Duque de Caxias.

A BDG é composta por 34 mapas temáticos (Mapa de geomorfologia; de geologia; de informações básicas, mapa de uso e ocupação dos anos de 1994 e 2005 e os mapas de proximidades, gerados a partir de buffers de distância).

A organização do sistema de informação ambiental esta resumida no fluxograma abaixo (Figura 2). Todos os módulos estão integrados a metodologia de análise ambiental por geoprocessamento desenvolvida pelo laboratório de geoprocessamento da UFRJ (Xavier-da-silva, 1995). Esta metodologia esta baseada na utilização dos sistemas de informação geográfica desenvolvidos por este laboratório, sendo eles: o SAGA/UFRJ (Sistema de análise Geo-ambiental da UFRJ), responsável pela entrada e manipulação dos dados e o VICONSA (Sistema de vigilância e controle ambiental) onde são armazenados, manipulados e atualizados todos os tipos de dados desde imagens, filmes, mapas digitais, fotos e arquivos de texto. O rio Guandu, principal curso d'água da bacia da baía de Sepetiba, drena uma bacia com área de 1.385 Km². É formado pelo ribeirão das Lajes que passa a se chamar rio Guandu a partir da confluência com o rio Santana, na altitude 30m. Tem como principais afluentes, os rios dos Macacos, Santana, São Pedro, Poços/Queimados e Ipiranga. O seu curso final retificado leva o nome de canal de São Francisco. Todo o

seu percurso até a foz (ribeirão das Lajes-Guandu-canal de São Francisco), totaliza 48 Km.

Estrutura Organizacional do Sistema de Informações Ambiental para a Baixada de Sepetiba/Bacia do rio Guandú

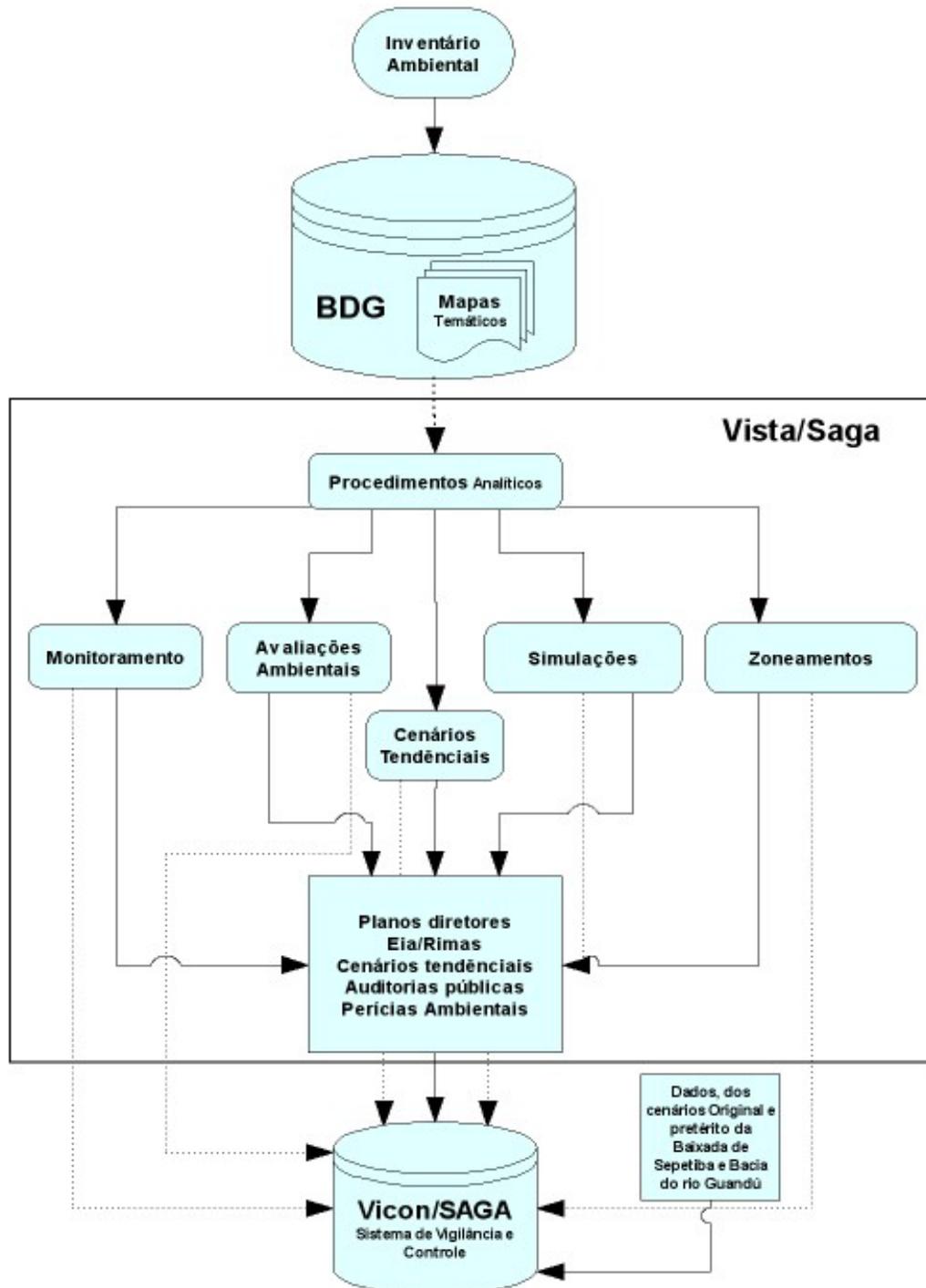


Figura 2 - Estrutura Organizacional do SAI para a Baixada de Sepetiba/Bacia do Rio Guandú.

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVOS GERAIS

Desenvolver uma metodologia de estudos da paisagem, que integre as ferramentas do geoprocessamento e os conceitos da ecologia da paisagem.

4.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Aplicar a metodologia de análise ambiental por geoprocessamento do SAGA/UFRJ, integrando-a as métricas de paisagem utilizadas em estudos de ecologia da paisagem, para entender a dinâmica de transformação da paisagem da Bacia do Guandú;

Gerar um mapa com áreas potenciais para reflorestamentos, através do processo de avaliação ambiental, alicerçado pela construção de uma árvore de decisão;

Simular diferentes cenários de manejo da paisagem, utilizando como cenário o reflorestamento das áreas definidas pelo mapa de Áreas potenciais para reflorestamento;

5. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo esta localizada no estado do Rio de Janeiro na bacia hidrográfica do rio Guandu (figura 3).

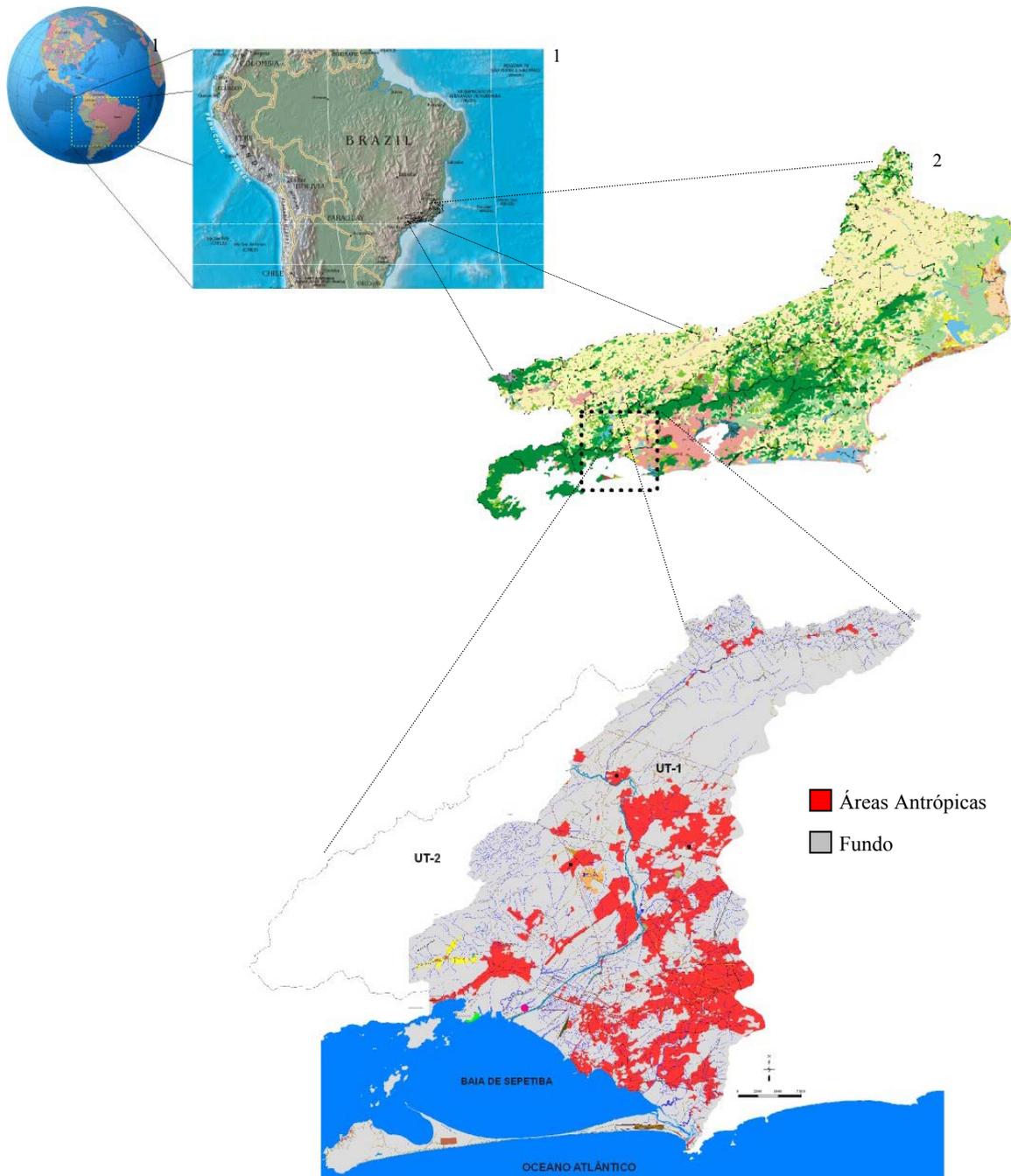


Figura 3 - Localização geográfica da Bacia Hidrográfica da Bacia do rio Guandú - Rio de Janeiro - Brasil. Fontes dos mapas e Figuras:

1- site www.guiageo-mapas.com .

2- Fundação CIDE (Mapa de uso e ocupação Rio de Janeiro 2001).

OBS: UT1-UT2, unidades territoriais 1 e 2. A unidade 2 esta em conclusão.

6. MÉTODOS E TÉCNICAS ASSOCIADAS

6.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

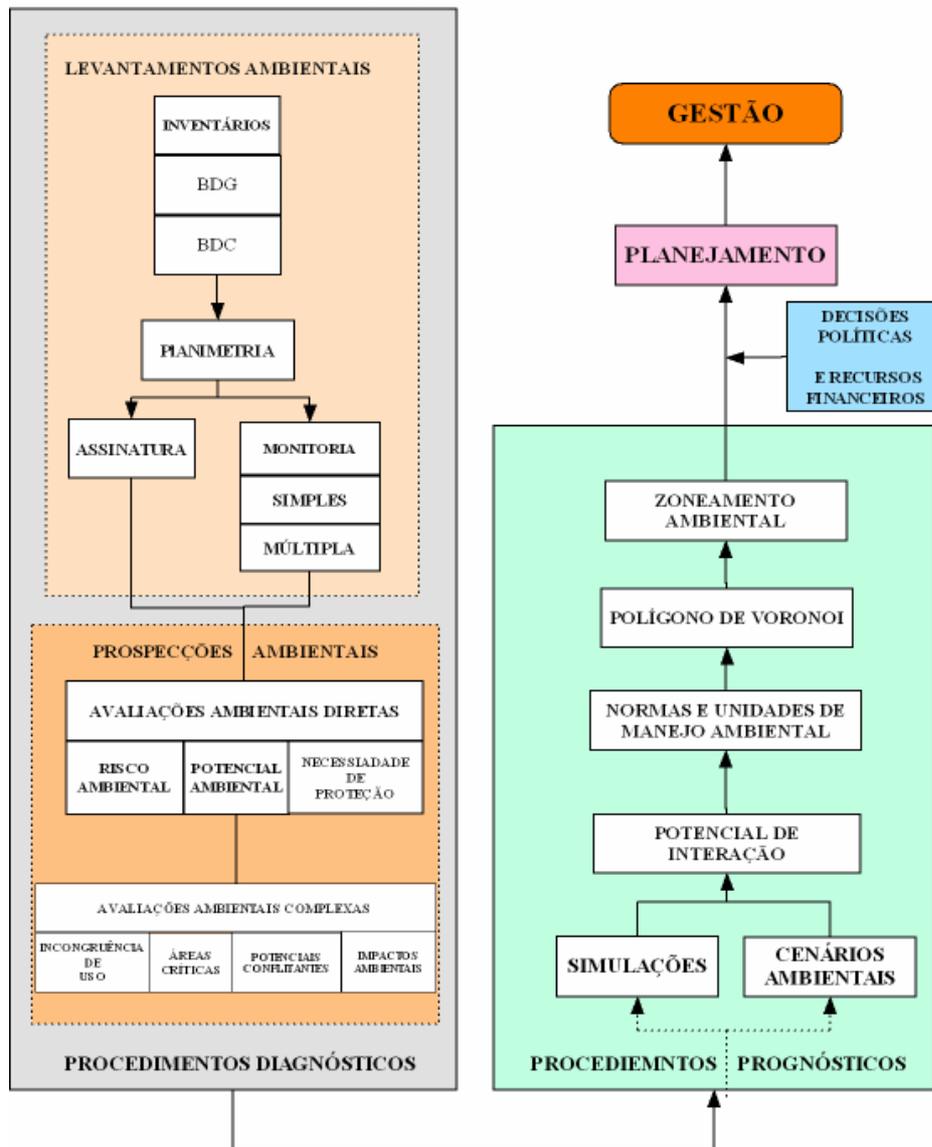
As etapas deste trabalho estão organizadas em dois grupos de procedimentos, os que utilizam a metodologia de análise ambiental por geoprocessamento do SAGA/UFRJ (XAVIER-DA-SILVA, 2001) e os procedimentos baseados nas métricas de paisagem calculadas pelo software Fragstats (MACGARIGAL, K.; MARKS, B. J., 1995). Para possibilitar a comunicação entre estes dois softwares, criou-se para o SAGA/UFRJ a possibilidade de converter arquivos do formato raster/SAGA para arquivos do tipo ASCII (American Standard Code for Information Interchange), um dos formatos de arquivo reconhecido pelo programa Fragstats. Este procedimento gera um arquivo de saída na forma de uma matriz, onde cada célula é um pixel do mapa e a sua legenda ou categoria é representada por um número (ver cd em anexo).

6.2 ANÁLISE AMBIENTAL POR GEOPROCESSAMENTO

A metodologia de análise ambiental por geoprocessamento do SAGA/UFRJ, segue uma seqüência de fases operacionais, organizadas em um fluxograma (figura 4), subdividido em dois grupos, os procedimentos de diagnóstico e os procedimentos prognósticos (XAVIER & CARVALHO, 1993). Os procedimentos diagnósticos se subdividem nas fases de levantamento ambiental e de prospecção ambiental, responsável por gerar informações

sobre as situações ambientais existentes, sintetizado-as em novos planos de informação, que são a base para os procedimentos prognósticos, fase onde são realizadas as análises complexas que reúnem as simulações de cenários alternativos e o zoneamento ambiental.

Análise ambiental por Geoprocessamento: Uma proposta metodológica



AUTORES: XAVIER DA SILVA, Jorge
CARVALHO FILHO, Luiz Mendes de

Figura 4 - Metodologia de análise ambiental por geoprocessamento (XAVIER-DA-SILVA & CARVALHO FILHO, 1993)

6.2.1 INVENTÁRIO AMBIENTAL

Na maioria dos trabalhos científico das novas ciências, a primeira etapa da pesquisa é o inventário, que consiste na observação, classificação e anotação dos fenômenos observados (BURROUGH, 1990). No momento do inventário ambiental são levantadas às características naturais e sócio-econômicas relevantes, representadas por suas extensões territoriais e taxonômicas, criando um modelo digital do ambiente, composto por mapas temáticos, registros de eventos e entidades que recriem a realidade ambiental da área estudada (XAVIER-DASILVA, 2001). No inventário ambiental são realizadas as tarefas de mapeamento convencional, coleta de dados no campo, interpretação e digitalização de documentos cartográficos, uso de recursos de sensoriamento remoto, mapeamentos temáticos e a etapa de construção da base de dados georreferenciada (BDG), etapa que envolve a representação digital do ambiente.

6.2.1.1 ETAPAS E RECURSOS UTILIZADOS NO INVENTÁRIO AMBIENTAL

Para a execução do inventário ambiental foram definidos as seguintes etapas e recursos:

1ª- Coleta e organização dos dados. Onde foram realizadas investigações sobre os problemas ambientais existentes na área de estudo, a aquisição de material cartográfico e de sensoriamento remoto; pesquisas na Internet e em artigos científicos; "Download" de Layers (arquivos vetoriais) pelo site do IBGE (www.ibge.gov.br), representando os elementos cartográficos das regiões de: Barra do Piraí; Cava; Itaguaí; Miguel Pereira; Paracambi e Vassouras.

2ª - Interpretação de fotos aéreas e imagens de satélite. As interpretações das imagens e Fotos aéreas foram todas baseadas em interpretação visual com o auxílio do programa CRIAR, software componente do pacote SAGA/UFRRJ, que pode ser adquirido pelo site www.lageop.igeo.ufrj.br/downloads.php.

3ª - Atividades de campo. Nesta fase foram obtidos os registros de ocorrência das situações ambientais reconhecidas pelas fotos aéreas e imagens de satélite para validar suas ocorrências e definir os graus de acuidade territorial e taxonômica dos mapas gerados.

4ª - Fotografias convencionais. Utilizadas para registrar as situações ambientais observadas em campo, e posteriormente inseridas em um sistema multi-nível, multimídia e multiponto de vigilância e controle de ambientes (industrial, de proteção

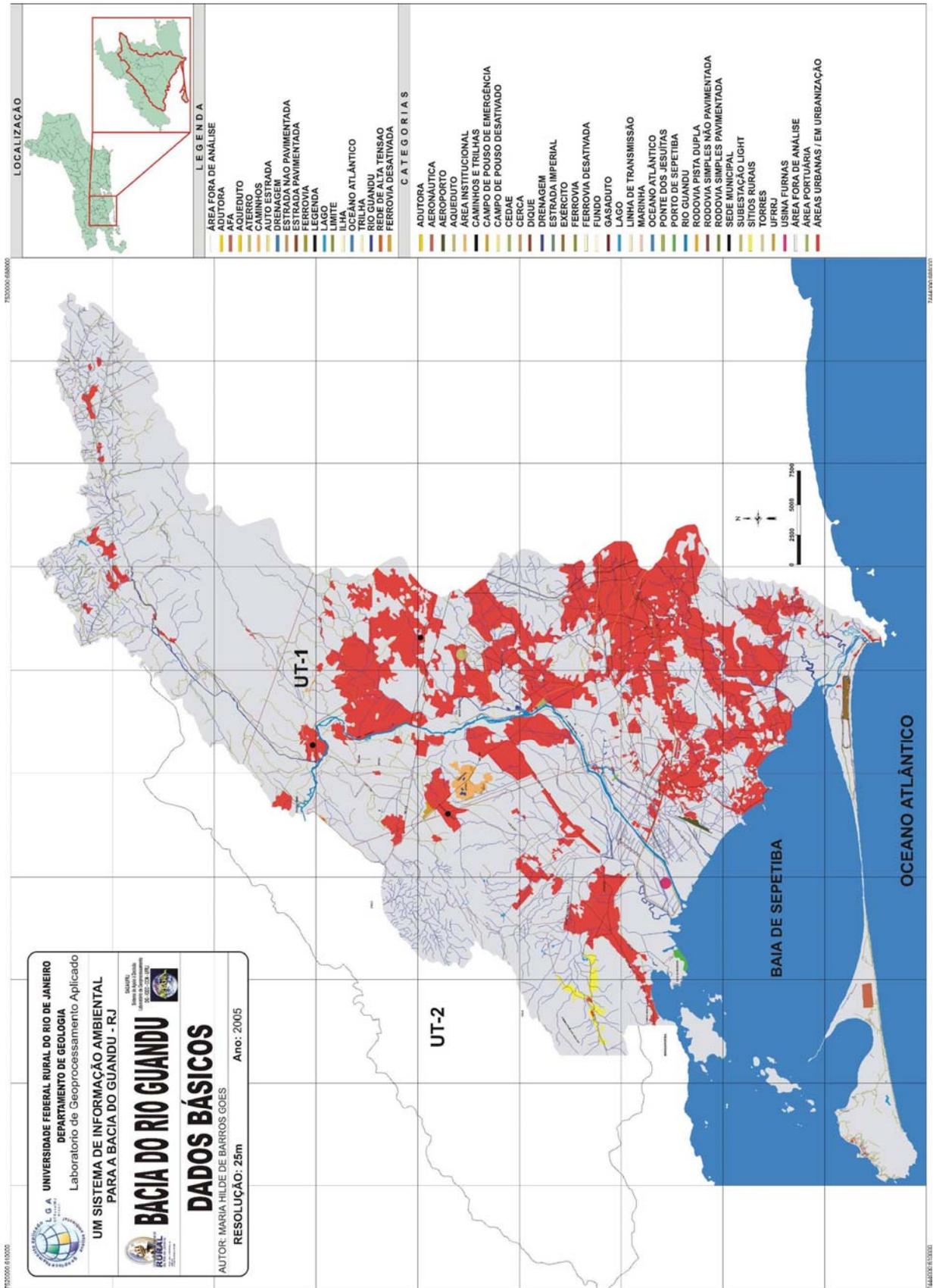
ambiental, propriedade agrícola, áreas de reflorestamento, de acompanhamento de expansão de moléstias, entre muitos outros), sendo este sistema desenvolvido pelo LGA/UFRJ e denominado de VICON/SAGA.

6.2.1.2 BASE DE DADOS GEOREFERENCIADA (BDG)

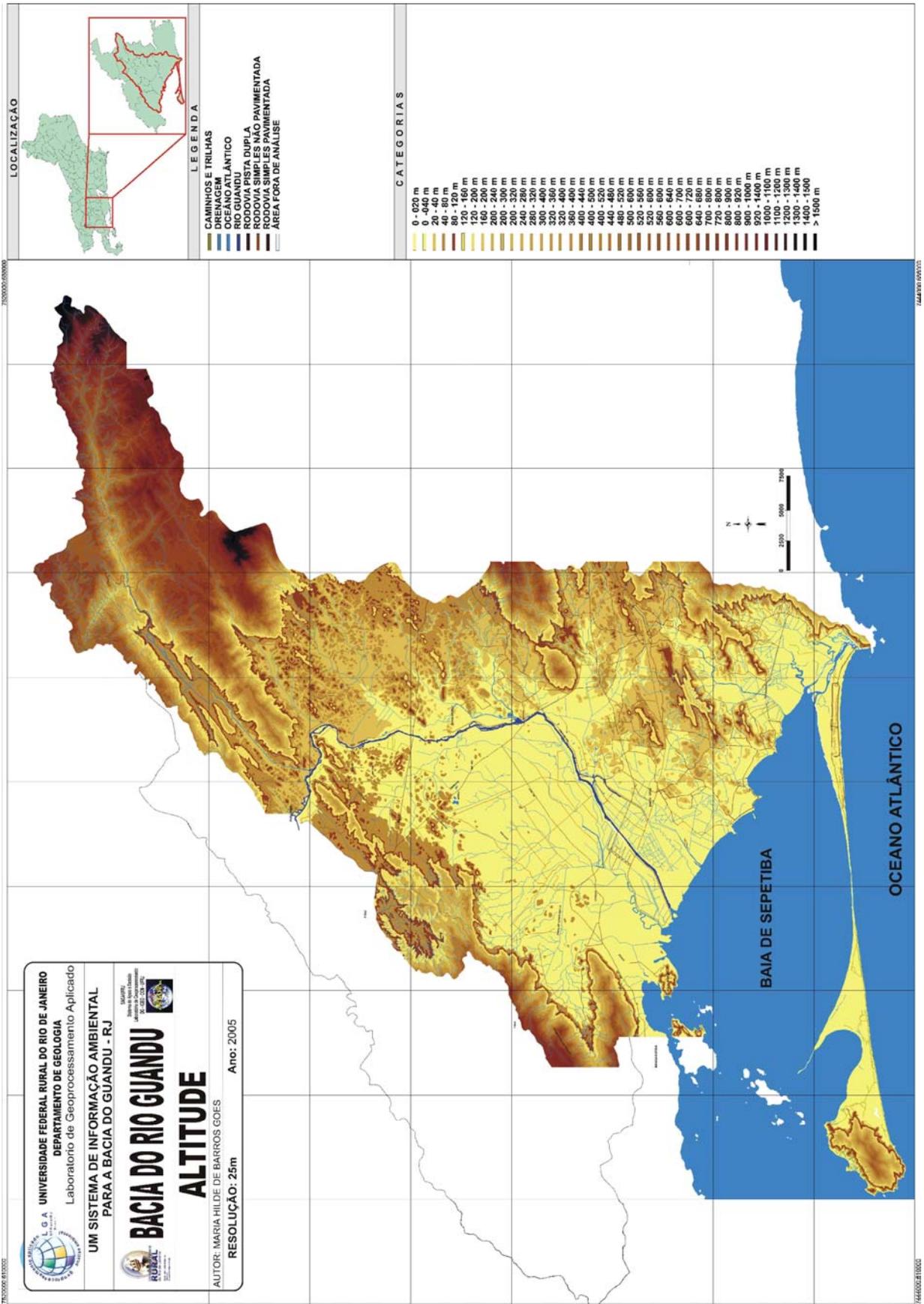
A base de dados utilizada neste estudo foi desenvolvida pelo projeto, denominado PROJETO GUANDU, desde 1994 - "Um sistema de informação geo-ambiental para a bacia do rio Guandu / Baixada de Sepetiba, com base nos cenários original, pretérito e atual", do CNPq, modalidade produtividade de pesquisa, processo 308257/2003-0. A base de dados (BDG) é um modelo digital da realidade ambiental, representada pelos planos de informação (PI) gerados pelo inventário ambiental. A BDG é um modelo digital inicial do ambiente (XAVIER-DA-SILVA, 1995), onde estão representados os elementos da paisagem e suas representações espaciais. Neste trabalho foram utilizados da base de dados do PROJETO GUANDU, 27 planos de informação, dos 34 PIs gerados (CNPq, 3080257/2003-0), sendo eles: Mapa de altitude; Mapa de dados básicos; Mapa de declividade; Mapa de geomorfologia; Mapa de Litologia; Mapa de uso do solo de 1994; Mapa de uso do solo de 2005; Mapas de proximidades das feições

(Adutora, aeroporto, aqueduto, área institucional; caminhos e trilhas, Ceda, Drenagem, Estrada imperial, Ferrovia, Gasoduto, Lago, Ponte dos jesuítas, Porto de Sepetiba, Rio Guandu, Rodovia pista dupla, Rodovia simples não pavimentada, rodovia simples pavimentada, Zonas urbanas, linha de transmissão).

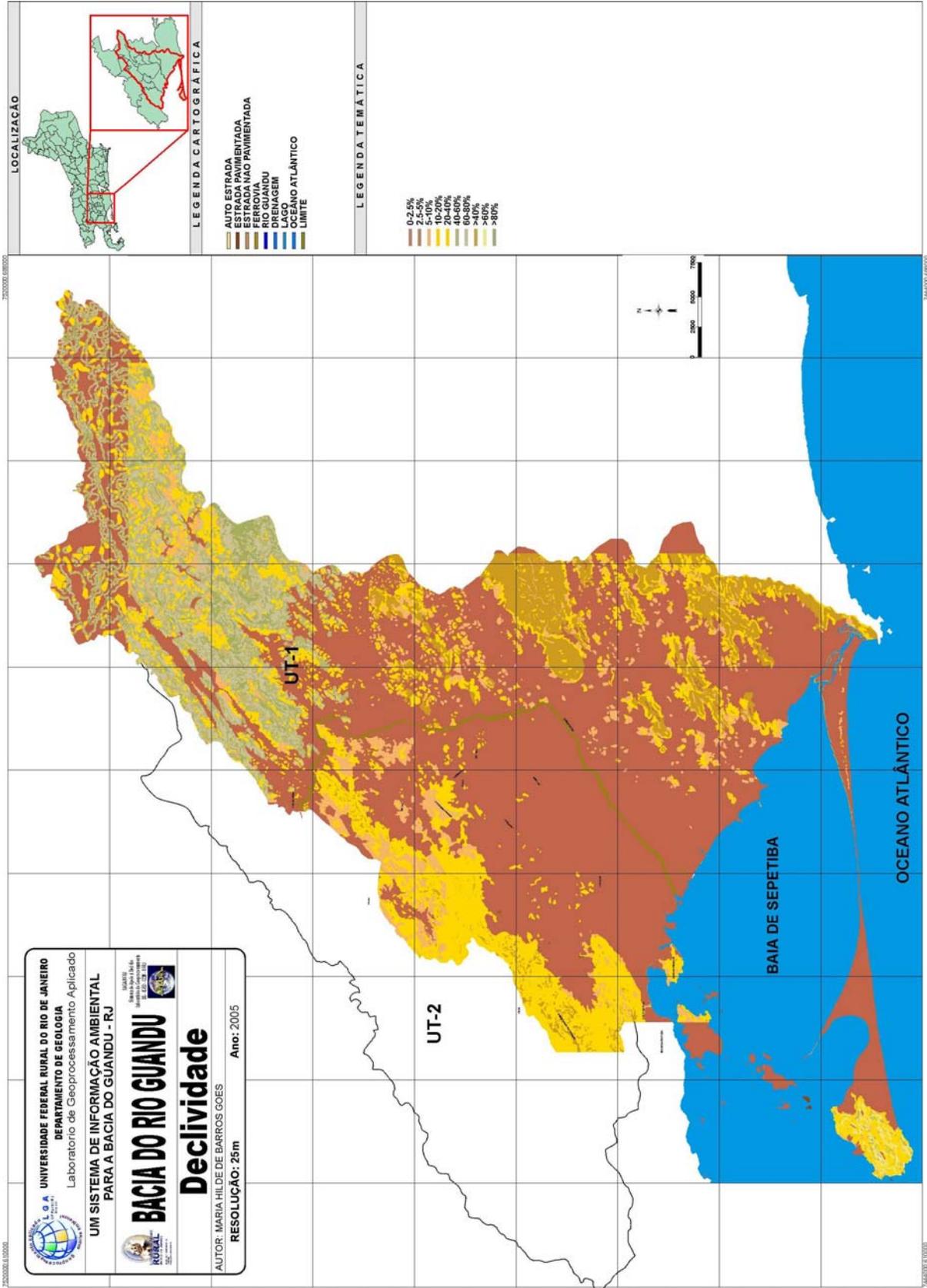
Abaixo se encontram 10 dos mapas em escala 1:50000 e 25m de resolução.



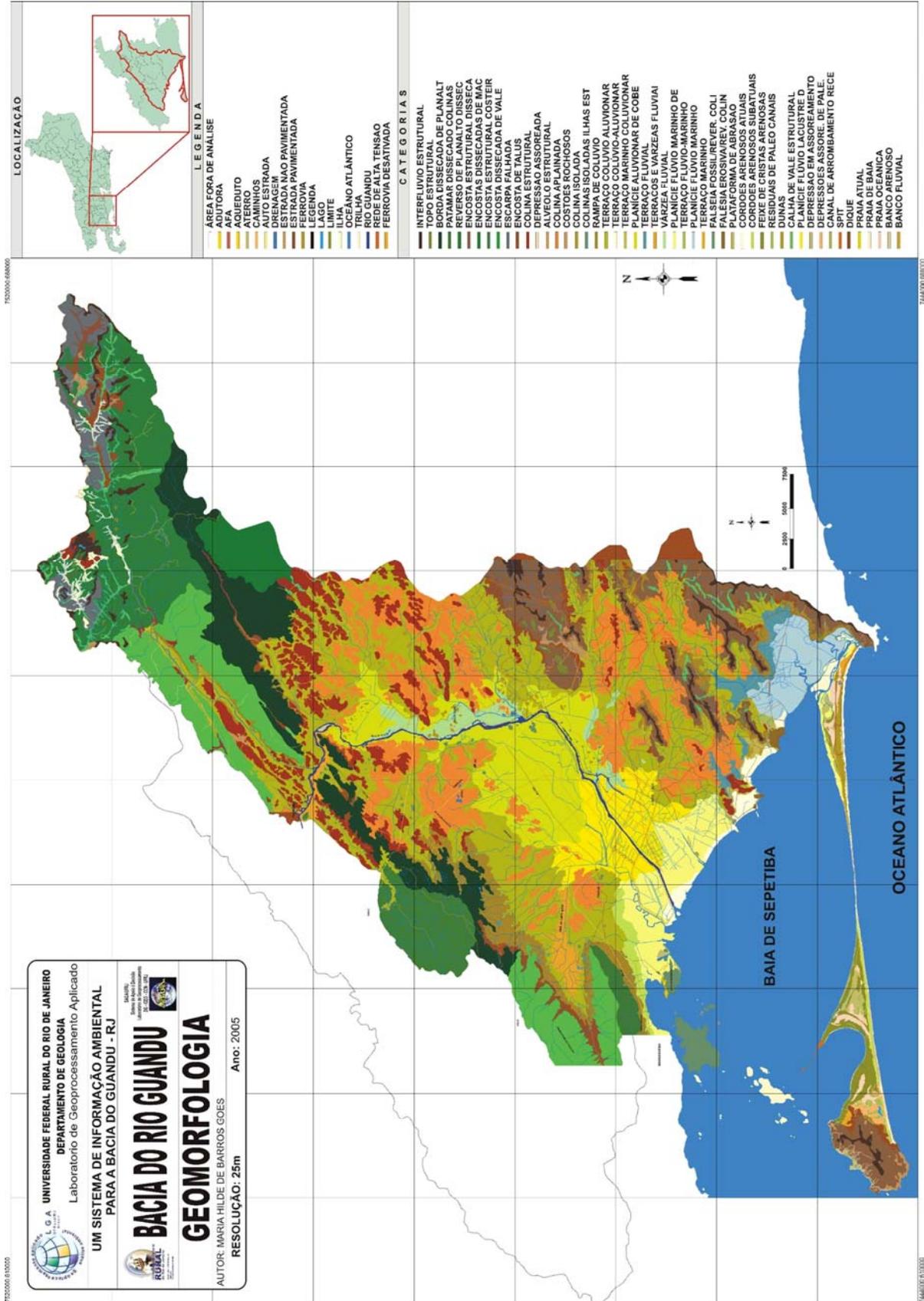
Mapa 1 - Mapa de Dados Básicos da Bacia Hidrográfica do Rio Guandú



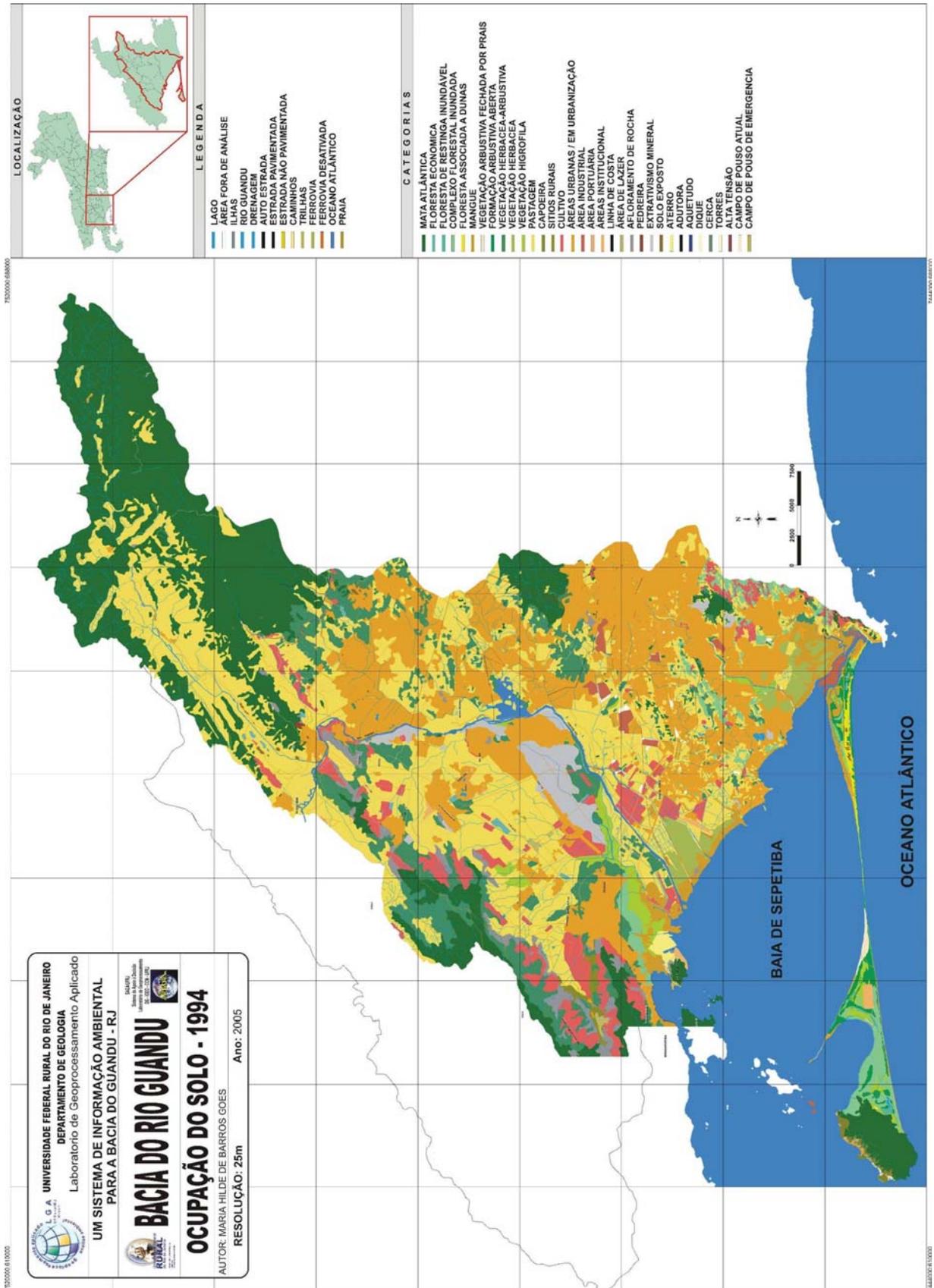
Mapa 2 - Mapa de Altitude da Bacia Hidrográfica do Rio Guandú



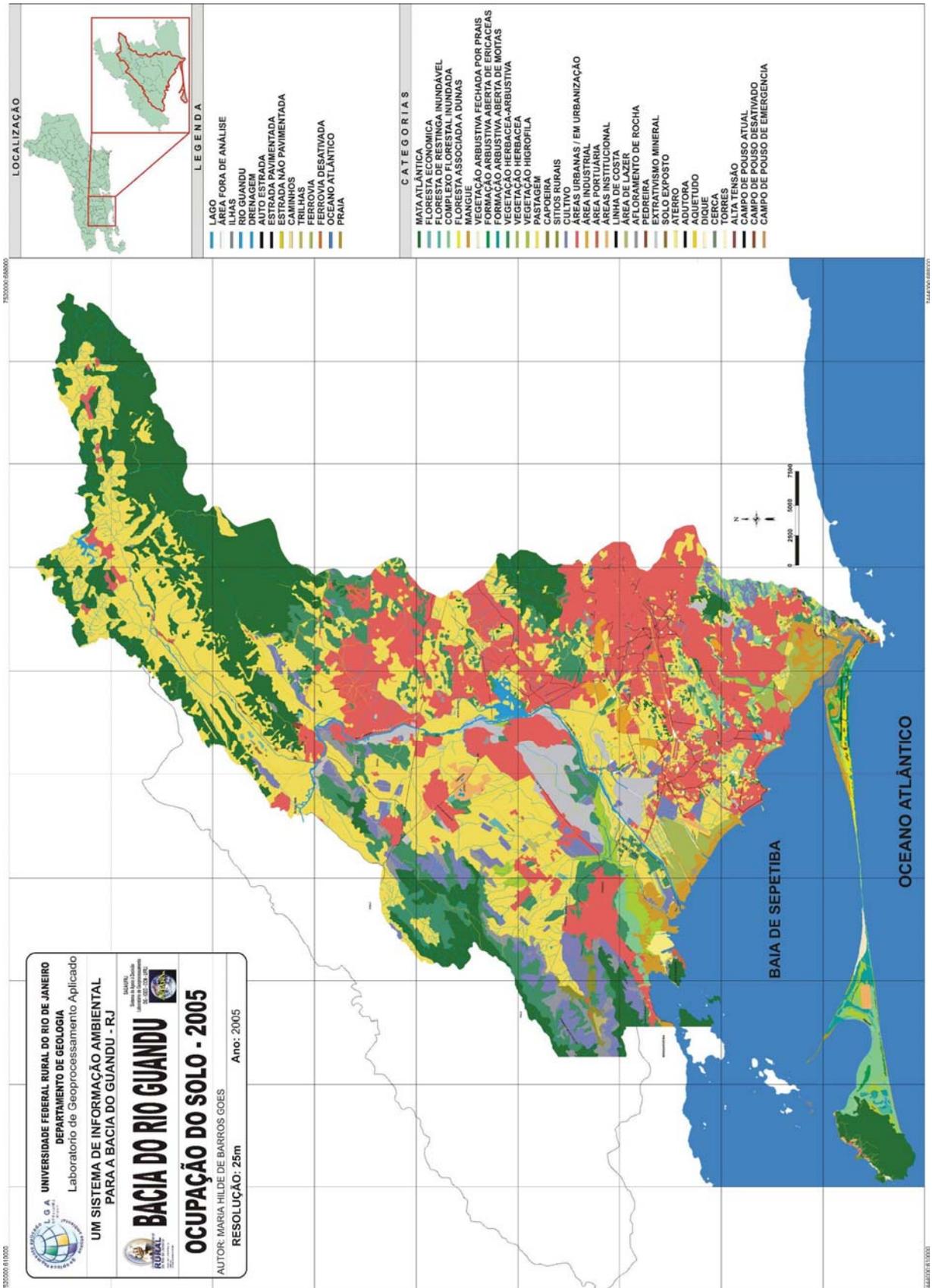
Mapa 3 - Mapa de Declividade da Bacia Hidrográfica do Rio Guandú



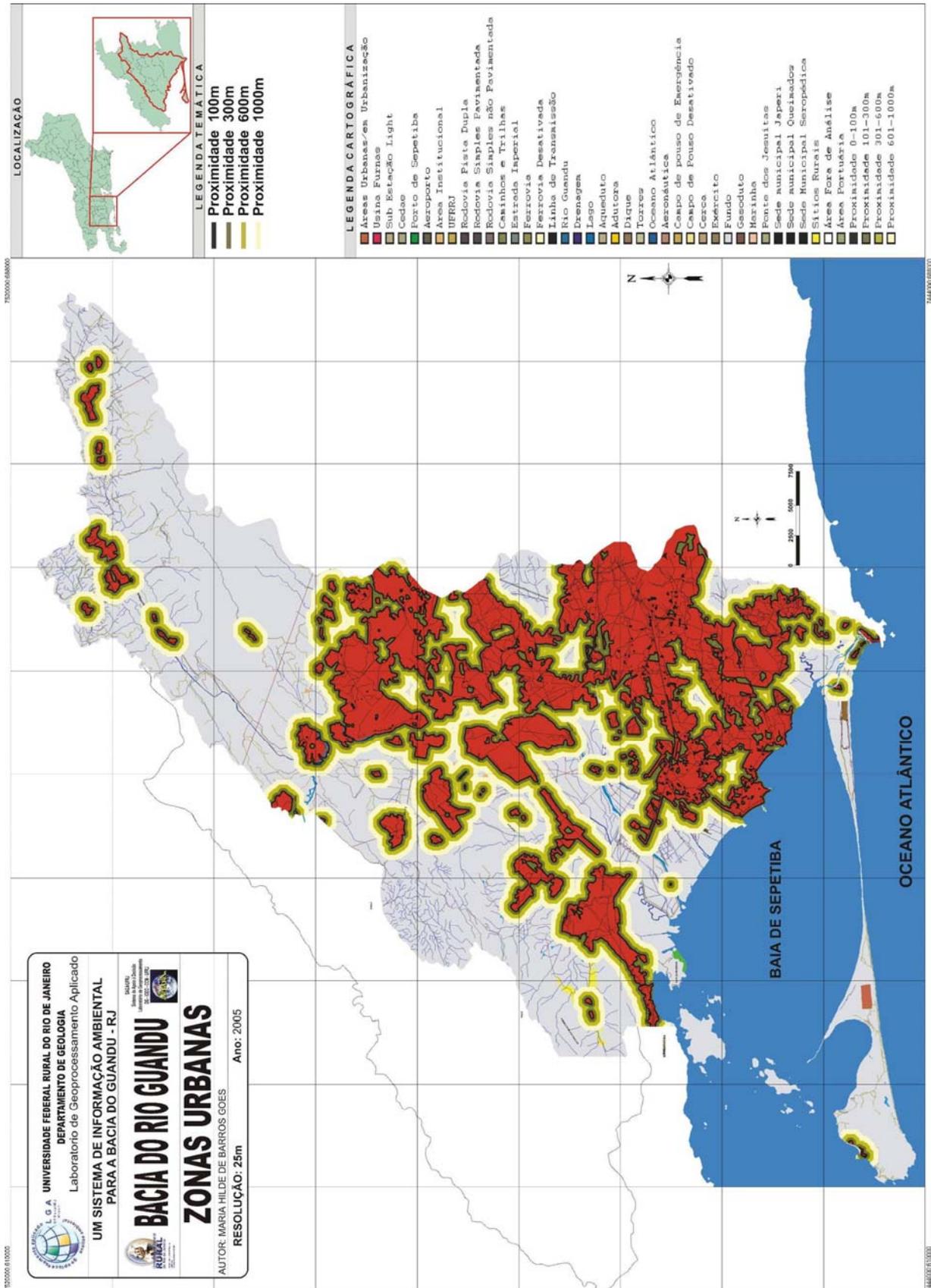
Mapa 4 - Mapa de Geomorfologia da Bacia Hidrográfica do Rio Guandú



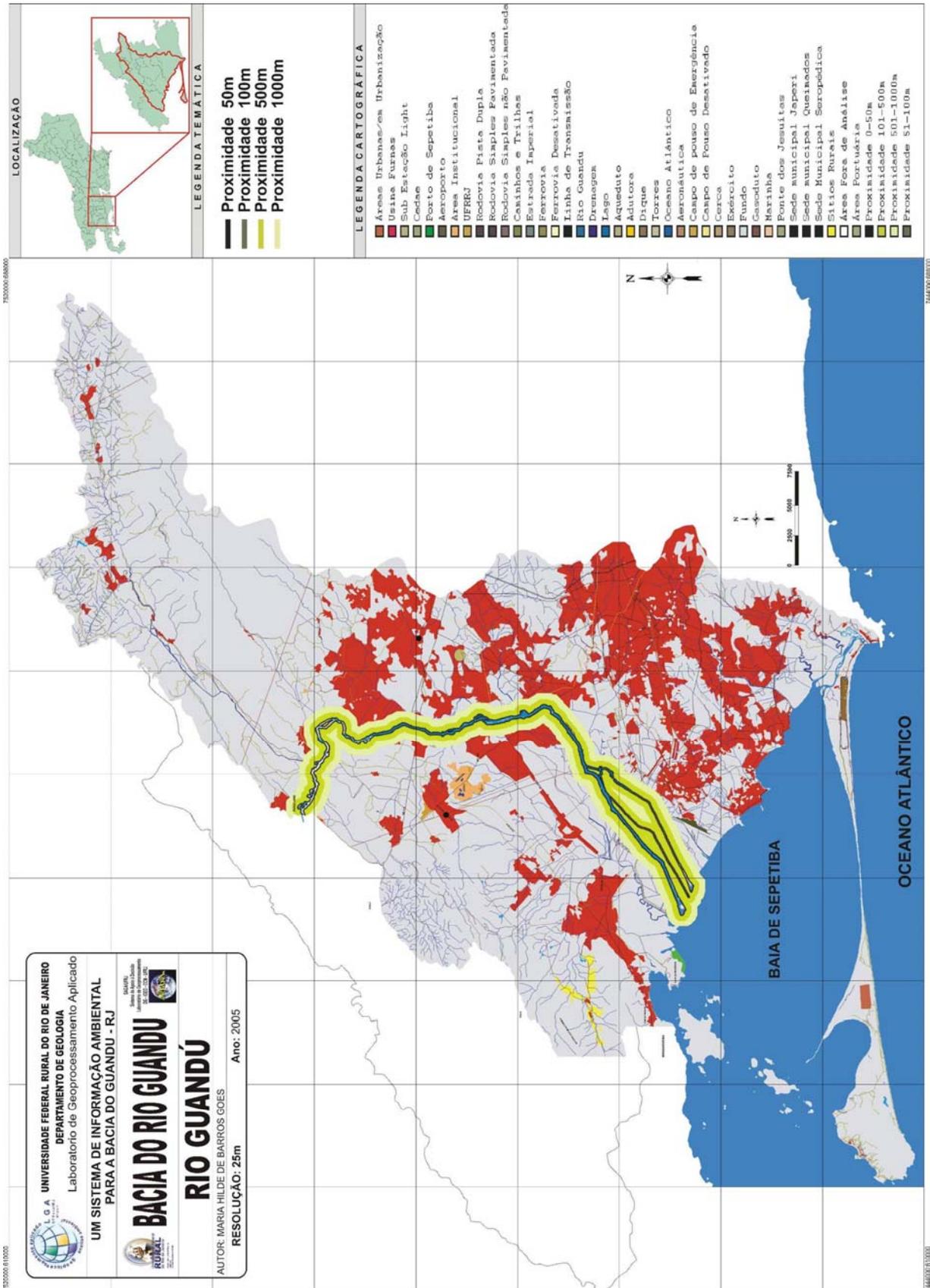
Mapa 6 - Mapa de Ocupação do Solo 1994 da Bacia Hidrográfica do Rio Guandú



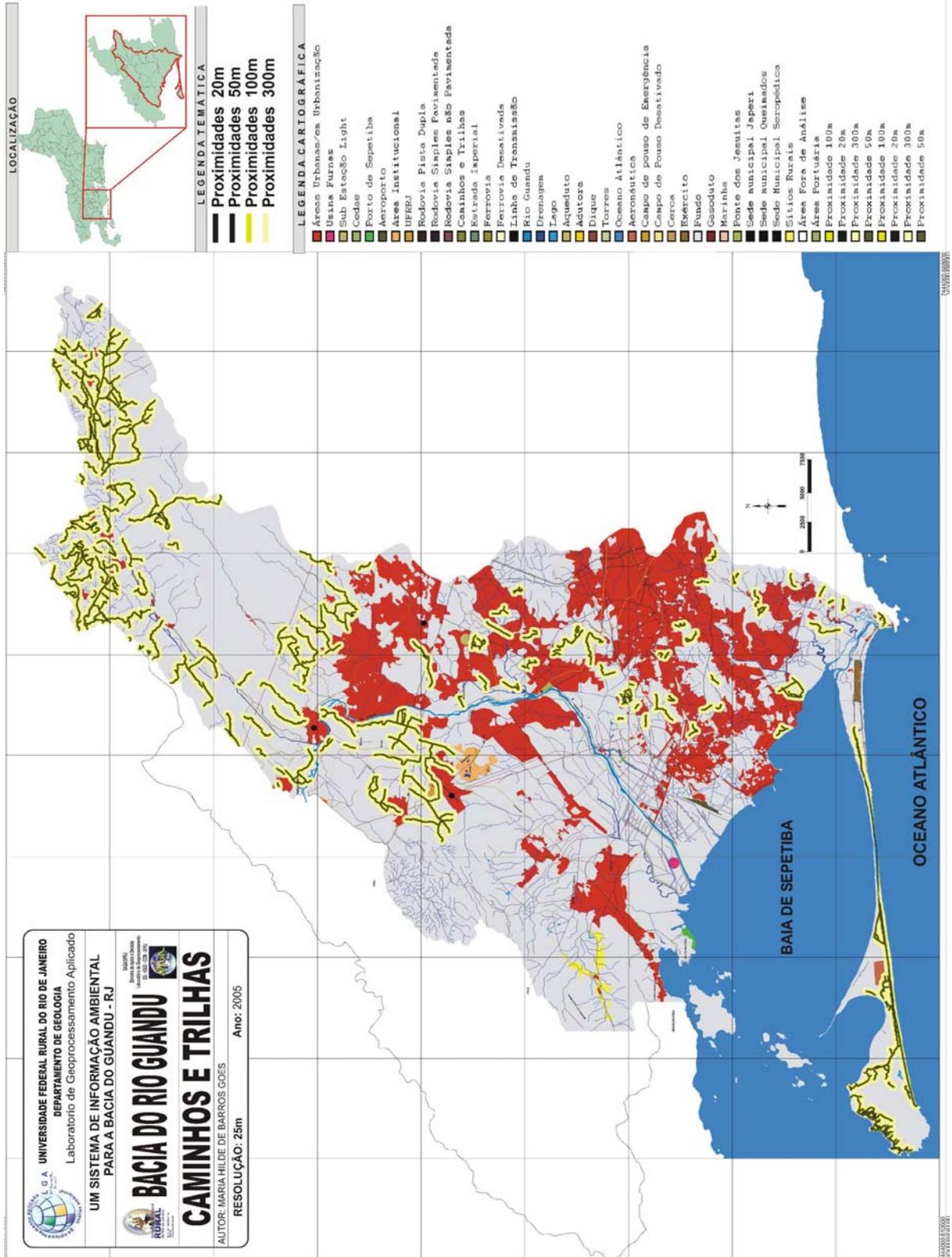
Mapa 7 - Mapa de Ocupação do Solo 2005 da Bacia Hidrográfica do Rio Guandú



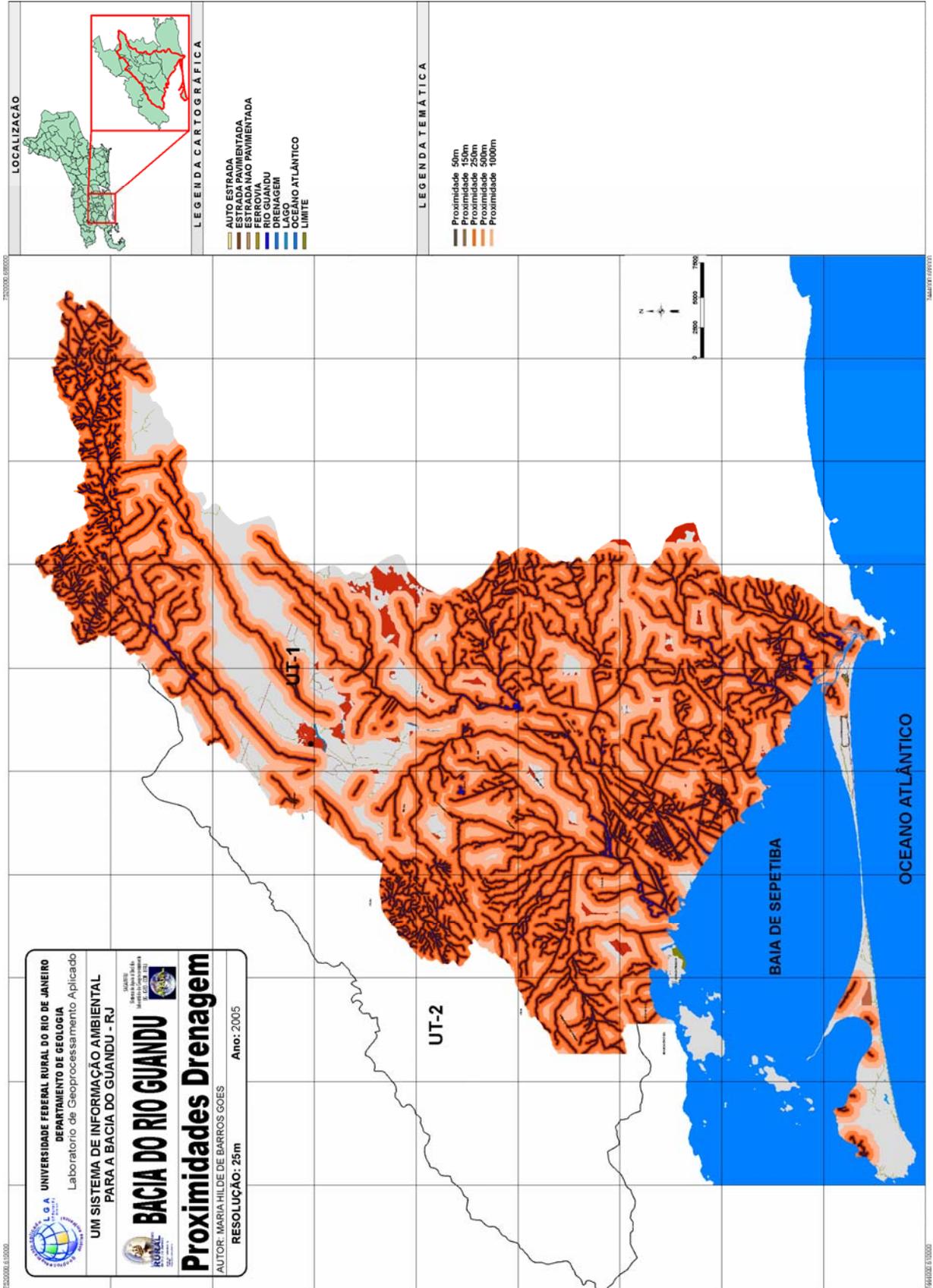
Mapa 8 - Mapa de proximidade de Zonas Urbanas da Bacia Hidrográfica do Rio Guandú



Mapa 9 - Mapa de proximidade o Rio Guandú da Bacia Hidrográfica do Rio Guandú



Mapa 10 - Mapa de proximidade de caminhos e trilhas da Bacia Hidrográfica do Rio Guandú



Mapa 11 - Mapa de proximidade de Drenagem da Bacia Hidrográfica do Rio Guandú

6.2.2 PLANIMETRIAS

No programa VISTA/SAGA, as planimetrias compreendem a identificação da extensão territorial das entidades e dos fenômenos constantes em uma Base de dados geocodificada (XAVIER-DA-SILVA, 2001). Os resultados são apresentados em três unidades: hectare, percentual e pelo número de pixels (células) de um mapa. Este procedimento é utilizado para quantificar o número de elementos da paisagem e a área ocupada por estes elementos. Estas medidas são utilizadas para o cálculo de algumas métricas da paisagem, que medem a heterogeneidade, e a dominância destes elementos (Metzger, 2004).

6.2.3 ASSINATURAS AMBIENTAIS

Assinatura ambiental é um procedimento de reconhecimento de associações espaciais causais entre variáveis ambientais, que permite definir quais características são relacionadas a um determinado fenômeno geográfico (XAVIER-DA-SILVA, 2001). Sua representação pode ser visualizada como análoga ao processo de obtenção das assinaturas espectrais de alvos terrestres por sensores remotamente transportados, onde são obtidos os padrões de refletância eletromagnética em diferentes comprimentos de onda refletida pelos objetos (MENESES, P. R.; NETTO, J. S. M., 2001). Na assinatura ambiental o que se pretende é a identificação dos fatores ou características

ambientais correlacionadas espacialmente com os fenômenos de interesse, neste caso ao invés de bandas do espectro eletromagnético, tem-se planos de informação dispostos em camadas sobrepostas em um sistema de informação geográfica, de onde se obtém as características ambientais de cada um dos planos de informação que ocorrem nos locais do fenômeno estudado (Figura 5).

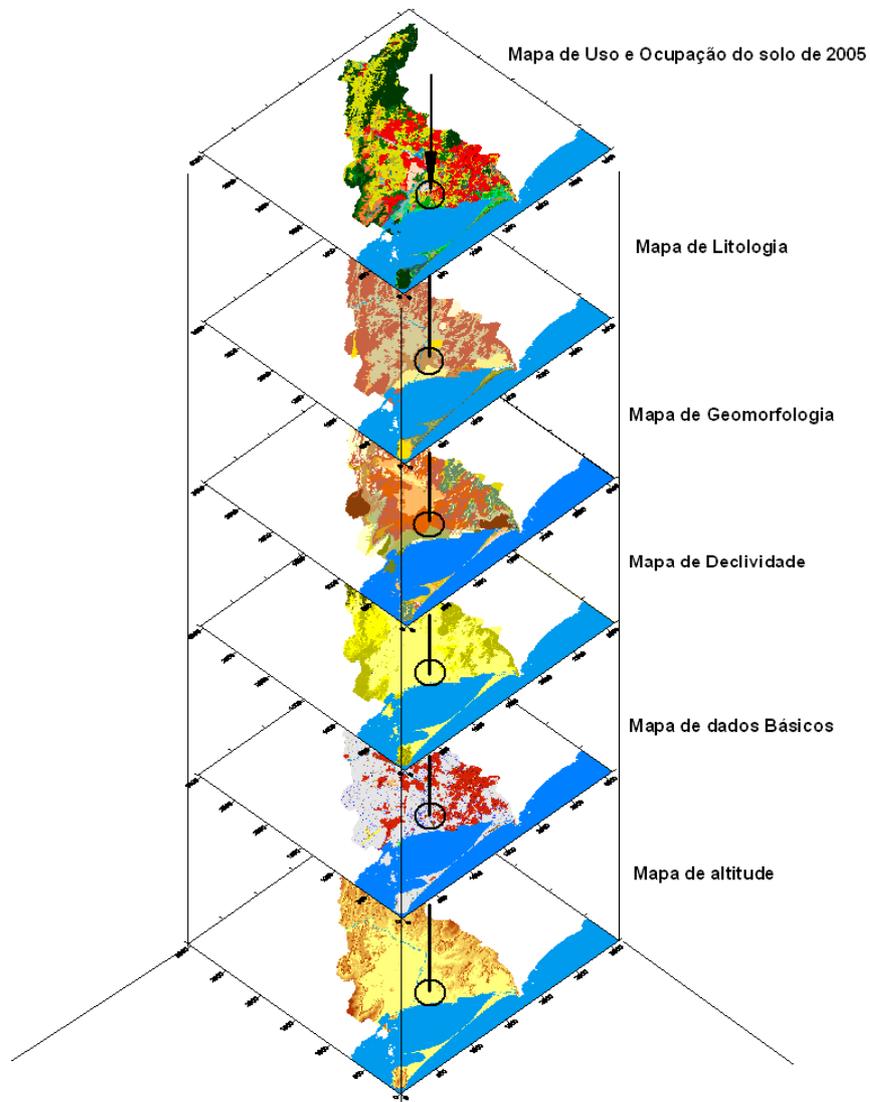


Figura 5 - Exemplo esquemático de uma assinatura ambiental

Neste trabalho a assinatura ambiental foi utilizada para obter informações sobre a declividade, litologia, geomorfologia e altitude relacionada às áreas de Mata Atlântica. Estes dados auxiliaram na definição dos pesos e notas utilizados pelo processo de avaliação ambiental, para a definição de áreas potenciais para reflorestamento.

6.2.3.1 EXEMPLO DE ASSINATURA AMBIENTAL

Para ilustrar o procedimento de assinatura ambiental realizado nesta monografia, é apresentado um exemplo realizado para a categoria Mata Atlântica do mapa categórico (dicotômico) contendo as legendas, Mata atlântica e não mata (Figura 6). Para a assinatura foram selecionados os mapas de litologia, geomorfologia, declividade e altitude. A primeira etapa é selecionar o ícone 'assinatura' na barra de ferramentas, após esta etapa selecionam-se os mapas para comporem as camadas que representam os planos de informação que possuem influência ao fenômeno em estudo, no nosso caso, nos interessa saber, quais são as características físicas relacionadas às áreas ocupadas por Mata Atlântica. A etapa seguinte é a seleção da categoria de interesse, neste caso Mata Atlântica, e ao final acionamos o comando para iniciar a assinatura da categoria selecionada. O resultado é apresentado em um arquivo do tipo texto (txt), com a categoria assinada, e as categorias encontradas em cada plano de informação previamente selecionado (Tabela 1). Para

obter outras informações sobre a utilização do SIG VISTA-SAGA/UFRJ, consulte Marino (2005).



1 - Tela inicial do Software SAGA/UFRJ

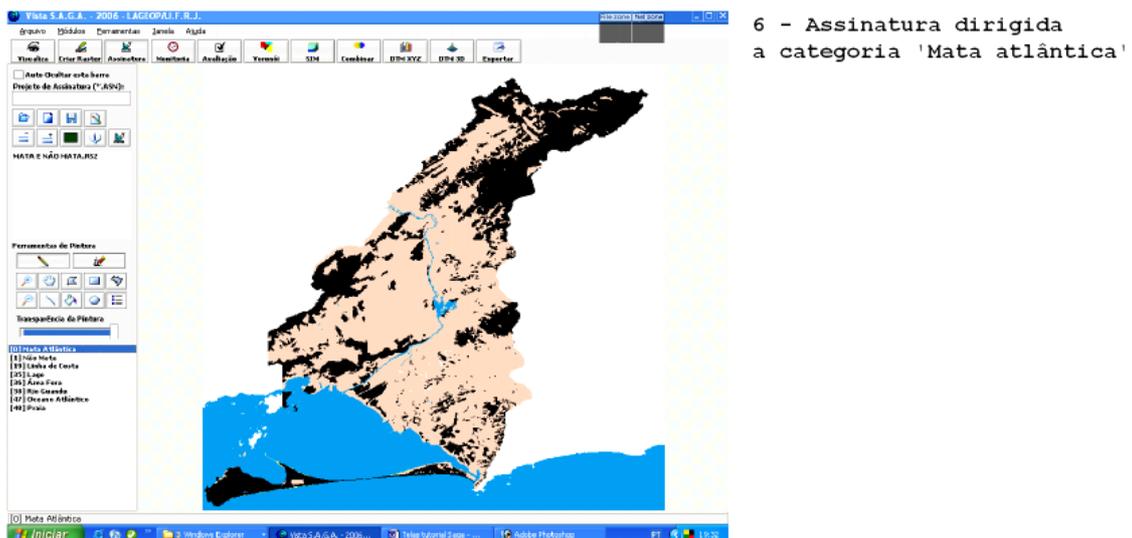
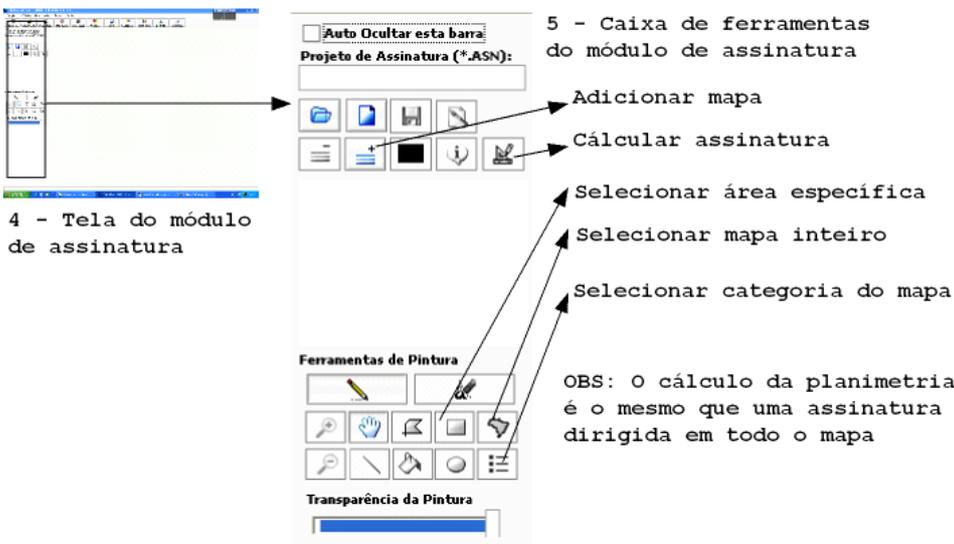


Figura 6 - Exemplo de assinatura ambiental para um mapa categórico representando áreas de Mata Atlântica (Áreas Escuras) e Áreas de não Mata (Áreas Claras).

Tabela 1 - Exemplo de arquivo de resultados de uma planimetria, no qual foi selecionada a legenda "MATA ATLÂNTICA".

Resultado da Planimetria do mapa Mata e Não Mata.rs2			
Cat. - Legendas	Pixels (Ha)	Assinado (Ha) - Pct.	% Categoria
0 - MATA ATLÂNTICA	1080340 (67521.2500)	1080340 (67521.2500)	100
1 - NÃO MATA	1783164 (111447.7500)	0 (0.0000)	0.0000%
19 - LINHA DE COSTA	329 (20.5625)	0 (0.0000)	0.0000%
35 - LAGO	8954 (559.6250)	0 (0.0000)	0.0000%
36 - ÁREA FORA	5056077 (316004.8125)	0 (0.0000)	0.0000%
38 - RIO GUANDU	13908 (869.2500)	0 (0.0000)	0.0000%
47 - OCEANO ATLÂNTICO	1539250 (96203.1250)	0 (0.0000)	0.0000%
48 - PRAIA	2778 (173.6250)	0 (0.0000)	0.0000%
Total	9484800 (592800.0000)	1080340 (67521.2500)	

6.2.4 MONITORIA AMBIENTAL

A monitoria ambiental é o procedimento de monitoramento da transformação dos fenômenos geográficos nas dimensões espaciais e temporais. A monitoria executada em uma BDG ou em um modelo digital do ambiente (MDA), retorna à localização e a extensão territorial que sofreu a mudança. A mudança é identificada pelas seguintes instâncias de acordo com Xavier (2001): locais que não sofreram mudança ("era... e continua sendo..."); locais que passaram a ser ("não era... e passou a ser..."); locais que deixaram de ser ("era... e deixou de ser..."); locais que não e era e continua a não ser ("não era... e continua sem ser..."). Neste trabalho a monitoria ambiental será utilizada para identificar as mudanças do uso e ocupação do solo, ocorridos desde o ano de 1994 até o ano de 2005, localizando as áreas alteradas e as novas categorias que ocupam os lugares transformados.

6.2.5 AVALIAÇÕES AMBIENTAIS

As avaliações ambientais são resultados obtidos pela combinação direta dos dados contidos na BDG ou através da aplicação do conceito de média ponderada, que resulta em um plano classificatório representando para cada pixel da base de dados o seu potencial ou risco ambiental, dependendo da questão a ser avaliada. O algoritmo utilizado no processo de avaliação ambiental esta representado abaixo:

$$A_{ij} = \sum_{K=1}^n (P_k \times N_k)$$

ONDE:

A_{ij} = pixel da base georreferenciada sob análise;

n = número de cartogramas digitais utilizados;

P_k = pontos percentuais atribuídos ao cartograma digital "k", dividido por 100;

N_k = possibilidade (nas escalas de "0 a 10" ou "0 a 100") da ocorrência conjunta da classe "k", com a questão ambiental sob análise.

O algoritmo acima relaciona os processos componentes das situações ambientais, com a convergência de fatores (variáveis) considerados relevantes. Esta relação se dá pela definição dos pesos de cada fator (Plano de Informação), que é o seu grau de importância em relação aos outros fatores, e pelas notas, que representam a possibilidade de ocorrência conjunta de cada categoria do fator (Plano de Informação) com o fenômeno em estudo. A definição dos pesos e notas podem ser

entendidas pela resposta as seguintes questões de acordo com XAVIER-DA-SILVA (2001 p. 149): para os pesos, "Qual a importância relativa, em percentual, atribuído a um parâmetro ambiental, como controlador da possibilidade de ocorrência do evento, característica ou entidade ambiental?" e para as notas, "Qual a possibilidade, em uma escala de 0 a 10, ou de 0 a 100, da ocorrência desta classe em associação territorial com o evento, característica ou entidade em que se está interessado?".

Outras avaliações podem ser realizadas com o apoio do mesmo procedimento. A identificação de áreas com incongruência de uso, definindo no espaço a ocorrência de atividades em locais indesejáveis, como exemplo a ocupação humana em áreas com riscos a sua ocupação e definição de áreas críticas, onde são definidas estimativas de riscos ambientais (Mello Filho, 2003). Neste trabalho a avaliação ambiental foi utilizada para gerar um mapa com áreas potenciais para reflorestamento. Tal procedimento foi alicerçado pela construção de árvore de decisão, que atribui pesos e notas para os planos de informação e suas legendas, em uma organização hierárquica, onde cada ramo desta árvore representa uma avaliação ambiental e o seu mapa final resultante. Para a definição das notas e pesos utilizou-se o processo DELFHI (XAVIER-da-SILVA, 2001), neste procedimento são reunidos especialistas de diferentes áreas para que cada um atribua pesos e notas para cada plano

de informação de sua área de atuação, gerando ao final uma média entre os valores atribuídos, levando em consideração a contribuição de cada especialista. Neste trabalho foram organizados dois grupos de planos de informação (PI) que se organizam em dois ramos da árvore de decisão. O grupo de PI de fatores naturais (altitude, declividade, litologia e geomorfologia) e o grupo dos fatores antrópicos (Proximidade final e o mapa de uso e ocupação do solo de 2005). Abaixo esta representada a árvore de decisão com os planos de informação organizados de forma hierárquica e os pesos atribuídos para cada um dos PI (Figura 7).

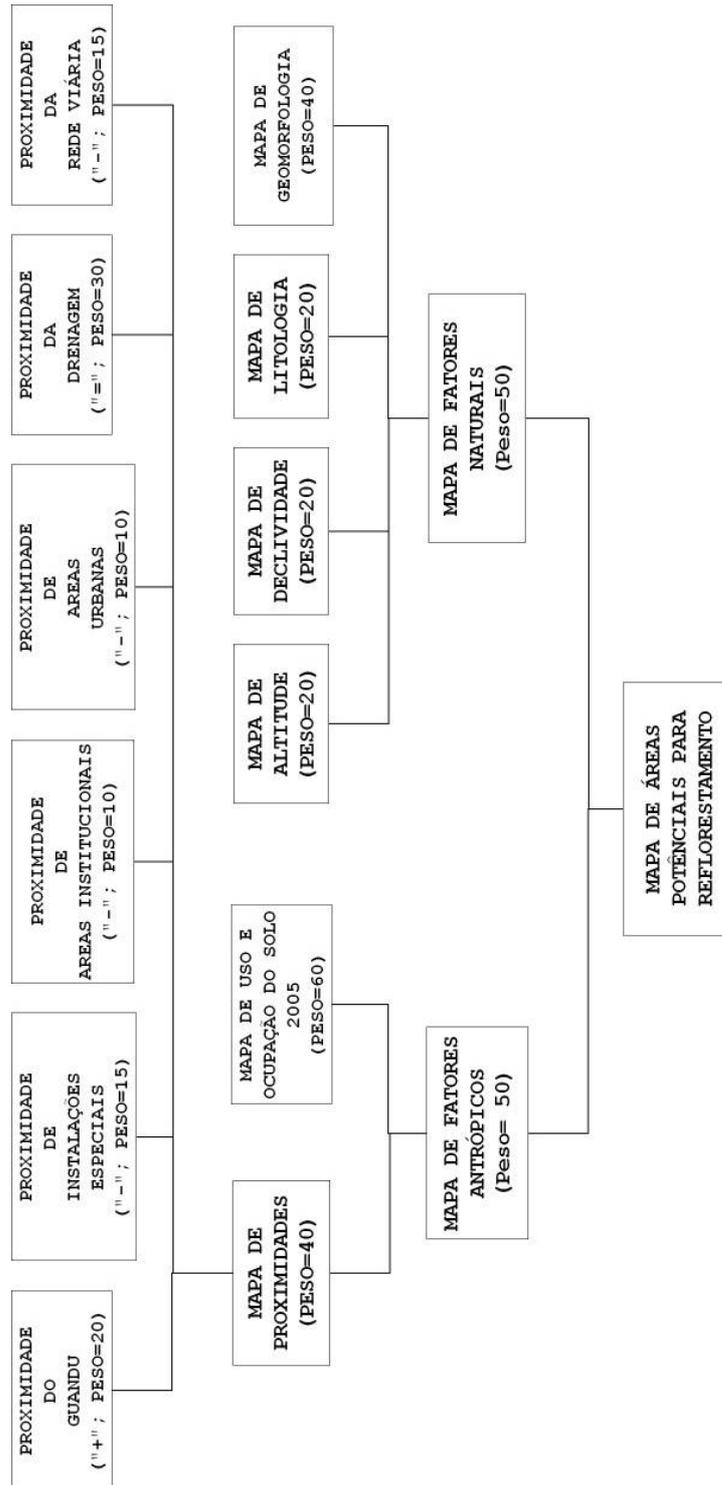


Figura 6 - Árvore de Decisão para áreas potenciais para reflorestamento: Apresenta os planos de informação envolvidos e seus respectivos pesos.

6.3 METODOLOGIA DE ESTUDOS DA PAISAGEM

Para a integração entre as metodologias utilizadas, que estão apoiadas em dois softwares o SAGA/UFRJ e o FRAGSTATS criou-se um módulo de conversão entre os dados gerados pelo SAGA, que se encontram na extensão .rst, para arquivos do tipo ASCII, que são reconhecidos pelo FRAGSTATS. Tal procedimento exige apenas a identificação de cada categoria do mapa a ser convertido por um número, a ser reconhecido pelo FRAGSTATS. Ao iniciarmos o estudo de uma paisagem é preciso definir como esta paisagem vai ser representada, neste momento deve-se considerar: a definição da legenda desta nova paisagem e o contexto a ser analisado. Nesta etapa são agrupadas e discriminadas apenas as legendas que se enquadram ao contexto analisado. Outros pontos a considerar são o tamanho da área a ser analisada e a resolução espacial final, ou seja, o tamanho do pixel da imagem. Em estudos sobre a distribuição potencial de uma determinada espécie a legenda do novo mapa deve conter a paisagem vista pelos "olhos" da espécie, representando na paisagem, as condições ambientais que favoreçam a sua ocorrência. Em outros casos mapas dicotômicos que apresentem apenas as categorias "mata" e "não mata" podem ser muito úteis para se estudar a fragmentação da paisagem ou a classificação dos fragmentos de floresta de uma dada região.

A figura 7 apresenta a integração entre as metodologias de análise ambiental e a metodologia de estudos da paisagem.

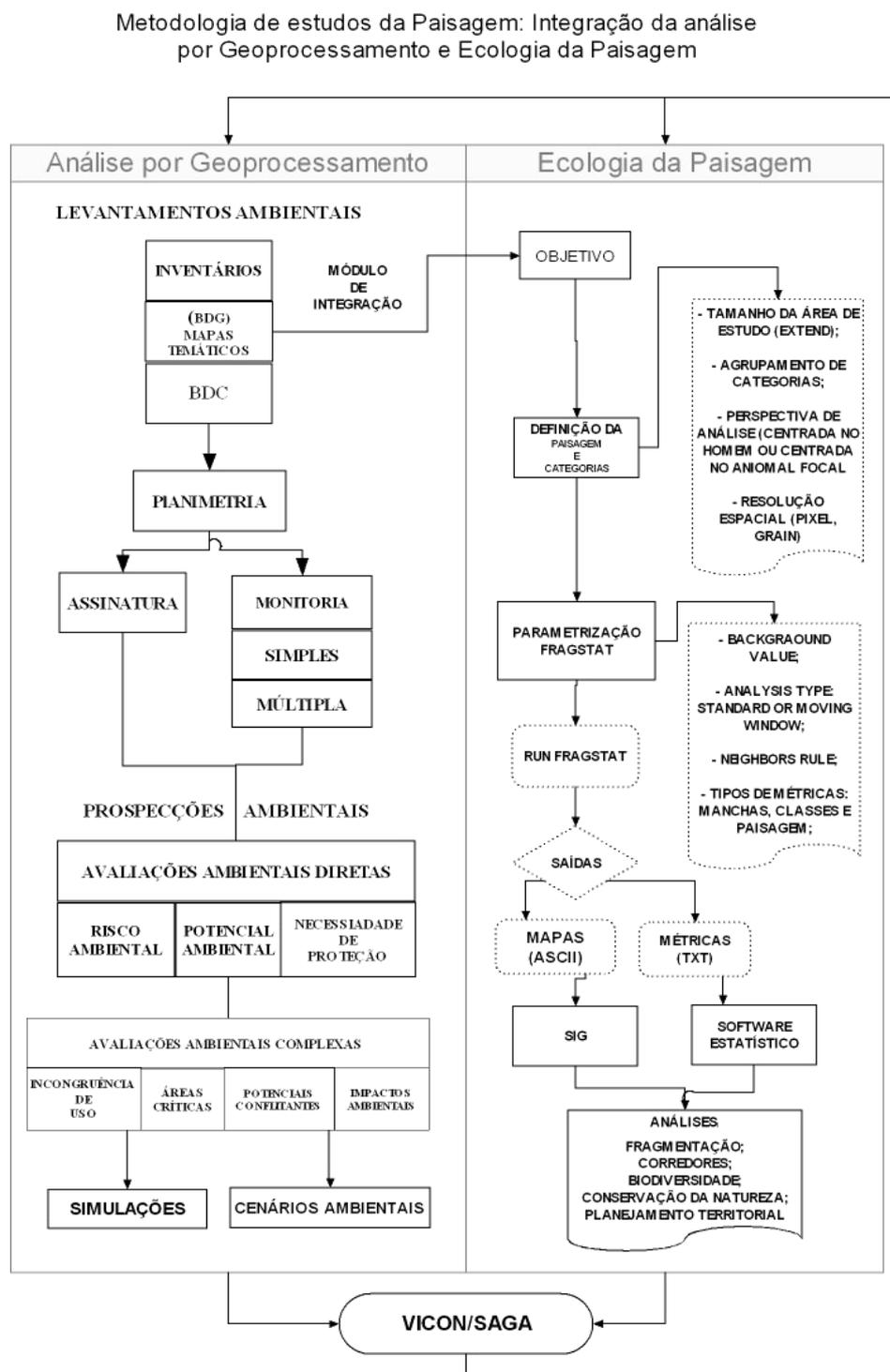


Figura 7 - Integração metodológica entre as metodologias de análise ambiental e de estudos da paisagem.

6.3.1 PARAMETRIZAÇÃO DO FRAGSTATS

Para o computo das métricas de paisagem que são algoritmos para quantificar a heterogeneidade espacial, gerados para distinguir padrões na paisagem. Utilizou-se o software FRAGSTATS (MACGARIGAL, 1995). Este programa desenvolvido pelo serviço florestal dos EUA (Forest Service), permite o cálculo de mais de 40 índices de paisagem diferente (Figura 8). Estes índices estão organizados por grupos de acordo com o tipo de análise executada, dentre os grupos de métricas, podemos destacar os que calculam: a área das manchas; a borda das manchas, onde é avaliada a diversidade de contatos entre os elementos de uma paisagem e seus efeitos nas manchas; e a densidade de manchas. Os mesmos índices podem ser aplicados às manchas (Patches), para cada uma das classes (Class) de elementos da paisagem e para a paisagem (Land) como um todo. Neste trabalho serão utilizados apenas alguns destes índices, já que muitos deles calculam a mesma coisa através de algoritmos diferentes.

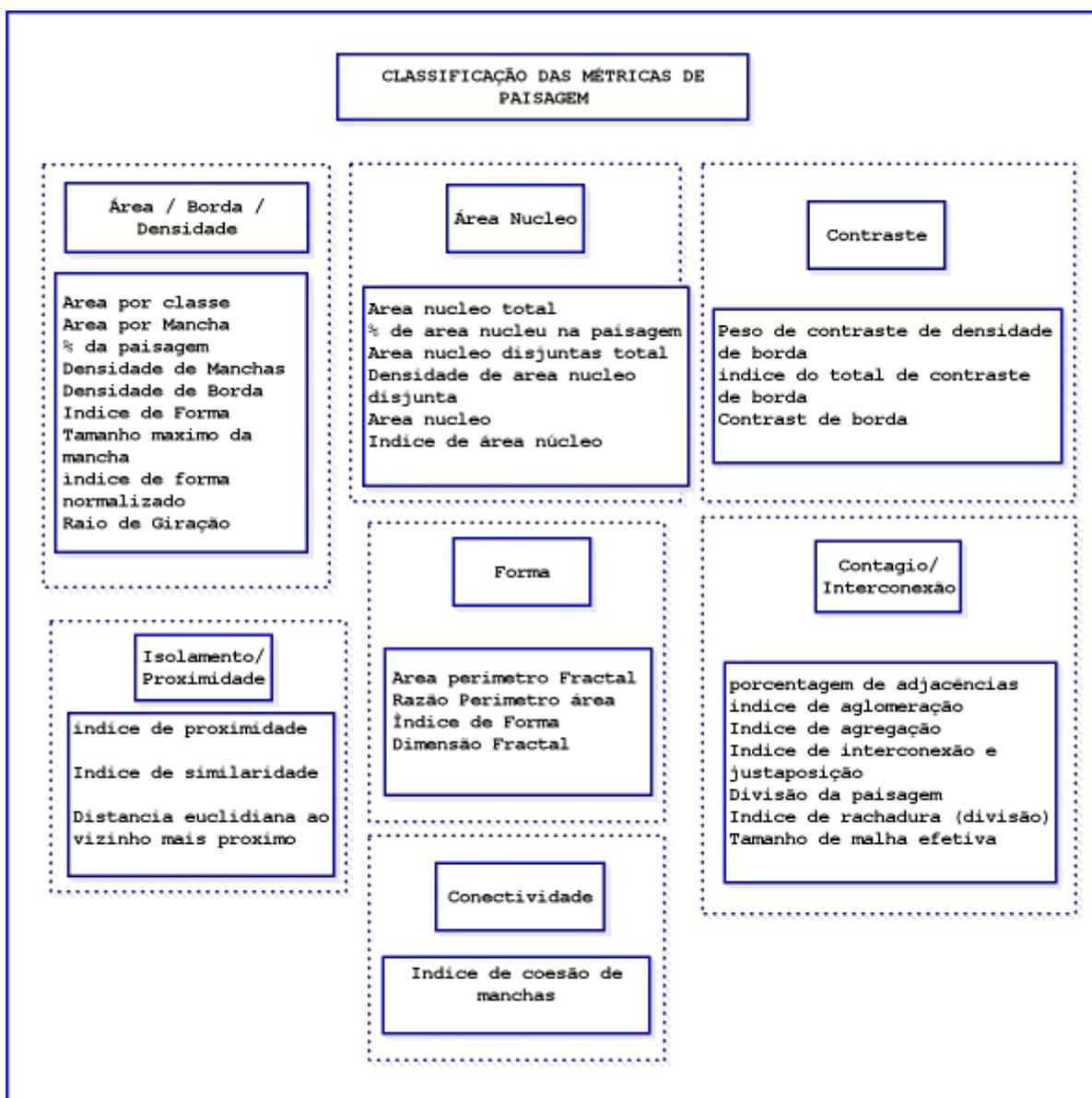


Figura 8 - Classificação das métricas de Paisagem.

Para executar o software Fragstats é preciso definir alguns parâmetros, que são diretamente relacionados ao cálculo das métricas de paisagem. Estes parâmetros são inseridos no programa através da tela de definição de parâmetros (set run Parameters) (Figura 9).

Figura 9 - Tela de entrada dos parâmetros no software Fragstats

Nesta tela são inseridos os valores de: resolução espacial (cell size) em metros; o valor do fundo (Background), onde se define quais categorias vão ser analisadas, pois todas aquelas que receberem o valor de fundo estarão fora da análise; o número de linhas (Rows) e de colunas (Columns) do mapa a ser analisado; o tipo de arquivo de entrada, que pode ser do tipo: ASCII, 8 bits, 16 bits, 32 bits, Erdas e Idrisi; se deseja que o programa gere um arquivo de saída, que representa um mapa com a identificação de cada mancha do mapa analisado (Create and Output ID image); o tipo de

regra de vizinhança, que defini se vai ser utilizada uma vizinhança com 4 ou 8 células; o tipo de análise, por janela móvel ou por um raio pré-determinado e por ultimo se as métricas vão ser aplicada para as manchas, classes ou/e paisagem. Os resultados gerados são salvos em arquivos do tipo texto, que são importados para aplicativos de planilha eletrônica ou para softwares estatísticos, onde são gerados gráficos com a distribuição de frequência e estatísticas descritivas para cada uma das métricas de paisagem.

7.0 RESULTADOS

7.1 RESULTADOS DAS PLANIMETRIAS

Os resultados apresentados pelas planimetrias aplicadas aos mapas temáticos constantes da BDG representam a medida da extensão territorial de cada uma das classes encontradas na legenda de cada mapa. Esta medida, mesmo sendo a princípio simples e direta, define a proporção de uma classe em relação à paisagem. Esta relação de proporção entre a área de uma classe e a área da paisagem, possibilita a comparação entre diferentes paisagens e trechos específicos de uma mesma paisagem, definidos pelo pesquisador.

Na bacia hidrográfica do rio Guandu as classes de altitude mais representativas são as altitudes de 0-40m, 20-40m e 40-80m, tendo respectivamente 11%, 3.6% e 4% de extensão em relação à área da bacia hidrográfica. Este resultado está relacionado com a predominância das áreas de várzea e de

planície que margeiam o rio Guandú. Estas características são muito importante para a relação de uso e ocupação destas áreas, que apresentam baixa altitude, baixa declividade e estão dentro do eixo rodoviário do Rio de Janeiro e São Paulo, estando ela altamente habitada e transformada pela ocupação humana.

O resultado da planimetria do mapa de declividade revela que em extensão territorial a bacia hidrográfica do rio Guandú pode ser caracterizada por ser plana, pois a declividade que possui maior representatividade com 15% de ocorrência em toda a bacia é a de 0-2,5%. As maiores declividades ocorrem nas áreas a montante da bacia onde ela encontra as encostas dissecadas e estruturais da Serra do Mar. A amplitude de variação da declividade da bacia vai desde 0-2,5% até >80%, sendo as últimas encontradas nas regiões mais florestadas e de difícil acesso, inseridas em condições de relevo muito acidentado. A geomorfologia da bacia do rio Guandú é representada pela ocorrência expressiva por terraços colúvio aluvionares e pelas colinas aplainadas.

7.2 RESULTADO DAS ASSINATURAS DAS ÁREAS DE MATA ATLÂNTICA

O resultado da assinatura das áreas de Mata Atlântica revela todas as características ambientais (Altitude, declividade, litologia e geomorfologia), que se correlacionam espacialmente com os remanescentes de Mata Atlântica. Os fragmentos remanescentes de floresta atlântica desta bacia possuem altitude variando desde 20m até 1500m, e possuem declividade variando desde 2,5% até >80%. As características litológicas das áreas de Mata Atlântica estão relacionadas à ocorrência de granitos, rochas ortoderivadas, rochas básicas e alcalinas, os charnokitos e os depósitos de talus. Sua geomorfologia esta associada a localização das bordas de planalto estrutural, reversos de planaltos, as encostas estruturais, os vales, as escarpas falhadas, os interfluvios estruturais, nas colinas e nos patamares de vale estrutural.

Estas informações de correlação espacial obtidas foram fundamentais para a definição dos pesos e notas para a avaliação do potencial de reflorestamento para a bacia do Rio Guandú.

7.3 RESULTADO DA MONITORIA

O resultado da monitoria realizada para os mapas de uso e ocupação do solo nos anos de 1994 e 2005 revela que a área ocupada por Mata Atlântica em 1994, que era de 41.278 Hectares, diminui em 2005 para 35.123 Hectares,

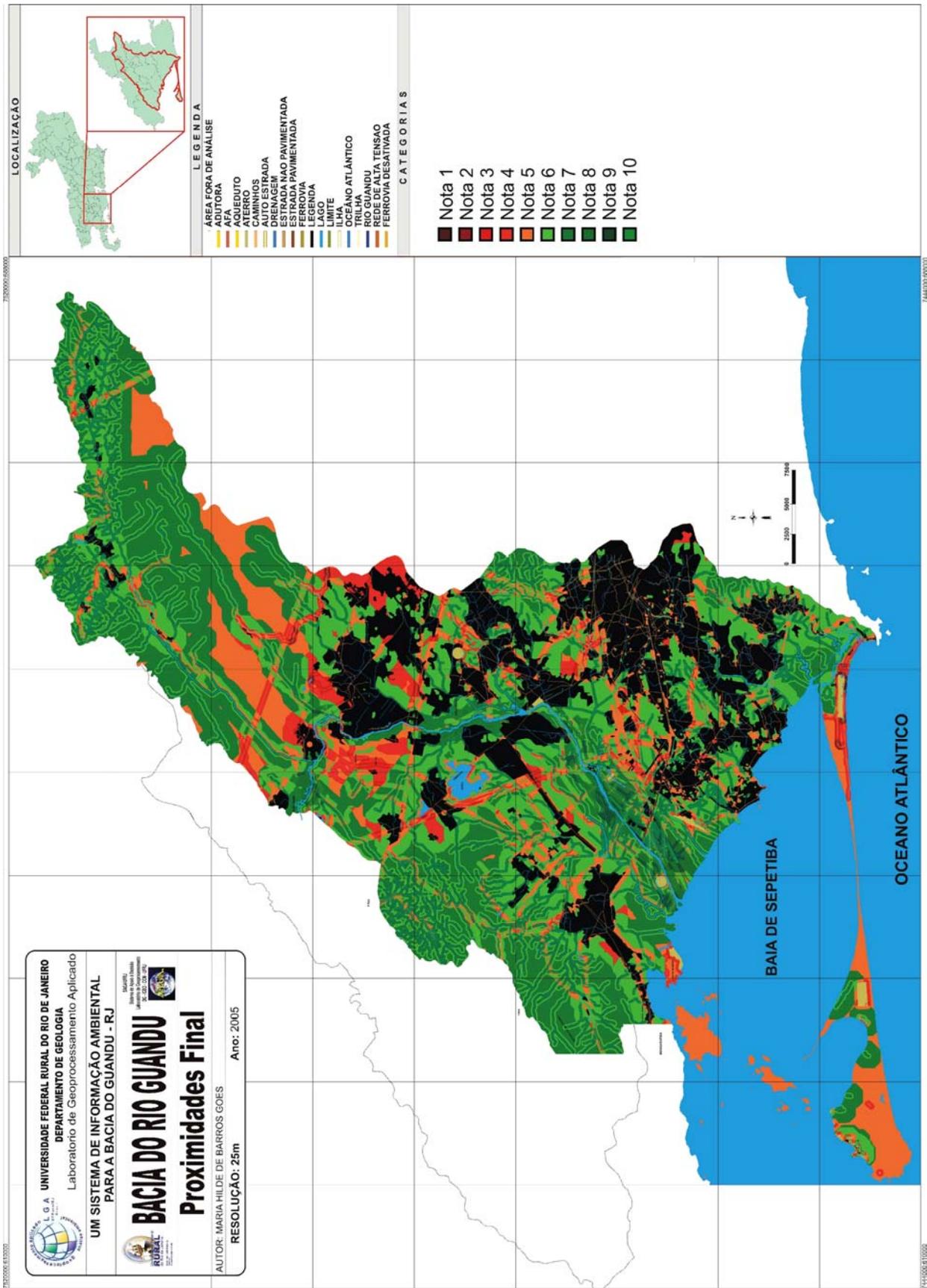
representando uma perda de 6.154 hectares de floresta, que passaram a ser ocupadas por paisagens. Estas regiões se encontram nas altitudes de 100-1200m e 200-600m, representando novas áreas destinadas à pecuária nas regiões mais altas da bacia hidrográfica, situadas nas escarpas falhadas e nos terraços colúvio-aluvionar de vale estrutural da Serra do Mar, predominando declividades médias de 40-60%. Estes resultados demonstram o avanço da pecuária sobre os remanescentes de florestas situados em declividades acima de 45° e em locais destinados a manutenção dos recursos hídricos, pois estão inseridos nas zonas de captação de água e nas nascentes dos rios.

7.4 RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DE ÁREAS POTENCIAIS PARA REFLORESTAMENTO

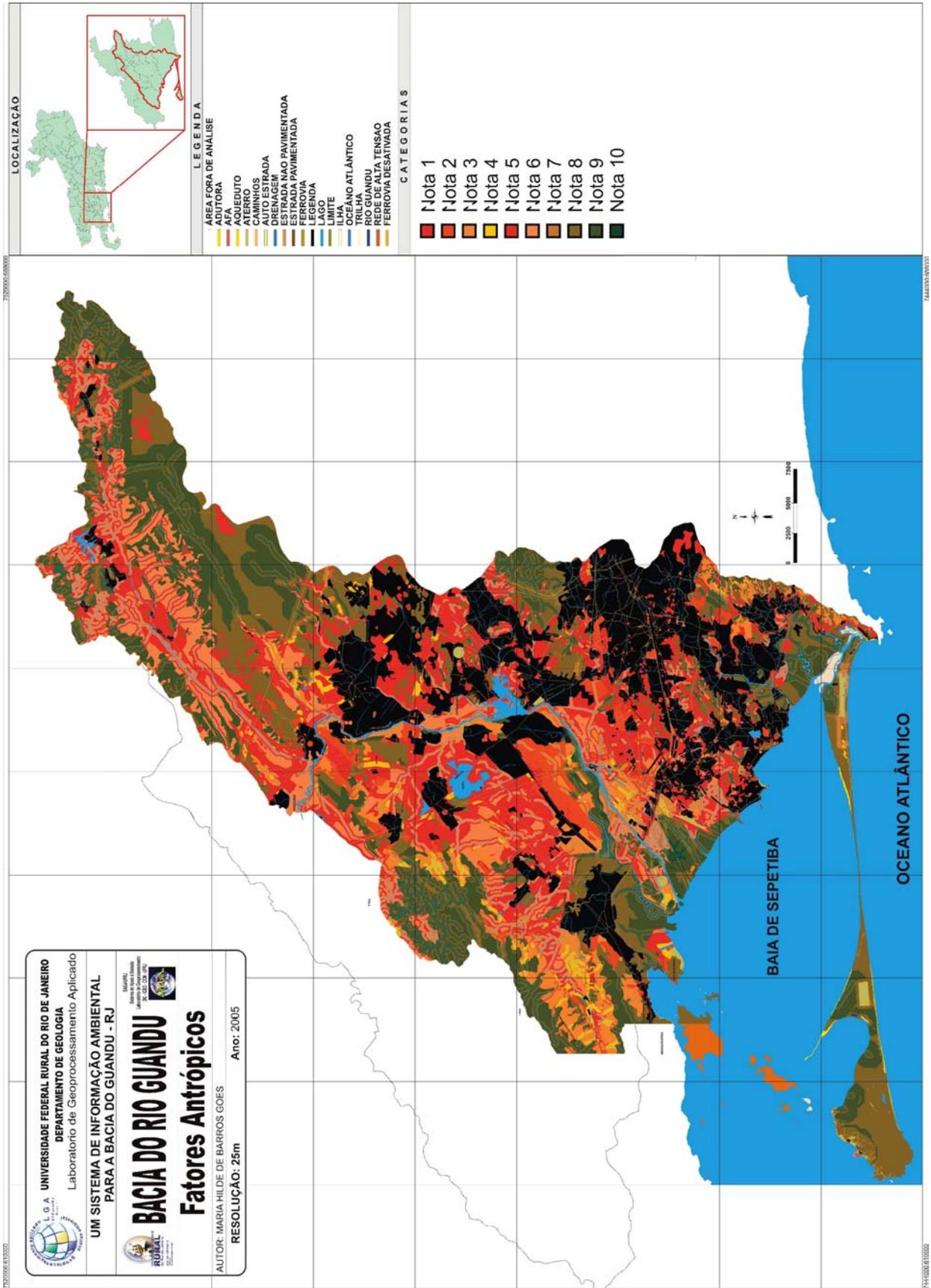
O resultado da avaliação de áreas potenciais para reflorestamento são os três mapas resultantes de cada uma das avaliações definidas pela árvore de decisão, que culminam na avaliação final, representada pelo mapa de áreas potenciais para reflorestamento. Este mapa e os demais apresentam uma legenda com as notas finais das avaliações que variam de 1 até a nota 10, sendo a nota 1 o menor valor potencial e a nota 10 o maior potencial. Este mapa organiza em um espaço classificatório cada pixel pelo seu potencial para o reflorestamento, permitindo verificar

a extensão, localização e situação ambiental de manchas de áreas a serem reflorestadas. A assinatura ambiental destas áreas revela que são em sua maioria pastagens, cultivos, solo exposto e áreas de capoeira em recuperação. Estas áreas se localizam em altitudes que vão desde 20m até 320m, com algumas áreas em 300m a 800m. Sua declividade varia de 2,5% até 80%, ocorrendo mais expressivamente nas declividades de 0-2,5% e entre 20% e 40%. A geomorfologia destas áreas é predominantemente relacionada com a ocorrência de colinas estruturais e colinas isoladas, assim como as formações de encostas dissecadas e os reversos de planalto dissecado. Para avaliar a acurácia da metodologia adotada, utilizou-se o coeficiente de similaridade de Jaccard (CJ), que mede a ocorrência conjunta de dois mapas ou de duas categorias em unidade territoriais que podem ser expressas em hectares, quilômetros quadrados e células (XAVIER-DA-SILVA, 2001). Neste trabalho utilizou-se o índice para medir a similaridade entre as áreas de Mata Atlântica do mapa de Uso do Solo de 2005 e as categorias resultantes da avaliação de áreas potenciais para reflorestamento.

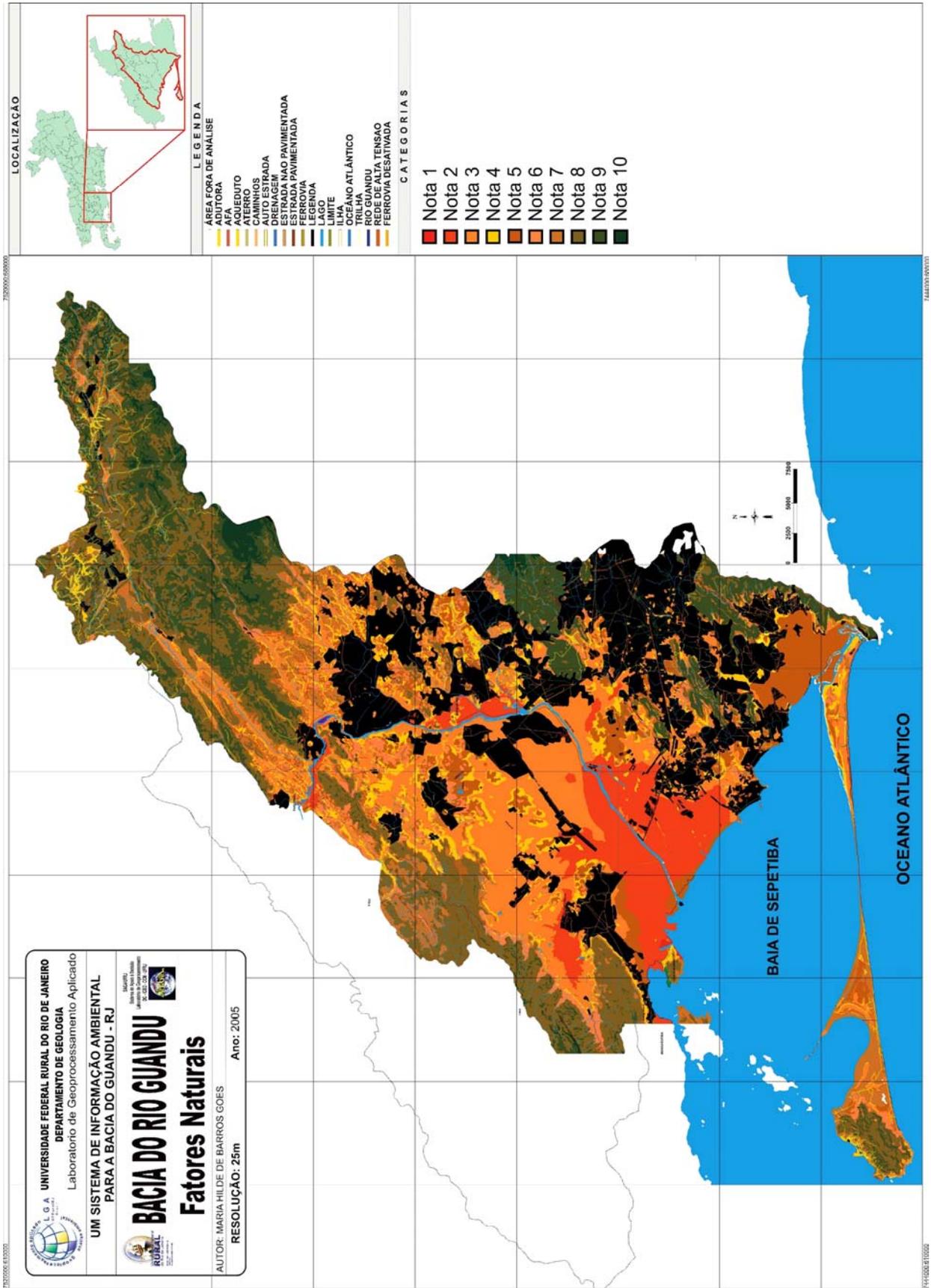
Abaixo são apresentados os mapas gerados em cada uma das avaliações definidas pela árvore de decisão.



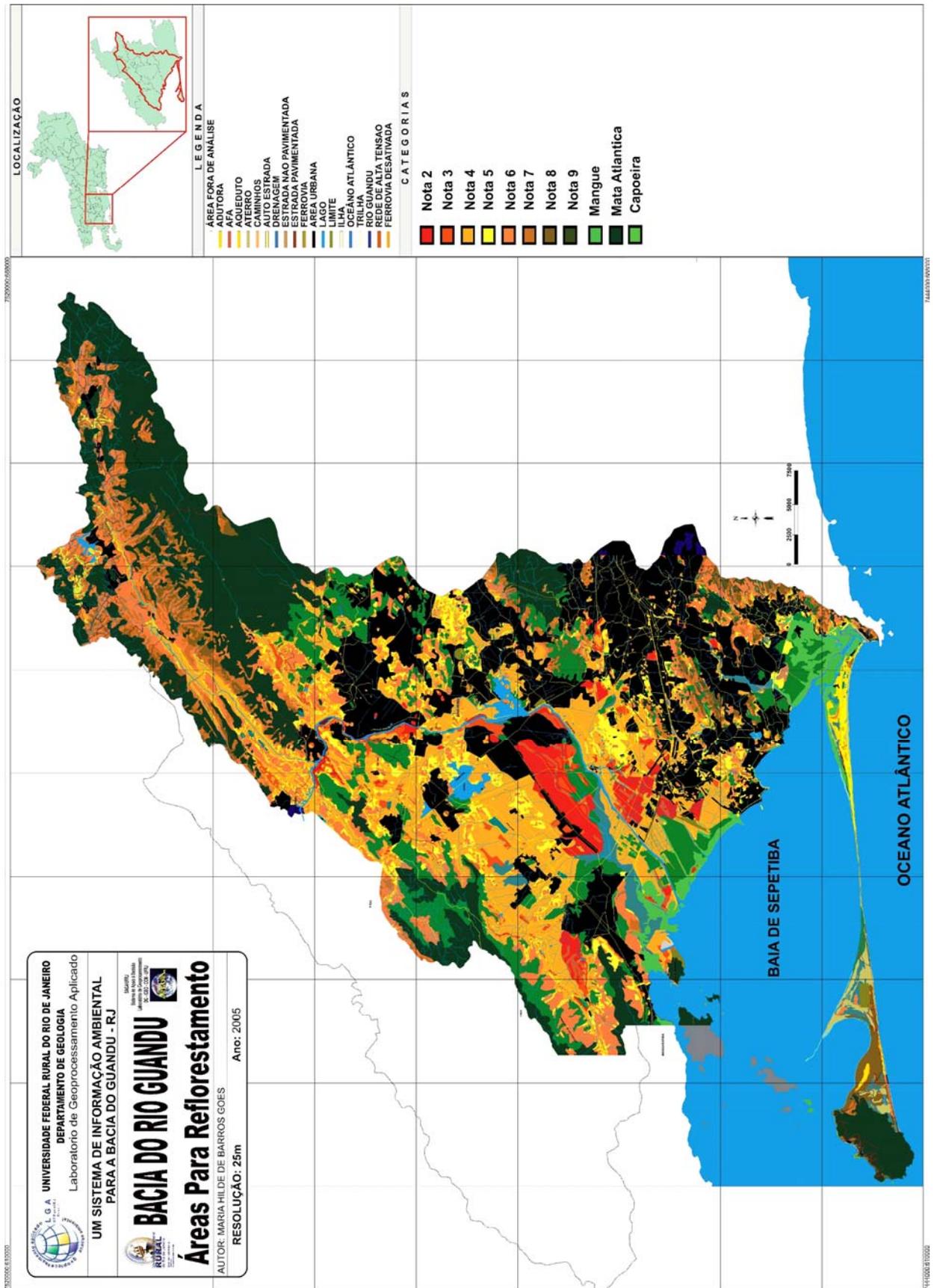
Mapa 12 - Proximidades Final. Mapa de resultado da avaliação entre os mapas de proximidade.



Mapa 13 - Fatores antrópicos. Mapa do resultado da avaliação dos fatores antrópicos.



Mapa 14 - Fatores naturais. Mapa do resultado da avaliação dos fatores naturais. Declividade, Altitude, Geomorfologia e Litologia.



Mapa 15 - Áreas para reflorestamento. Resultado da avaliação entre os mapas de fatores antrópicos e fatores naturais.

A partir da definição das áreas potenciais para reflorestamento com finalidade de reconstituir a floresta que ali existia e restaurar as funções exercidas pela vegetação, é possível propor um programa de reflorestamento, através de técnicas de restauração, reabilitação e recuperação de áreas degradadas. Outra contribuição deste mapa é a definição de corredores ecológicos entre as manchas remanescentes de floresta, para possibilitar as trocas de matéria e energia entre os fragmentos, além de permitir o fluxo de espécies entre manchas.

O coeficiente de Jaccard para o mapa de áreas potenciais para reflorestamento comparado com as áreas de Mata Atlântica do mapa de uso e ocupação de 2005 apresenta um resultado de 93% ($CJ = 0,93$) para as notas 10 e 9. Este resultado está diretamente relacionado com a escolha dos pesos e notas definidos para cada categoria dos mapas envolvidos na avaliação.

Para a ecologia da paisagem este resultado possibilita o estudo de diferentes cenários de manejo da paisagem. Um dos possíveis cenários é o resultado de programas de restauração e recomposição florestal das áreas potenciais para reflorestamento, geradas a partir da projeção temporal do crescimento de plantios para cada nota potencial resultante da avaliação de áreas potenciais para reflorestamento. Estes cenários podem ser avaliados por

métricas de paisagem, que medem a fragmentação, o número de manchas e a diversidade de elementos da paisagem.

8.0 SIMULAÇÃO ENTRE OS POSSÍVEIS CENÁRIOS DE MANEJO DA PAISAGEM

Para avaliar os possíveis cenários de recomposição florestal das áreas potenciais para reflorestamento, definiu-se uma estratégia de reflorestamento para as áreas adjacentes a cada remanescente de floresta existente até uma distância de 200m. Foram definidos três cenários de reflorestamento, levando em consideração a recomposição das áreas potenciais já definidas. A primeira simulação cria um cenário onde às áreas com notas 10, notas 9 e notas 8 são reflorestadas, a segunda recria uma situação onde as notas de 10 a 7 são reflorestadas e ao final definimos um cenário onde as áreas com as notas 10 até a nota 6 são reflorestadas. A avaliação de cada cenário foi feita com o uso das métricas de paisagem:

CA - Área total da classe, que neste caso é a área total de floresta.

PLAND - Porcentagem da classe na paisagem. Retorna o valor percentual de floresta em relação a área total da bacia.

NP - Número de manchas. Este índice calcula o numero de fragmentos de floresta.

PD - Densidade de manchas. Calcula o número de fragmentos de floresta em cada cenário.

LPI - índice de área do maior fragmento. Calcula a razão entre a área do maior fragmento de floresta, pela área total da bacia e multiplica por 100, para o resultado ser em %.

O resultado dos índices de paisagem para cada cenário é apresentado na tabela 2.

Tabela 2. Resultado dos índices de paisagem para cada cenário de manejo.

Simulações	CA*	PLAND*	NP*	PD*	LPI*
Fragmentos atuais - ano de 2005	35085,1250	59185	161	0.0272	32,746
Simulação - Reflorestamento das notas 10, 9 e 8	38293,1875	64597	359	0.0606	34,972
Simulação - Reflorestamento das notas 10, 9, 8 e 7	41990,5000	70834	265	0.0447	40,677
Simulação - Reflorestamento das notas 10, 9, 8, 7 e 6	45795,8125	77253	187	0.0315	43,166

*CA - Área da classe em Hectares; PLAND - Porcentagem da classe em relação a paisagem; NP - Número de manchas; PD - Densidade de manchas; LPI - Índice do maior fragmento.

Podemos observar através dos resultados, que a área de floresta aumenta em 3208 hectares, se reflorestadas as áreas das notas 10 a 8. Reflorestando-se as áreas das notas 10 a 7 e as áreas das notas 10 a 6, teremos um acréscimo em área de floresta de 3697 hectares e de 3805 hectares respectivamente. Tal informação isolada, não nos vale para avaliarmos a transformação ocorrida na paisagem se consideramos a importância dada para a diminuição do processo de fragmentação das áreas de Mata Atlântica (ZAÚ,

1998). A fragmentação de cada cenário foi avaliada pelo número e densidade de fragmentos de floresta formados. Em nenhum dos cenários foi possível diminuir o número de fragmentos, através da unificação das manchas, ocorrendo um número maior de fragmentos e conseqüentemente da densidade de fragmentos. Não podemos identificar dentre os cenários simulados, um cenário que possa ser qualificado como melhor em comparação aos demais. Isto se dá pelo fato de não termos analisado para cada cenários as manchas de forma individualizada. Uma nova inspeção dos dados voltada para a análise de cada uma das manchas, levando em consideração suas características ambientais, sua geometria, sua topologia, sua resiliência e seu grau de importância, dadas as dificuldades de realização do reflorestamento na escala espacial de uma bacia hidrográfica. Seria possível permitir uma melhor avaliação de qual cenário ser o mais adequado de acordo condições levantadas.

Uma avaliação conjunta da área total de floresta e da fragmentação pode ser obtida com o uso do índice de paisagem LPI, que relaciona a área do maior fragmento com a área total estudada. Observa-se que à medida que aumentamos a área de floresta, aumentamos a área dos maiores fragmentos. Esta informação é verificada pelo comportamento dos valores de LPI à medida que aumentamos a área reflorestada. Inicialmente a relação entre o maior fragmento e a área total de floresta equivale a 32%. No

cenário em que são reflorestadas as notas de 10 a 6 obtemos um valor de LPI de 43%, indicando um aumento de 11% das áreas dos maiores fragmentos, se comparado com o cenário atual

9.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A integração do geoprocessamento com a ecologia da paisagem possibilitou a construção de uma metodologia de estudos da paisagem que une as informações sobre a natureza dos dados ambientais e sua geometria espacial. Esta integração é representada pela utilização dos softwares SAGA/UFRJ e Fragstats. O software SAGA/UFRJ utiliza a metodologia de análise ambiental por geoprocessamento, para obter informações sobre a natureza dos dados ambientais. O Fragstats contribui com o cálculo de índices de paisagem que permitem avaliar e monitorar os dados gerados pelo geoprocessamento, através de uma perspectiva que busca a melhor configuração espacial dos elementos da paisagem.

A bacia hidrográfica do Rio Guandu apresenta um histórico de degradação de suas florestas. Sua área de floresta está ameaçada pelo avanço da pecuária sobre seus remanescentes. É prioritária a definição de políticas de reflorestamento voltadas para conter este avanço e minimizar os efeitos da perda e fragmentação da Mata Atlântica e dos seus remanescentes. Como resposta a esta questão, o mapa de Áreas Potenciais para Reflorestamento vem contribuir para a

tomada de decisão dos gestores responsáveis pela conservação das áreas de florestas desta bacia, assim como de sua biodiversidade e qualidade de vida de seus habitantes.

O mapa de Áreas potenciais para reflorestamento pode ser utilizado como ponto de partida para a construção de um programa de reflorestamento para a bacia hidrográfica do rio Guandú. Este programa de reflorestamento pode contar com os resultados gerados pela simulação de cenários de reflorestamento, como suporte na definição de áreas prioritárias, utilizando como indicador a ser monitorado os índices de paisagem, buscando a melhor configuração espacial que respeite as condições de diminuição da fragmentação e aumento da área dos fragmentos.

10.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB`SABER, A. N. Os Domínios de Natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003. p. 159.

ASNER, G. P. *et. al.* Selective logging in the Brazilian Amazon. *Science*, V. 310, n. 21, p. 480-482, outubro. 2005.

ASSAD, E. D.; SANO, E.E. Sistema de Informações Geográficas. Aplicações na Agricultura. 2^a ed. Brasília: Embrapa-SPI/Embrapa CEPAC, 1998.

BURROUGH, P. A. Principles of geographical information systems for land resources assessment. Oxford: Oxford University, 1990. p. 194.

CÂMARA, G. Desenvolvimento de sistemas de informação geográfica no Brasil: Desafios e Oportunidades. In: 1ª Semana estadual de geoprocessamento, 1996, Rio de Janeiro. Anais ... Rio de Janeiro: SEGEO-RJ, 1996. p. 370-383.

COSTA, N. M. C. da; XAVIER-DA-SILVA, J. Geoprocessamento aplicado à criação de planos de manejo: O caso do Parque Estadual da Pedra Branca-RJ. In: ZAIDAN, R. T.; XAVIER-DA-SILVA, J. Geoprocessamento e análise ambiental: Aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 2004. p.66-114.

FREITAS, S.R. Landscape: Where Geografhy and ecology converge. Holos Environment, v.3 n.2, 2003 - P.150-155

FORMAM, R. T. T.; Godron, M. Landscape Ecology.EUA, New Cork. 1986. p.618.

GOES, M. H. B. et. al. Atlas digital da baixada de sepetiba (RJ) e seu entorno - Inventario ambiental. In: I simpósio regional de geoprocessamento e sensoriamento remoto, 2002, Sergipe. Anais... Sergipe: Aracaju, 2002. p.

KOUAKOU, R. N.; XAVIER-DA-SILVA, J. Geoprocessamento aplicado à avaliação de geopotencialidade agroterritorial. In: ZAIDAN, R. T.; XAVIER-DA-SILVA, J. Geoprocessamento e análise ambiental: Aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 2004. p.301-352.

MARINO, T. B. Vista Saga 2005 Sistema de Análise Geo-ambiental. 2005. p. 61. Projeto Final de Curso (Bacharel em ciência da computação) - Departamento de ciência da computação / Instituto de matemática - UFRRJ, Rio de Janeiro.

MCGARIGAL, K.; MARKS, B. J., 1995. FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-351. Portland, OR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station. 122 p.

MELLO FILHO, J. A. Qualidade de Vida na região da Tijuca, RJ, por geoprocessamento. Rio de Janeiro. 2003. p. 288.

Tese (Doutrado em Geografia) - Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza (UFRRJ).

MENESES, P. R.; NETTO, J. S. M., Sensoriamento remoto: reflectância dos alvos naturais. Brasília, DF: UNB; Planaltina: Embrapa Cerrados, 2001. p.262.

METZGER, J. P. O que é ecologia da paisagem?. Biota Neotrópica, v. 1, n. 12, 2001. Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br/v1n12/pt/abstract?tematic-review+bn00701122001>>. Acesso em 12 jan. 2006.

METZGER, J. P. Estrutura da Paisagem: o uso adequado de métricas. In: Cullen Jr, L.; Pádua, C. V.; Rudran, R. Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre. Curitiba: Ed. Da UFPR; Fundação o Boticário de proteção a natureza, 2004. p. 667.

MORELLI, A. F. Identificação e transformação das unidades da paisagem no município de São José dos Campos (SP) de 1500 a 2000. São Paulo: Rio claro. 2002. p.437. Tese (Doutorado em Geociências) - Universidade Estadual Paulista (UNESP).

MOURA, A. C. M.; XAVIER-DA-SILVA, J. Geoprocessamento aplicado à caracterização e planejamento urbano de Ouro Preto-MG. In: ZAIDAN, R. T.; XAVIER-DA-SILVA, J. Geoprocessamento e análise ambiental: Aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 2004. p.217-258.

PEREIRA JUNIOR, E. R. *et al.* Geoprocessamento aplicado à fiscalização de áreas de proteção legal: O caso do Município de Linhares-Es. In: ZAIDAN, R. T.; XAVIER-DA-SILVA, J. Geoprocessamento e análise ambiental: Aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 2004. p.115-141.

ROCHA, C. H. B. *et. al.* Geoprocessamento aplicado à seleção de locais para a implantação de aterros sanitários: O caso de Mangaratiba. In: ZAIDAN, R. T.; XAVIER-DA-SILVA, J. Geoprocessamento e análise ambiental: Aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 2004. p.259-299.

VEIGA, T. C.; XAVIER-DA-SILVA, J. Geoprocessamento aplicado à identificação de áreas potenciais para a atividade

turística: O caso do Município de Macaé-RJ. In: ZAIDAN, R. T.; XAVIER-DA-SILVA, J. Geoprocessamento e análise ambiental: Aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 2004. p.179-215.

XAVIER-DA-SILVA, J.; CARVALHO FILHO, L.M. Sistema de Informação geográfica: uma proposta metodológica. Anais da IV Conferência Latino-americana sobre Sistemas de Informação Geográfica. 2º Simpósio Brasileiro de Geoprocessamento. São Paulo. Edusp. 1993. p. 609-628.

_____; _____. Sistema de Informação geográfica: uma proposta metodológica. In: Análise Ambiental: Estratégias e Ações - UNESP. Rio Claro/SP. 1995. p.329-344.

XAVIER-DA-SILVA, J. Geoprocessamento para análise ambiental. Rio de Janeiro, 2001. p. 228.

ZAIDAN, R. T.; XAVIER-DA-SILVA, J. Geoprocessamento aplicado ao zoneamento de áreas com necessidade de proteção: o caso do Parque Estadual do Ibitipoca-MG. In: ZAIDAN, R. T.; XAVIER-DA-SILVA, J. Geoprocessamento e análise ambiental: Aplicações. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 2004. p.31-65.

ZAÚ, A. S. fragmentação da Mata Atlântica: Aspectos Teóricos. Floresta e Ambiente. Vol. 5(1):160-170, jan./dez.1998.

Anexo 1 – Conteúdo do CD em anexo.

Conteúdo do CD em anexo

❖ Softwares

- SAGA/UFRJ - Instalador
- FRAGSTATS - Instalador

❖ Arquivos

- Mapa Básico da Bacia do Rio Guandu, para ser utilizado com o software SAGA/UFRJ.
- Resultado das planimetrias
- Resultado das Assinaturas
- Resultado das avaliações (Arquivo com as notas e pesos)
- Mapa de vegetação em formato ASCII, para ser utilizado com o software FRAGSTATS.
- Apresentação da Monografia em formato PDF.

Anexo 2 - Quadro com os pesos e notas utilizados na avaliação de Fatores Antrópicos.

Temas que fizeram parte desta Avaliação:

Arquivo	Peso	Título	Autor
Avaliação 1 Proximidades.rs2	40	Proximidades para ref...	LGA-UFRRJ
Ocupação 2005 limpeza.rst	60		

Proximidades para reflorestamento

Arquivo: Avaliação 1 Proximidades.rs2

Autor	Data	Resolução	Peso
LGA-UFRRJ	3/3/7	25	40

Categ.	Legendas	Notas
1	Nota 1	1
2	Nota 2	2
3	Nota 3	3
4	Nota 4	4
5	Nota 5	5
6	Nota 6	6
7	Nota 7	7
8	Nota 8	8
9	Nota 9	9
10	Nota 10	10
11	Rede Viária	BLOQUEADA
12	Rio Guandu	BLOQUEADA
13	Drenagem	BLOQUEADA
14	Lago	BLOQUEADA
15	Oceano Atlântico	BLOQUEADA
16	Área Fora de Análise	BLOQUEADA
17	Áreas Urbanas/em Urbanização	BLOQUEADA
18	Instalações Especiais	BLOQUEADA
19	Area institucional e Flona Mario Xavier	BLOQUEADA

Arquivo: Ocupação 2005 limpeza.rst

Autor	Data	Resolução	Peso
	0/0/0	25	60

Categ.	Legendas	Notas
0	Mata Atlântica	10
1	Floresta Economica	3
2	Floresta de Restinga Inundável	10
3	Complexo Florestal Inundada	10
4	Floresta Associada a Dunas	10
5	Mangue	10
6	Vegetação arbustiva fechada pos praia	10
7	Formação Arbustiva Aberta de Ericaceae	10
8	Formacao Arbustiva Aberta de Moitas	10
9	Vegetação Herbacea-Arbustiva	10
10	Vegetação Herbácea	10
11	Vegetacao Higrofitas	10
12	Pastagem	5
13	Capoeira	6
14	Sítios Rurais	3

15	Cultivo	1
16	Áreas Urbanas/em Urbanização	0
17	Área Industrial	0
18	Área Portuária	0
19	Area Institucional	BLOQUEADA
20	Linha de Costa	BLOQUEADA
21	Area de Lazer	5
22	Afloramento de Rocha	0
23	Pedreira	0
24	Extratativismo Mineral	0
25	Solo Exposto	4
26	Aterro	4
27	Adutora	BLOQUEADA
28	Aqueduto	BLOQUEADA
29	Dique	BLOQUEADA
31	Torres	BLOQUEADA
33	Campo de Pouso Atual	BLOQUEADA
34	Campo de Pouso Desativado	7
35	Campo de Pouso de Emergencia	BLOQUEADA
36	Lago	BLOQUEADA
37	Área Fora	BLOQUEADA
38	apagar	BLOQUEADA
40	Ilhas	BLOQUEADA
41	Rio Guandu	BLOQUEADA
42	Drenagem	BLOQUEADA
43	Auto Estrada	BLOQUEADA
44	Estrada Pavimentada	BLOQUEADA
45	Estrada não Pavimentada	BLOQUEADA
48	Ferrovia	BLOQUEADA
49	Ferrovia Desativada	BLOQUEADA
50	Oceano Atlântico	BLOQUEADA
51	Praia	BLOQUEADA

Anexo 3 - Quadro com os pesos e notas utilizados para a avaliação de Fatores Naturais.

Temas que fizeram parte desta Avaliação:

Arquivo	Peso	Título	Autor
Altitude Limpeza.rst	20		
Declividade Acabamento Final.rst	20		
Geomorfologia_limpeza.rst	40	s	LGA
Litologia limpeza.rst	20		

Arquivo:	Altitude Limpeza.rst	Data	Resolução	Peso
Autor		0/0/0	25	20

Categ.	Legendas	Notas
0	0 - 20m	2
1	0 - 40m	2
2	20 - 40m	3
3	40 - 80m	3
4	80 - 120m	4
5	120 - 160m	4
6	120 - 200m	4
7	160 - 200m	4
8	200 - 240m	4
9	200 - 300m	5
10	200 - 320m	5
11	240 - 280m	5
12	280 - 320m	5
13	300 - 400m	5
14	320 - 360m	5
15	320 - 400m	5
16	360 - 400m	6
17	400 - 440m	6
18	400 - 500m	6
19	400 - 520m	6
20	440 - 480m	6
21	480 - 520m	6
22	500 - 600m	7
23	520 - 560m	7
24	520 - 600m	7
25	560 - 600m	7
26	600 - 640m	7
27	600 - 700m	7
28	600 - 720m	7
29	640 - 680m	7
30	700 - 800 m	8
31	720 - 800m	8
32	800 - 900m	8
33	800 - 920m	8
34	900 - 1000m	9
35	920 - 1400m	9
36	1000 - 1100m	10
37	1100 - 1200m	10
38	1200 - 1300m	10
39	1300 - 1400m	10
40	1400 - 1500m	10
41	> 1500m	10

42	Caminhos e Trilhas	BLOQUEADA
43	Drenagem	BLOQUEADA
44	Oceano Atlântico	BLOQUEADA
45	Rio Guandu	BLOQUEADA
46	Rodovia Pista Dupla	BLOQUEADA
47	Rodovia Simples não Pavimentada	BLOQUEADA
48	Rodovia Simples Pavimentada	BLOQUEADA
49	Área Fora e Análise	BLOQUEADA

Arquivo: Declividade Acabamento Final.rst
 Autor Data Resolução Peso
 0/0/0 25 20

Categ.	Legendas	Notas
0	0-2,5%	2
1	10-20%	4
2	2,5-5%	2
3	20-40%	4
4	40-60%	5
5	5-10%	2
6	60-80%	8
7	>40%	10
8	>60%	10
9	>80%	10
10	Cor 0	BLOQUEADA
11	Cor 12171705	BLOQUEADA
12	Cor 13287797	BLOQUEADA
14	Lagos	BLOQUEADA
18	Oceano Atlântico	BLOQUEADA
19	Área Fora de Análise	BLOQUEADA

s

Arquivo: Geomorfologia_limpeza.rst
 Autor Data Resolução Peso
 LGA 21/7/10 25 40

Categ.	Legendas	Notas
0	Área Fora de Análise	BLOQUEADA
4	Aterro	BLOQUEADA
6	Cor 0	BLOQUEADA
7	Cor 255	BLOQUEADA
15	Limite	BLOQUEADA
16	Ilha	BLOQUEADA
17	Oceano Atlantico	BLOQUEADA
18	Oceano Atlântico Final	BLOQUEADA
24	Interfluvio Estrutural	10
25	Topo Estrutural	10
26	Borda Dissecada de Planalto Estrutural	10
27	Patamar Dissecado Colinas Vales Estrut.	10
28	Reverso de Planalto Dissecado	10
29	Encosta estrutural Dissecada	10
30	Encostas Dissecadas de Maciço Alcalino	10
31	Encosta Estrutural Costeira	10
32	Encosta Dissecada de Vale Estrutural	10
33	Escarpa Falhada	10
34	Encosta de Talus	8
35	Colina Estrutural	8
36	Depressao Assoreada	4
37	Alveolo Estrutural	6
38	Colina Aplainada	6

39	Costões Rochosos	0
40	Colina Isolada	10
41	Colinas isoladas ilhas estruturais	10
42	Rampa de Coluvio	3
43	Terraço coluvio Aluvionar	3
44	Terraço Colúvio-Aluvionar de Vale Estrutural	3
45	Terraço Marinho Coluvionar	3
46	Planície Aluvionar de Cobertura	3
47	Terraço Fluvial	4
48	Terracos e Varzeas Fluviais	2
49	Várzea Fluvial	2
50	Planície Flúvio Marinho Deltaica	2
51	Terraço Fluvio-Marinho	8
52	Planície Flúvio Marinho	8
53	Terraço Marinho	8
54	Falseia Fossil/Rever. Colin. e Estrutural	BLOQUEADA
55	Falésia Erosiva/Rev. Colin. Estrutural	0
56	Plataforma de Abrasão	0
57	Cordoes Arenosos Atuais	10
58	Cordoes Arenosos Subatuais	10
59	Feixe de Cristas Arenosas	10
60	Residuais de Paleo Canais de Arrombamento	10
61	Dunas	3
62	Calha de Vale Estrutural	10
63	Planície Flúvio Lacustre Deltaica	3
64	Depressão em Assoreamento	10
65	Depressões Assore. de Paleo Canais de Arrom.	10
66	Canal de Arrombamento Recente	10
67	Spit	0
68	Dique	BLOQUEADA
69	Praia Atual	BLOQUEADA
70	Praia de Baía	BLOQUEADA
71	Praia Oceanica	BLOQUEADA
72	Banco Arenoso	BLOQUEADA
73	Banco Fluvial	BLOQUEADA
74	áreas para apagar	BLOQUEADA

Arquivo: Litologia limpeza.rst

Autor	Data	Resolução	Peso
	0/0/0	25	20

Categ.	Legendas	Notas
0	Rochas Ortoderivadas	10
1	Rochas Paraderivadas	10
2	Granitos	10
3	Charnokito	10
4	Diques Básicos e Alcalinos	10
5	Depósito de Talus	8
6	Depósito Coluvio Aluvionar	3
7	Depósito Marinho Coluvionar	3
8	Depósito Flúvio Marinho	3
9	Depósito de Turfa	3
10	Depósito Orgânico	2
11	Depósito Sílico-Argiloso de Baía	0
12	Depósito Arenoso de Cordões Praiais	10
13	Depósito Arenoso de Cúspide	10
14	Depósito Arenoso Praial Oceânico	10
15	Dunas	3
26	Dique	BLOQUEADA
28	Oceano Atlântico	BLOQUEADA

29	Rio Guandu	BLOQUEADA
30	Rochas Básicas e Alcalinas	10
34	Àrea Fora de Análise	BLOQUEADA
35	apagar	BLOQUEADA

**Anexo 4 - Quadro com os pesos e notas utilizados na
avaliação das Áreas Potenciais para Reflorestamento.**

Temas que fizeram parte desta Avaliação:

Arquivo	Peso	Título	Autor
Avaliação 2 Fatores Antrópicos.rs250	25	Fatores Antrópicos	LGA-UFRJ
Avaliação 3 Fatores Naturais modificado.rs250	25	Avaliação 3 Fatores	LGA_UFRRJ

Fatores Antrópicos

Arquivo:	Data	Resolução	Peso
Avaliação 2 Fatores Antrópicos.rs2	3/3/7	25	50

Categ.	Legendas	Notas
1	Nota 1	1
2	Nota 2	2
3	Nota 3	3
4	Nota 4	4
5	Nota 5	5
6	Nota 6	6
7	Nota 7	7
8	Nota 8	8
9	Nota 9	9
10	Nota 10	10
11	Rede Viária	BLOQUEADA
12	Rio Guandu	BLOQUEADA
13	Drenagem	BLOQUEADA
14	Lago	BLOQUEADA
15	Oceano Atlântico	BLOQUEADA
16	Área Fora de Análise	BLOQUEADA
17	Áreas Urbanas/em Urbanização	BLOQUEADA
18	Instalações Especiais	BLOQUEADA
19	Area institucional e Flona Mario Xavier	BLOQUEADA
21	Linha de Costa	BLOQUEADA
26	Campo de Pouso Atual	BLOQUEADA
27	Campo de Pouso de Emergencia	BLOQUEADA
28	Área Fora	BLOQUEADA
29	apagar	BLOQUEADA
30	Ilhas	BLOQUEADA
32	Estrada Pavimentada	BLOQUEADA
33	Estrada não Pavimentada	BLOQUEADA
35	Ferrovia Desativada	BLOQUEADA
36	Praia	BLOQUEADA

Avaliação 3 Fatores Naturais

Arquivo:	Data	Resolução	Peso
Avaliação 3 Fatores Naturais modificado.rs2	3/3/7	25	50

Categ.	Legendas	Notas
0	Nota 5	5
1	Nota 1	1
2	Nota 2	2

3	Nota 3	3
4	Nota 4	4
5	Áreas Urbanas/em Urbanização	BLOQUEADA
6	Nota 6	6
7	Nota 7	7
8	Nota 8	8
9	Nota 9	9
10	Nota 10	10
11	Caminhos e Trilhas	BLOQUEADA
12	Drenagem	BLOQUEADA
13	Oceano Atlântico	BLOQUEADA
14	Rio Guandu	BLOQUEADA
15	Rodovia Pista Dupla	BLOQUEADA
16	Rodovia Simples não Pavimentada	BLOQUEADA
17	Rodovia Simples Pavimentada	BLOQUEADA
18	Área Fora e Análise	BLOQUEADA
19	Cor 0	BLOQUEADA
22	Lagos	BLOQUEADA
23	Área Fora de Análise	BLOQUEADA
24	Aterro	BLOQUEADA
25	Cor 255	BLOQUEADA
28	Oceano Atlantico	BLOQUEADA
29	Oceano Atlântico Final	BLOQUEADA
30	Falseia Fossil/Rever. Colin. e Estrutural	BLOQUEADA
31	Dique	BLOQUEADA
32	Praia Atual	BLOQUEADA
33	Praia de Baia	BLOQUEADA
34	Praia Oceanica	BLOQUEADA
35	Banco Arenoso	BLOQUEADA
36	Banco Fluvial	BLOQUEADA
38	Àrea Fora de Análise	BLOQUEADA