

ÍNDICE DE QUALIDADE DOS MUNICÍPIOS – VERDE (IQM-VERDE)

Waldir Rugero Peres
Antônio Carlos Ponce de León
Ione Salomão Rahy

INTRODUÇÃO

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. Por exemplo: a identificação de Corredores Prioritários para a Interligação de Fragmentos Florestais (CPIF) a serem aqui apresentados, juntamente com o Índice de Qualidade de Uso do Solo e da Cobertura Vegetal (IQUS), no caso específico do Estado do Rio de Janeiro, constituem ferramentas de suporte para a gestão ambiental do território fluminense, refletindo 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 propicia a construção de cenários. As instituições precisam elaborar planos de gestão ambiental que possuam uma alta aderência com 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. Neste trabalho, procura-se defender uma opção metodológica ajustada às possibilidades de atuação das instituições de planejamento e gestão territorial.

A FRAGMENTAÇÃO

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, restringindo-se, hoje, a cerca de 17% apenas. O Gráfico anexo ilustra as frações dos diversos tipos de uso do solo do Estado. O reflorestamento se impõe. Um problema surge, então: *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;
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);
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 & Pearson, 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 conseqüências esperadas com o aumento das pressões das formações antrópicas sobre os fragmentos dos remanescentes nativos.

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, neste trabalho, corredores. 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.

Como pode ser observado na Tabela “ Percentual das áreas, por tipo de uso do solo, segundo os municípios. Estado do Rio de Janeiro- 1994-1995”, anexa, alguns municípios fluminenses não possuem mais fragmentos florestais, não apresentando possibilidades matemáticas ou geométricas de geração de corredores. Deste modo, a construção de um Índice de Qualidade de Uso do Solo e da Cobertura Vegetal (IQUS) é importante para a identificação dos perfis de uso e ocupação das diferentes porções do território. Este Índice foi concebido como uma ferramenta auxiliar capaz de orientar estratégias de reflorestamento diferentes das

adotadas para os corredores, adaptadas às singularidades locais e, ao mesmo tempo, harmonizadas com uma política estadual de reflorestamento.

OBJETIVOS

Os principais objetivos deste trabalho são:

- (a) desenvolver um método para indicar, com o uso do geoprocessamento, os corredores prioritários para a interligação de fragmentos florestais;
- (b) criar um índice de uso do solo e cobertura vegetal que sirva como um instrumento de planejamento e gestão territorial, que seja uma ferramenta para o monitoramento de remanescentes vegetais, servindo de guia para políticas públicas, podendo ser incluída, por exemplo, num modelo de cálculo de repasse de impostos, como o ICMS – Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços.

Conseqüentemente, alguns objetivos secundários se apresentam:

- (a) sugerir uma definição de corredor, harmonizada com as técnicas de geoprocessamento e que faça sentido sob os pontos de vista geométrico e ecológico;
- (b) mapear os corredores existentes no Estado do Rio de Janeiro;
- (c) indicar e quantificar as áreas a serem reflorestadas prioritariamente;

Índice de Qualidade de Uso do Solo e da Cobertura Vegetal - IQUS

O Índice de Qualidade de Uso do Solo e da Cobertura Vegetal (IQUS) é composto por um conjunto de indicadores, com os quais se pretende realizar um diagnóstico amplo da qualidade ambiental dos municípios do Estado do Rio de Janeiro. A escolha desta abordagem mais geral é pertinente, pois permite formas alternativas de classificação dos municípios do Estado, em relação a seus perfis de ocupação do solo, ao invés de uma única classificação que, inevitavelmente, introduziria distorções indesejadas em função da complexidade do tema. Os perfis municipais básicos foram definidos pelos percentuais dos territórios municipais ocupados por florestas ombrófilas, vegetação secundária, áreas urbanas, pastagens e outros usos.

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, no ano base de 1994. 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 do IQUS.

Resultados da análise exploratória dos dados

As principais características (estatísticas descritivas) das variáveis agregadas em seis grandes categorias de uso do solo e cobertura vegetal são apresentadas, a seguir, 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 das formações naturais.

Tabela 1 - Estatísticas descritivas dos percentuais de uso do solo e cobertura vegetal
Estado do Rio de Janeiro – 1994

Categoria	Média Aritmética	Desvio-padrão	Mediana	Máximo	Coef. de Variação
Formações originais	18,38	22,23	8,69	90,45	1,21
Vegetação secundária	18,54	12,93	14,81	55,21	0,70
Áreas urbanas	7,51	14,92	1,26	91,13	1,99
Áreas degradadas	1,44	3,41	0,13	16,53	2,37
Áreas agrícolas	4,66	10,9	0,56	65,36	2,34
Pastagem	49,46	27,55	55,03	94,08	0,56

Nota: Dados originais obtidos no Mapeamento Digital

Como pode ser verificado na Tabela 1, 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 urbanas", 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"), conforme se pode observar na tabela "Percentual das áreas, por tipo de uso do solo, segundo os municípios. Estado do Rio de Janeiro – 1994-1995", em anexo.

Normalmente, faz-se o uso de técnicas de correlação entre duas variáveis, utilizando-se o coeficiente de correlação de Pearson, usualmente denotado pela letra grega ρ , 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. Neste estudo, existem ao todo quinze pares distintos de variáveis, para os quais os coeficientes de correlação estão listados na Tabela 2.

Tabela 2- Matriz de correlação dos tipos de uso do solo e cobertura vegetal para os municípios
Estado do Rio de Janeiro –1995

	Vegetação Secundária	Áreas Urbanas	Áreas Degradadas	Áreas Agrícolas	Pastagem
Formações originais	-0,2446	-	0,0654	0,1208	-0,6768
Vegetação secundária		0,1324	-	-	-0,1011
Áreas urbanas			0,0238	0,3531	-
Áreas degradadas				0,0873	-0,4394
Áreas agrícolas					-0,4771
Pastagem				0,0341	
					-0,2761

Nota: Dados originais obtidos no Mapeamento Digital

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 com o 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.

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.

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 2. 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”.

Resultados da análise de componentes principais

Para obter os cinco componentes principais, utilizou-se, como fonte de informação, a matriz de correlação dos dados agregados em seis categorias. A composição de cada índice, em função das seis variáveis originais, está descrita na Tabela 3.

Tabela 3 - Composição de cada índice de qualidade de uso do solo e cobertura vegetal
Estado do Rio de Janeiro - 1995

Variável	Índice 1 “Rodeio”	Índice 2 “Rural”	Índice 3 “Nativo”	Índice 4 “Verde”	Índice 5 “Metrópole”
Pastagem	-0,6283	0,072	0,296	-0,1928	0,2166
Vegetação secundária	-0,0948	0,466	-	0,5533	-0,0313
Áreas agrícolas	0,1750	-	0,360	0,7153	0,0396
Formações originais	0,3887	-	-	-0,3692	0,0089
Área urbana	0,4245	0,428	0,388	-0,0901	-0,5932
Áreas degradadas	0,4841	0,358	0,177	-0,0251	0,7737

Nota: Dados originais obtidos no Mapeamento Digital

No Índice 1, “Rodeio”, 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.

O índice 2, “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 Índice 3, “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.

Os Índices 4 (Nativo) e 5 (Metrópole) contribuem muito pouco para a variabilidade total, respectivamente, 12,52% e 7,26%. O primeiro estabelece 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 índice 5 (Metrópole) está significativamente relacionado à área metropolitana, onde 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.

RESULTADOS DA ANÁLISE DE AGRUPAMENTOS (AC)

A análise de agrupamentos foi realizada com base nos dados originais de uso e ocupação do solo descritos anteriormente. O método de análise adotado foi o hierárquico, no qual, em cada estágio, os agrupamentos são formados pela união de agrupamentos menores. Os municípios foram classificados em treze agrupamentos (ver Quadro 1), uma vez que, em números menores, formavam-se grandes agrupamentos, dificultando a análise. A lista completa de agrupamentos e respectivos municípios pode ser encontrada no Quadro 1, cuja representação espacial encontra-se no mapa “Índice de Qualidade de Uso do Solo e da Cobertura Vegetal – IQUS, anexo.

**Quadro 1 – Agrupamentos de municípios com base nas categorias originais de uso do solo e cobertura vegetal
Rio de Janeiro – 1995**

Clu	Índice	Núme
-----	--------	------

Cluster	Característica	Número de municípios	Municípios
A	Rodeio	40	Aperibé, Araruama, Barra Mansa, Barra do Piraí, Bom Jardim, Bom Jesus do Itabapoana, Cambuci, Cantagalo, Cardoso Moreira, Carmo, Comendador Levy Gasparian, Cordeiro, Duas Barras, Italva, Itaocara, Itaperuna, Laje do Muriaé, Macuco, Mendes, Miracema, Natividade, Paraíba do Sul, Paty do Alferes, Pinheiral, Piraí, Porciúncula, Porto Real, Quatis, Rio das Flores, Rio das Ostras, Santo Antônio de Pádua, São Fidélis, São José de Ubá, São Pedro da Aldeia, São Sebastião do Alto, Seropédica, Três Rios, Valença, Varre-Sai, Vassouras
B	Rodeio Verde	3	Areal, Sapucaia, Sumidouro
C	Rodeio Nativo	10	Carapebus, Casimiro de Abreu, Conceição de Macabu, Macaé, Paracambi, Resende, Silva Jardim, Santa Maria Madalena, Saquarema, Trajano de Moraes
D	Rodeio	4	Angra dos Reis, Mangaratiba, Parati, São João da Barra
E	Rodeio Verde / Metrôpo-le	6	Cachoeiras de Macacu, Duque de Caxias, Guapimirim, Magé, Maricá, Nova Iguaçu
F	Rodeio	6	Engenheiro Paulo de Frontin, Itaguaí, Miguel Pereira, Rio Bonito, São José do Vale do Rio Preto, Tanguá
G	Rodeio Metrôpo-le	5	Iguaba Grande, Itaboraí, Japeri, Queimados, Volta Redonda
H	Rodeio Nativo Verde	3	Armação dos Búzios, Itatiaia, Rio Claro
I	Rodeio Verde	4	Arraial do Cabo, Nova Friburgo, Petrópolis, Teresópolis
J	Rodeio Metrôpo-le	4	Belford Roxo, Niterói, Rio de Janeiro, São Gonçalo
L	Rodeio Rural	4	Cabo Frio, Campos dos Goytacazes, Quissamã, São Francisco de Itabapoana
M	Rodeio Metrôpo-le	1	Nilópolis
N	Rodeio Metrôpo-le	1	São João de Meriti

Na descrição das características dos agrupamentos formados, utilizam-se as letras gregas χ , para a média aritmética, e σ , para o desvio-padrão.

A análise relativa às variáveis originais produziu o maior agrupamento, formado por 40 municípios. Este agrupamento de municípios (A) tem como característica principal um grande percentual médio de "Pastagem" em seus territórios ($\chi=74,04\%$; $\sigma=10,90$), seguido por uma razoável cobertura de "Vegetação secundária" ($\chi=31,13\%$; $\sigma=10,76$).

O segundo agrupamento (B) apresenta áreas razoavelmente grandes de "Pastagem" ($\chi=40,83\%$; $\sigma=8,38$), mas, ao contrário dos municípios do agrupamento A, possuem percentuais bem maiores de áreas de "Vegetação secundária" ($\chi=52,83\%$; $\sigma=2,05$).

O terceiro agrupamento (C) também apresenta um grande percentual médio de áreas de pastagens ($\chi=53,57\%$; $\sigma=7,55$), mas difere de A e de B por possuir uma área percentual média razoavelmente grande de “Formações originais” ($\chi=29,78\%$; $\sigma=5,91$).

O agrupamento D é o mais notável, do ponto de vista ecológico. Nele, a área “nativa” percentual média é igual a 83,13% ($\sigma=5,42$). Este agrupamento concentra os últimos grandes estoques de formações florestais densas e de vegetação de restinga do Estado, pouco fragmentadas.

Ni agrupamento E, as principais características são a predominância de áreas de “Formações originais” ($\chi=40,25\%$; $\sigma=7,62$), seguidas por um padrão levemente homogêneo de áreas de “Vegetação secundária” ($\chi=15,70\%$; $\sigma=2,51$), “urbanas” ($\chi=13,70\%$; $\sigma=9,06$) e “Pastagem” ($\chi=15,32\%$; $\sigma=6,39$). O perfil deste agrupamento, portanto, difere dos anteriores, principalmente pela presença significativa de todos os tipos de uso do solo e cobertura vegetal, o que poderia ser interpretado como um indicador da influência exercida pelas áreas vizinhas, cujos perfis são bem distintos (áreas eminentemente urbanas, a leste; florestas, a oeste, e pastagens, ao norte).

O perfil observado no agrupamento F é basicamente composto por “Pastagem” ($\chi=39,33\%$; $\sigma=2,67$), “Vegetação secundária” ($\chi=30,92\%$; $\sigma=6,89$) e “Formações originais” ($\chi=22,67\%$; $\sigma=7,66$), nesta ordem de importância.

O agrupamento G apresenta um perfil bem definido, dominado por “Pastagem” ($\chi=53,94\%$; $\sigma=12,24$), “Áreas urbanas” ($\chi=27,30\%$; $\sigma=7,18$) e “Vegetação secundária” ($\chi=10,32\%$; $\sigma=2,53$).

No oitavo agrupamento (H), predominam regiões de “Formações originais” ($\chi=53,17\%$; $\sigma=9,27$), seguidas por regiões de “Pastagem” ($\chi=34,03\%$; $\sigma=8,76$) e “Vegetação secundária” ($\chi=9,47\%$; $\sigma=3,87$), enquanto os outros três tipos de uso do solo não têm presença significativa.

Nos municípios do nono agrupamento I, predominam “Formações originais” ($\chi=50,32\%$; $\sigma=13,75$), “Vegetação secundária” ($\chi=33,18\%$; $\sigma=6,64$) e “Pastagem” ($\chi=11,20\%$; $\sigma=7,81$).

Os quatro municípios do agrupamento J têm predominância de “Áreas urbanas” ($\chi=43,40\%$; $\sigma=5,86$), com algumas áreas de “Vegetação secundária” ($\chi=23,55\%$; $\sigma=1,64$), “Formações originais” ($\chi=13,93\%$; $\sigma=12,34$) e “Áreas degradadas” ($\chi=10,20\%$; $\sigma=6,69$).

O agrupamento L compõe o grupo de municípios fortemente agrícolas do Estado ($\chi=49,00\%$; $\sigma=12,41$), com algumas “Formações originais” ($\chi=25,70\%$; $\sigma=11,15$) e “Pastagem” ($\chi=19,80\%$; $\sigma=7,71$).

Finalmente, os agrupamentos M e N são compostos por apenas um município cada, respectivamente Nilópolis e São João de Meriti. Estes Municípios podem ser considerados atípicos, no sentido de que seus perfis são únicos, quando comparados, cada um, com os outros 90 municípios. Nilópolis é praticamente dividido em duas partes iguais, uma urbana, cobrindo 54% do território, e outra de “Vegetação secundária”, responsável por 45,30% do território (Campo de Gericinó). Por outro lado, o Município de São João de Meriti é praticamente todo ocupado por “Áreas urbanas” (91%), restando apenas 9% de “Áreas degradadas”.

Identificação de corredores prioritários para a interligação de fragmentos florestais (CPIF)

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;

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;
3. distância entre as bordas dos fragmentos, ou seja, quanto maior esta distância, menores são as possibilidades ecológicas e econômicas de conexão;
4. barreiras entre os fragmentos, que se relacionam às características atuais de uso do solo entre os fragmentos.

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 rugosidade de uma barreira, por sua vez, é dada pela reversibilidade de uso de uma determinada feição. Em outras palavras, uma rugosidade 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 rugosidade 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 é a de Gulink, Walpot e Janssens (199?), que propõem usar o seguinte índice:

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

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 (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, 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 e Pearson (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 (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 91 municípios fluminenses. Automaticamente, o software ArcView[®] totaliza as áreas, determina o perímetro e calcula o centróide de cada polígono. Assim, é relativamente simples calcular os índices propostos por Gulink (op. cit., 199?) e Pearson (op. cit., 1997).

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[®], gerou uma série de dados que foram retrabalhados diversas vezes, por diferentes *softwares*. O ArcView[®] 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[®], o ACCESS[®] e o SAS[®], 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.
- (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. 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. Numa representação computacional, os polígonos das manchas de uso do solo e cobertura vegetal são representados por conjuntos de pontos de coordenadas x,y, 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 (ID_A), o corredor gerado entre A e B passa a ser um atributo relacionado tanto ao ID_A como ao ID_B . 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) terceiro está relacionado com o espírito da Agenda 21, ou seja, busca-se representar corredores adequados à realidade dos municípios fluminenses;
- (d) quarto está relacionado ao tamanho dos municípios. Sabendo-se que a área média por município é de 472 km², 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 km², 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.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

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. Como exemplo, observe-se, em anexo, o mapa de um dos noventa e um municípios do Estado, com seus respectivos "buffers". O "buffer" representa a área cujo perímetro inscreve um ou mais corredores. Neste trabalho, sua largura é de 100 metros, dos quais 50 metros são medidos de cada lado do corredor.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudos realizados para o cálculo do IQUS e a identificação dos Corredores Prioritários para a Interligação de Fragmentos Florestais, além de atenderem aos objetivos propostos, possibilitam uma série de desdobramentos. Um deles está ligado aos dados do Censo Agropecuário do Estado do Rio de Janeiro de 1995 – 1996, que apontam algumas tendências relacionadas a um fenômeno denominado urbanização do meio rural. As principais características deste processo são apresentadas abaixo:

1. redução de 41,18% do número de estabelecimentos: 91,3 mil em 1985 para 53,7 mil, em 1996;
2. redução de 25,98% da área dos estabelecimentos: 3.264 mil hectares, em 1995, para 2.416 mil hectares, em 1996;
3. redução de 46,08% da área plantada de lavouras: 625.000 hectares, em 1985, para 337.000, em 1995;
4. redução de 12,06% das pastagens: 1.757.106 hectares, em 1985, para 1.545.123, em 1995. Entretanto, as pastagens plantadas tiveram um acréscimo de 101,77%,

totalizando, em 1995, cerca de 644.093 hectares, enquanto as pastagens naturais recuaram em 37,34%, totalizando 901.030 hectares no mesmo período.

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. A princípio, cerca de 499.983 hectares passam a estar disponíveis para outros usos não relacionados com a criação de animais ou com culturas. A necessidade de recuperação ambiental passa a ser reforçada a partir do momento em que os dados apontam para a retração da área utilizada no campo, no período compreendido entre 1985 e 1995.

Por outro lado, como as informações dos censos agropecuários não são georreferenciadas, não se pode afirmar que as atuais áreas de pastos plantados e áreas agrícolas não estejam sendo realizadas sobre solos que abrigavam florestas. Passa então a ser fundamental o georreferenciamento das informações referentes ao uso do solo e cobertura vegetal. As informações dos censos agropecuários poderiam ser então confrontadas com as análises desenvolvidas neste trabalho, permitindo assim a identificação dos remanescentes florestais que estariam mais ou menos suscetíveis às retrações e avanços dos pastos e áreas cultivadas.

Outra linha de trabalho, que pode ser desenvolvida a partir das análises aqui apresentadas, está relacionada com a identificação de caminhos críticos e caminhos ótimos. O caminho ótimo, por exemplo, é aquele que, ao unir dois pontos quaisquer (no presente caso, seriam duas determinadas localidades do Estado do Rio de Janeiro), corta o menor número de corredores prioritários para a interligação de fragmentos florestais e não secciona fragmentos florestais remanescentes. O caminho crítico seria o oposto. No presente caso, caminhos críticos atravessariam inúmeros corredores e seccionariam remanescentes florestais. Estas aplicações podem ser utilizadas em estudos de implantação de estradas, gasodutos, oleodutos, linhas de transmissão etc., orientando o planejamento ambiental destas obras.

Uma terceira linha de trabalho refere-se aos planos de reflorestamento estaduais, regionais ou municipais, que estariam orientados pelos indicadores apresentados ao longo do trabalho. Diferentes estratégias seriam desenvolvidas segundo as tipologias de uso do solo e cobertura vegetal encontradas (Rodeio, Rural, Metrópole, Verde e Nativo). Objetivos e metas de reflorestamento poderiam também estar apoiadas no número e tamanho de corredores formados em cada município.

Em uma segunda etapa do desenvolvimento dos indicadores de qualidade ambiental, podem-se levar em consideração, nas ACP e nos Agrupamentos, as distâncias entre os municípios, aqui entendidas como as distâncias geográficas entre os seus centróides.

Esta proposta de nova abordagem metodológica é justificada pelo fato de que municípios vizinhos tendem a ter perfis similares de uso e cobertura de solo. Sendo assim, as observações (dados sobre municípios) não podem ser consideradas de modo independente, exigindo-se novas investigações com a adoção de algum tipo de correção nos critérios e métodos de análise multivariada.

Finalmente, propõe-se construir matrizes de correlação espacial entre as variáveis e criar modelos de estatística espacial para explicar os padrões encontrados. Assim, pode-se escolher uma grade de distâncias em km (p. ex., 5, 10, 25, 50, 100 ..., 250) e calcular a correlação entre as variáveis de uso do solo e cobertura vegetal para os municípios, dentro do intervalo definido. Os elementos destas matrizes poderiam então ser modelados de acordo com um modelo do tipo ARIMA espacial ou algo similar.

BIBLIOGRAFIA

- BROKAW, Nicholas. Fragments past, present and future. *Trends in Ecology & Evolution*, Cambridge, v.13, n.10, oct. 1998.
- CANTWELL, M. D., FORMAN, R. T. T. Landscape graphs: ecological modeling with graph theory to detect configurations common to diverse landscapes. *Landscape Ecology*, [s. l.], v.8, n.4, p. 239-251, 1993.
- DANSEREAU, Pierre. *Biogeography: an ecological perspective*. New York: The Ronald Press, 1957.
- FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. *Atlas da evolução dos remanescentes florestais e ecossistemas associados do domínio da Mata Atlântica no período 1985-1990*. São Paulo: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1992/93.
- GOLFARI, L., MOOSMAYER, H. *Manual de reflorestamento do Estado do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro: Secretaria de Planejamento e Coordenação Geral, 1980.
- GUSTAFSON, E., GARDNER, R. The effect of landscape heterogeneity on the probability of patch colonization. *Ecology*. [s. l.], v.77, n.1, p. 94-107, 1996.
- HENEIN, K., MERRIAM, G. The elements of connectivity where corridor quality is variable. *Landscape Ecology*. [s. l.], n.4, p. 157-170, 1990.
- JONHSON, C. N. Species extinction and the relationship between distribution and abundance. *Nature*, v. 394, 16 jul. 1998.
- KEITT, T., URBAN, D., MILNE, B. Detecting critical scales in fragmented landscapes. *Conservation Ecology Online*, URL: <http://www.consecol.org/voli/iss/art4>, *Ecological Society of America*, 1997.
- MACARTHUR, R., WILSON, E. *The theory of island biogeography*. Princenton: Princenton University Press, 1967.
- MERRIAM, G. *Connectivity: a fundamental ecological characteristic of landscape pattern*. Proceedings of the first International seminar on methodology in landscape ecological research and planning. Roskilde: Roskilde Centre Book Company, v.1, cap.1, p. 5-16, 1984.
- WILLIAMS, Stephene E., PEARSON, Richard G. Historical rainforest contractions, localized extinctions and patterns of vertebrate endemism in the rain forests of Australia's wet tropics. *Proc. R. Soc. Lond.*, Londres, v. B, n. 264, p. 709-716, 1997.
- ZAU, A. Fragmentação da Mata Atlântica: aspectos teóricos. *Floresta e Ambiente*. Rio de Janeiro: UFRRJ, v.5, n.1, p. 160-171, 1998.

Figura 1

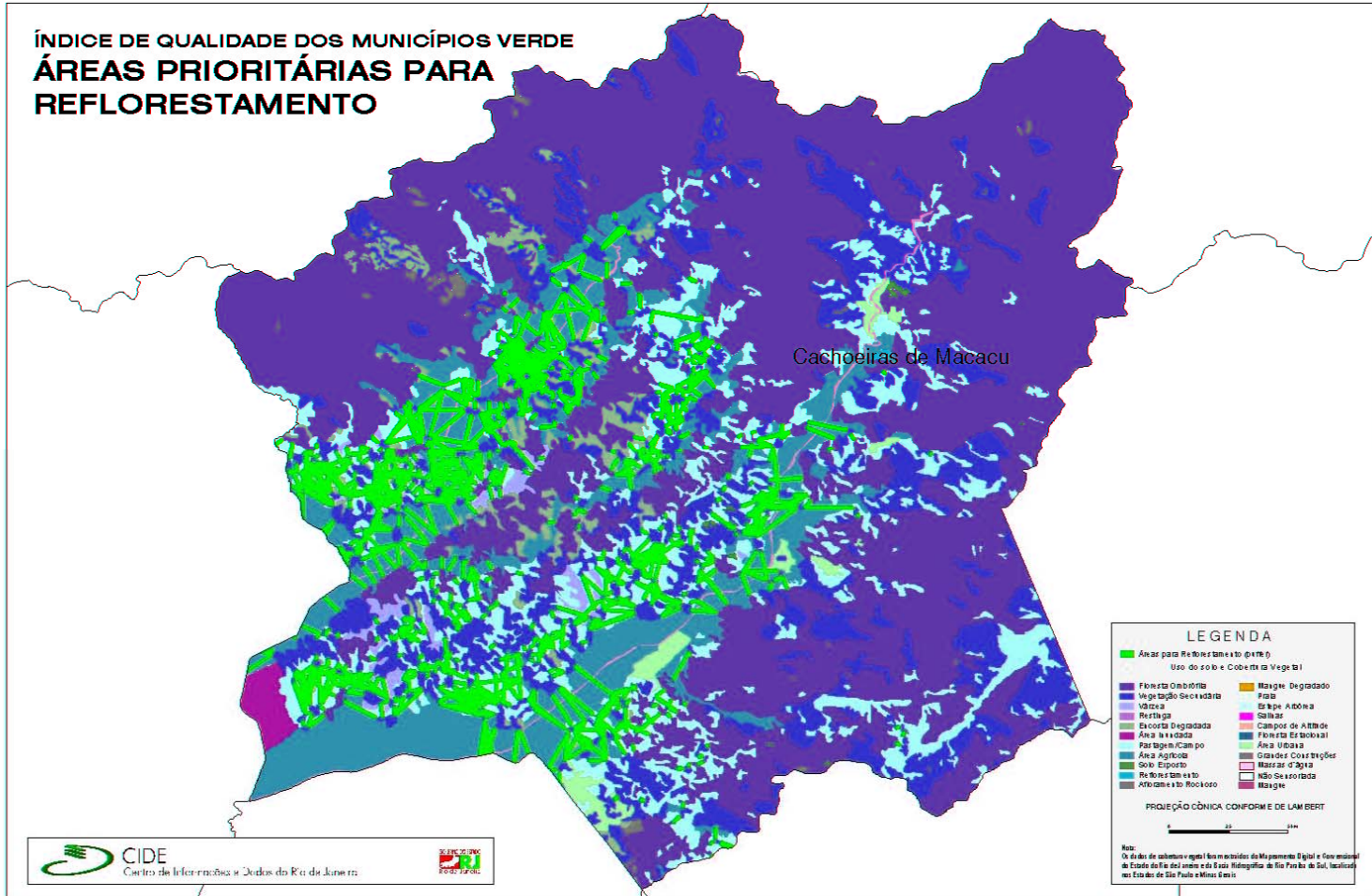
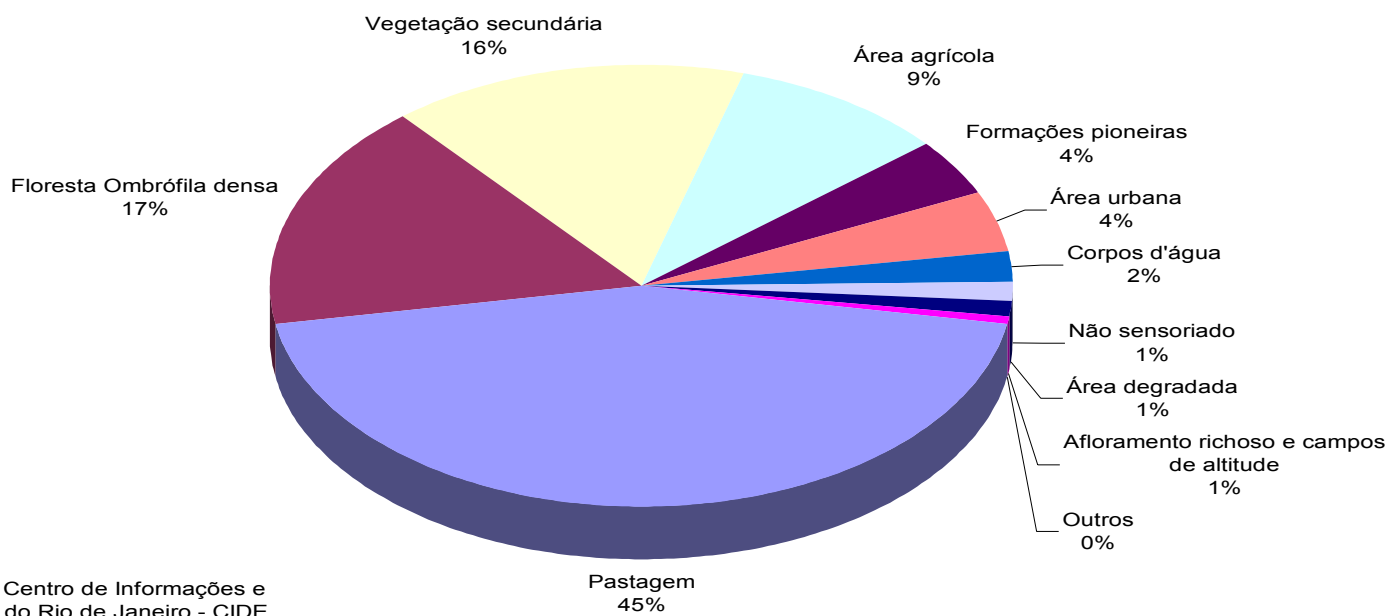


Figura 2

**Percentual da área, por tipo de uso do solo
Estado do Rio de Janeiro - 1994/1995**



Fonte: Centro de Informações e Dados do Rio de Janeiro - CIDE

Figura 3
Buffer por município
Estado do Rio de Janeiro - 1994/1995

Município	Custo de implantação estimado (R\$)	Área sugerida para reflorestamento (km ²)	Área sugerida para reflorestamento (ha)	Área sugerida para reflorestamento (m ²)
Estado	262.891.085	3.286	328.614	3.286.138.565
São Fidélis	16.142.124	201,8	20177,7	201.776.555
Valença	15.242.600	190,5	19053,3	190.532.505
Santo Antônio de Pádua	14.194.141	177,4	17742,7	177.426.765
Itaperuna	12.809.934	160,1	16012,4	160.124.177
Resende	8.757.464	109,5	10946,8	109.468.298
Cambuci	7.582.033	94,8	9477,5	94.775.408
Barra Mansa	7.454.256	93,2	9317,8	93.178.196
Cachoeiras de Macacu	7.213.628	90,2	9017,0	90.170.354
Miracema	7.139.974	89,2	8925,0	89.249.670
Piraí	6.790.974	84,9	8488,7	84.887.179
Macaé	6.708.574	83,9	8385,7	83.857.171
Campos dos Goytacazes	6.585.560	82,3	8232,0	82.319.500
Bom Jesus do Itabapoana	6.264.115	78,3	7830,1	78.301.441
Itaboraí	5.884.970	73,6	7356,2	73.562.129
Cantagalo	5.863.950	73,3	7329,9	73.299.381
Silva Jardim	5.458.065	68,2	6822,6	68.225.811
Cardoso Moreira	5.163.220	64,5	6454,0	64.540.245
Quatis	5.145.640	64,3	6432,0	64.320.497
Itaocara	4.971.213	62,1	6214,0	62.140.166
Porciúncula	4.926.914	61,6	6158,6	61.586.425
Natividade	4.925.693	61,6	6157,1	61.571.168
Barra do Piraí	4.433.278	55,4	5541,6	55.415.981
Vassouras	4.405.142	55,1	5506,4	55.064.272
Paraíba do Sul	4.287.283	53,6	5359,1	53.591.032
Rio Claro	4.287.090	53,6	5358,9	53.588.622
Laje do Muriaé	3.917.526	49,0	4896,9	48.969.071
Rio Bonito	3.758.740	47,0	4698,4	46.984.248
Rio das Flores		44,7	4469,4	

	3.575.507			44.693.839
Bom Jardim		37,6	3755,1	
	3.004.115			37.551.436
Italva		37,3	3727,2	
	2.981.763			37.272.042
Carmo		36,1	3605,3	
	2.884.222			36.052.770
Santa Maria Madalena		35,8	3581,1	
	2.864.903			35.811.286
Varre-Sai		35,2	3522,5	
	2.817.987			35.224.840
Araruama		34,5	3446,1	
	2.756.859			34.460.741
Trajano de Moraes		33,5	3351,3	
	2.681.011			33.512.643
Três Rios		33,0	3297,7	
	2.638.186			32.977.324
Guapimirim		29,9	2987,9	
	2.390.336			29.879.195
Casimiro de Abreu		29,4	2939,1	
	2.351.308			29.391.356
São Sebastião do Alto		28,3	2831,4	
	2.265.085			28.313.565
Paty do Alferes		24,8	2477,1	
	1.981.671			24.770.886
Duque de Caxias		24,4	2440,6	
	1.952.482			24.406.025
São José de Ubá		23,6	2355,4	
	1.884.358			23.554.473
Volta Redonda		22,5	2251,2	
	1.800.993			22.512.417
Duas Barras		21,8	2183,4	
	1.746.686			21.833.573
Saquarema		21,2	2119,9	
	1.695.948			21.199.351
Nova Iguaçu		20,9	2087,5	
	1.670.031			20.875.393
São Gonçalo		20,5	2054,3	
	1.643.479			20.543.488
Paracambi		19,6	1957,5	
	1.566.026			19.575.329
Seropédica		18,4	1840,9	
	1.472.694			18.408.672
Conceição de Macabu		16,5	1646,7	
	1.317.339			16.466.737
Itaguaí		16,0	1600,7	
	1.280.551			16.006.893
Tanguá		15,2	1517,8	
	1.214.262			15.178.274
Magé		14,6	1464,7	
	1.171.740			14.646.753
Rio de Janeiro		13,7	1371,2	
	1.096.985			13.712.314
Maricá		13,5	1354,9	
	1.083.924			13.549.051
Comendador Levy Gasparian		13,4	1339,5	
	1.071.578			13.394.722
Rio das Ostras		13,2	1315,4	
	1.052.311			13.153.887
Cordeiro		12,6	1262,8	
	1.010.218			12.627.720
Cabo Frio		12,0	1198,3	
	958.650			11.983.131
Japeri		11,6	1157,7	
	926.140			11.576.755
Mendes		10,8	1076,1	
	860.842			10.760.530
Sapucaia		10,5	1047,5	
	837.977			10.474.714
Pinheiral		10,1	1012,5	

	809.977			10.124.715
São Pedro da Aldeia		10,0	1002,8	
	802.204			10.027.547
Miguel Pereira		9,3	930,6	
	744.476			9.305.956
São Francisco de Itabapoana		7,8	777,3	
Itatiaia		7,8	775,8	
	621.877			7.773.465
Queimados		5,9	588,9	
	620.618			7.757.726
Areal		5,8	583,6	
	471.083			5.888.541
Quissamã		5,5	546,6	
	466.881			5.836.010
São José do Vale do Rio Preto		5,3	533,4	
Aperibé		4,8	479,3	
	437.292			5.466.154
Angra dos Reis		4,6	459,2	
	426.741			5.334.259
Petrópolis		4,4	436,8	
	383.453			4.793.162
Angra dos Reis		4,6	459,2	
	367.357			4.591.966
Petrópolis		4,4	436,8	
	349.417			4.367.716
Carapebus		3,8	384,9	
	307.889			3.848.611
Macuco		2,7	273,3	
	218.627			2.732.839
Engenheiro Paulo de Frontin		2,5	252,4	
Sumidouro		2,2	219,9	
	201.938			2.524.224
Porto Real		1,6	158,4	
	175.933			2.199.159
Belford Roxo		1,3	131,1	
	126.759			1.584.485
Parati		1,2	123,2	
	104.885			1.311.067
Armação dos Búzios		1,2	121,9	
	98.589			1.232.364
Niterói		0,9	85,5	
	97.538			1.219.227
Iguaba Grande		0,7	70,6	
	68.432			855.396
Mangaratiba		0,7	65,1	
	56.474			705.925
Arraial do Cabo		0,6	56,1	
	52.098			651.220
Teresópolis		0,1	11,7	
	44.908			561.346
Nova Friburgo		0,0	5,0	
	9.400			117.498
Nilópolis		0,0	0,0	
	3.967			49.592
São João de Meriti		0,0	0,0	
	-			-
	-			-

Fonte: CIDE

Tabela 1 - Percentual das áreas, por tipo de uso do solo, segundo os municípios
Estado do Rio de Janeiro -
1994/1995

Municípios	Floresta Ombrófila densa	Formações pioneiras	Vegetação secundária	Área urbana	Área agrícola	Parque	Área degradada	Córregos	Afloramento rochoso e campo de altitude	Montes
Estado	16,6	4,3	15,5	4,2	9,4	44,5	1,2	2,3	0,5	1,3
Angra dos Reis	82,0	1,6	6,6	0,5	0,0	6,7	0,1	0,2	0,1	0,0
Aperibé	0,0	0,0	4,8	0,9	0,0	89,3	0,0	0,0	0,0	0,1
Araruama	0,6	3,0	4,6	0,5	4,5	69,4	2,0	0,9	0,0	0,0
Areal	1,0	0,0	50,4	0,5	0,0	43,8	1,8	0,1	0,0	0,1
Armação de Búzios	0,0	30,7	5,0	0,5	0,0	57,6	0,1	0,1	0,1	0,0
Arraial do Cabo	0,0	34,9	2,1	0,6	0,0	4,4	0,0	7,1	0,0	0,0
Barra do Piraí	0,0	0,4	15,7	0,5	0,1	74,8	0,1	0,2	0,1	0,1
Barra Mansa	0,0	0,0	11,0	0,6	0,2	84,0	0,0	0,0	0,1	0,0
Belford Roxo	0,7	0,3	23,8	1,7	0,0	7,4	15,2	0,9	0,0	0,0
Bom Jardim	7,4	0,0	37,1	0,1	0,0	54,3	0,1	0,6	0,3	0,0
Bom Jesus do Itabapoana	0,0	0,0	18,0	0,4	2,2	76,6	0,1	0,6	0,0	0,0
Cabo Frio	1,3	21,7	2,0	0,7	4,3	24,6	1,9	0,6	0,7	0,0
Cachoeiras de Macacu	51,3	1,8	14,7	0,9	4,5	13,6	2,4	0,4	0,3	0,0
Cambuci	0,0	0,0	16,5	0,4	0,0	81,4	0,1	0,1	0,6	0,0
Carapebus	0,0	24,5	1,8	0,1	1,2	59,2	0,0	0,3	0,0	0,0
Comendador Levy Gasparian	0,0	0,0	36,1	0,4	1,9	58,0	0,2	0,2	1,3	0,0
Campos dos Goytacazes	5,7	8,2	3,5	0,1	8,3	27,9	0,1	0,4	0,4	0,0
Cantagalo	12,6	0,0	18,9	0,1	0,0	67,5	0,1	0,8	0,0	0,0
Cardoso Moreira	0,0	0,2	12,1	0,1	0,1	68,5	0,9	0,1	0,5	0,0

				,1	5,9	8		,4		,0
Carmo	0,2	0,0	28,1	,1	0,	70,	0,0	0	0,0	,0
Casimiro de Abreu	31,7	0,5	7,6	,0	0	41,	0,6	,7	0,2	,0
Conceição de Macabu	27,9	0,0	1,6	,7	6,5	7		,5		,0
Cordeiro	3,5	0,0	21,0	,4	3,	66,	0,0	0	0,4	,0
Duas Barras	0,0	0,0	34,5	,7	2	4		,1		,0
Duque de Caxias	26,5	5,5	15,1	,1	0,	73,	0,0	0	0,0	,0
Engenheiro Paulo de	30,5	0,0	25,9	,7	2	4		,2		,0
Frontin				,4	0,	62,	0,4	0	1,1	,0
Guapimirim	27,6	13,8	13,3	,9	6			,0		,0
Iguaba Grande	0,0	0,0	6,2	,2	0,	13,	10,6	0	0,1	,0
Itaboraí	2,9	5,8	14,4	5,7	3	8		,8		,0
Itaguaí	19,5	3,7	21,0	,0	0	7		0	0,0	,2
Italva	0,0	0,0	8,7	,5	7,3	9,8		,1	0,9	,0
Itaocara	0,5	0,0	11,6	,2	0,	49,	0,0	,3		,1
Itaperuna	0,0	0,0	9,9	2,8	0	4		1,6		,0
Itatiaia	42,4	0,1	11,3	,1	1	39,	0,7	,1	0,0	,0
Japeri	1,5	1,0	8,8	8,0	8,2	0		,1	0,2	,0
Laje do Muriaé	0,0	0,0	12,5	,0	5,	38,	1,9	,0		,1
Macaé	31,2	0,8	6,6	,5	0	6		,3	0,8	,0
Macuco	8,7	0,0	33,1	,6	4	4		,5	0,0	,0
Magé	36,3	4,4	14,4	,1	0,	87,	0,6	,1	0,2	,0
Mangaratiba	69,1	8,7	8,9	,1	0	0		,2		,0
Maricá	24,7	5,8	18,3	,9	1,	33,	0,0	,3	6,4	,0
Mendes	16,2	0,2	11,5	,1	3	6		,0		,0
Miguel Pereira	28,2	0,0	27,7	,9	1	43,	0,1	0	0,0	,0
Miracema	0,0	0,0	14,4	4,2	0,0	6		,7	1,0	,0
				,1	4	1		,7		,0
				,7	0,	57,	0,0	0	0,6	,0
				,5	6	7		,8		,0
				,1	0	5		,3	0,0	,0
				,3	6,	10,	13,2	0	0,9	,0
				,4	8	1		,5		,0
				,8	0,	9,2	0,5	0	0,1	,0
				,1	6			,9		,1
				,5	0,	24,	0,3	,1	0,6	,0
				,2	5	3		1,0		,0
				,1	0,	70,	0,1	0	0,0	,0
				,5	0	5		,0		,0
				,1	0,	34,	6,0	0	0,2	,1
				,5	0	5		,4		,5
				,1	0,	84,	0,0	0	0,1	,0

				,3	0	2		,0		,0
Natividade	0,0	0,0	16,1	0	0	81,	0,0	0	1,0	0
Nilópolis	0,0	0,8	44,8	,2	4	6	0,0	,6	0,0	,0
Niterói	26,0	1,5	24,3	3,3	0	0	0,0	,0	0,0	,0
Nova Friburgo	54,2	0,0	27,2	9,4	0	1,2	3,5	,2	1,2	0
Nova Iguaçu	33,7	1,2	15,4	,1	6	6	0,4	,8	1,0	,1
Paracambi	22,3	0,7	17,2	,8	1	16,	11,7	,1	0,0	,2
Paraíba do Sul	0,0	0,0	36,5	8,9	7	5	0,0	,3	0,2	,4
Parati	88,8	1,3	0,7	,1	4	3	0,6	,1	0,2	,8
Paty do Alferes	3,5	0,0	39,7	,5	3	7	0,0	,8	0,2	,4
Petrópolis	33,5	0,0	34,5	,1	3	7	2,1	,1	0,0	,9
Pinheiral	0,0	0,0	10,2	,3	1	2	0,0	,0	0,0	,0
Piraí	5,4	0,0	24,8	,8	0	8	0,0	,1	0,0	,4
Porciúncula	0,0	0,0	17,9	,8	0	4	0,1	,6	0,0	,0
Porto Real	0,0	0,0	2,6	,6	0	5	0,0	,5	0,2	,1
Quatis	2,8	0,0	12,5	,5	0	9	0,0	,5	0,2	,0
Queimados	0,0	0,1	10,5	,9	8,4	2	0,0	,7	0,0	,2
Quissamã	0,0	36,0	0,2	,7	1	2	0,0	,6	0,0	,0
Resende	19,3	0,0	15,9	,3	9	8	0,0	,5	0,0	,0
Rio Bonito	20,7	0,5	33,0	,1	3	12,	0,0	,1	0,0	,0
Rio Claro	43,4	0,0	11,3	,8	7	4	0,3	,2	0,1	,0
Rio das Flores	0,0	0,0	20,5	,4	8	3	0,0	,0	0,2	,0
Rio das Ostras	13,4	3,3	9,2	,1	0	7	0,3	,3	0,2	,1
Rio de Janeiro	8,0	7,6	23,1	,1	9	8	0,3	,1	0,2	,3
Santa Maria Madalena	35,2	0,0	6,6	,1	9	8	0,0	,0	0,2	2,2
Santo Antonio de Pádua	1,3	0,0	10,0	,9	1	9	5,0	,9	0,5	,0
				7,9	4	8	0,0	,6	1,2	,0
				,1	3	4	0,0	,2	0,1	,0
				0	0	86,	0,0	1	0,1	0

				,5	7	3		,1		,1
	São Francisco de	0,0	20,8	0,9	,6	12,	0,0	,1	0,0	,1
Itabapoana				,1	4,2	2		,6		,2
	São Fidélis	6,2	0,0	16,9	,1	70,	0,6	,2	1,7	,1
				,3	6	5		,4		,0
	São Gonçalo	1,7	6,3	21,1	,4	0,	12,	0	16,4	0,1
				1,3	1	4		,5		,0
	São João da Barra	0,0	76,3	0,0	,1	3,1	0,0	,3	0,0	,1
				,2	5,7			,6		,0
	São João de Meriti	0,0	0,0	0,0	,0	0,0	8,9	,0	0,0	,1
				1,0	0			,1		,0
	São José de Ubá	0,0	0,0	10,3	,0	0,	85,	0	0,0	4,2
				,0	0	5		,0		,0
	São José do Vale do Rio	10,8	0,0	20,7	,0	0,	19,	0	0,0	0,1
Preto				,3	0	8		,4		7,9
	São Pedro da Aldeia	0,8	4,5	9,3	,7	4,	55,	0,1	1	0,0
				,5	8	9		7,2		,0
	São Sebastião do Alto	2,7	0,0	9,5	,0	0,	86,	0	0,0	0,3
				,0	5	5		,5		,0
	Sapucaia	0,0	0,0	51,2	,4	1,	46,	0	0,0	0,5
				,4	1	1		,6		,1
	Saquarema	11,4	9,6	15,4	,0	0,	44,	0,2	9	0,0
				,5	1	5		,3		,0
	Seropédica	1,6	2,8	12,8	,1	2,	68,	0,1	0	0,0
				0,4	8	7		,9		,0
	Silva Jardim	32,5	0,1	13,0	,0	3,	43,	0,7	2	0,1
				,4	5	4		,1		,2
	Sumidouro	9,3	0,0	55,2	,0	2,	31,	0,8	0	0,9
				,0	5	2		,0		,0
	Tanguá	9,1	0,2	36,2	,7	4,	42,	1,7	0	0,2
				,7	2	5		,2		,0
	Teresópolis	37,1	0,0	41,2	,2	2,	12,	0,9	0	2,4
				,5	1	1		,3		,4
	Trajano de Moraes	36,8	0,0	14,3	,0	0,	47,	0,0	0	0,9
				,0	0	1		,9		,0
	Três Rios	0,1	0,0	35,6	,2	0,	57,	0,3	2	0,2
				,8	1	3		,4		,1
	Valença	0,0	0,2	20,3	,0	0,	73,	0,1	0	0,2
				,6	1	5		,5		,5
	Varre-Sai	0,0	0,0	29,6	,2	0,	69,	0,0	0	0,0
				,2	0	9		,2		,0
	Vassouras	0,1	0,2	33,0	,0	0,	58,	0,4	1	0,0
				,9	9	0		,3		,3
	Volta Redonda	0,0	0,0	9,4	,2	0,	65,	0,5	1	0,0
				0,6	0	5		,6		,0

Fonte: CIDE. Mapeamento Digital do Uso do Solo e da Cobertura Vegetal do Estado do Rio de Janeiro, 1995

Tabela 2
Buffer por município
Estado do Rio de Janeiro - 1994/1995

Município	Custo de implantação estima do (R\$)	Área sugerida para reflorestame nto (km ²)	Área sugerida para reflorestamento (ha)	Área sugerida para reflorestamento (m ²)
Estado	262.891.085	3.286	328.614	3.286.138.565
São Fidélis	16.142.124	201,8	20177,7	201.776.555
Valença	15.242.600	190,5	19053,3	190.532.505
Santo Antônio de Pádua	14.194.141	177,4	17742,7	177.426.765
Itaperuna	12.809.934	160,1	16012,4	160.124.177
Resende	8.757.464	109,5	10946,8	109.468.298
Cambuci	7.582.033	94,8	9477,5	94.775.408
Barra Mansa	7.454.256	93,2	9317,8	93.178.196
Cachoeiras de Macacu	7.213.628	90,2	9017,0	90.170.354
Miracema	7.139.974	89,2	8925,0	89.249.670
Piraí	6.790.974	84,9	8488,7	84.887.179
Macaé	6.708.574	83,9	8385,7	83.857.171
Campos dos Goytacazes	6.585.560	82,3	8232,0	82.319.500
Bom Jesus do Itabapoana	6.264.115	78,3	7830,1	78.301.441
Itaboraí	5.884.970	73,6	7356,2	73.562.129
Cantagalo	5.863.950	73,3	7329,9	73.299.381
Silva Jardim	5.458.065	68,2	6822,6	68.225.811
Cardoso Moreira	5.163.220	64,5	6454,0	64.540.245
Quatis	5.145.640	64,3	6432,0	64.320.497
Itaocara	4.971.213	62,1	6214,0	62.140.166
Porciúncula	4.926.914	61,6	6158,6	61.586.425
Natividade	4.925.693	61,6	6157,1	61.571.168
Barra do Piraí	4.433.278	55,4	5541,6	55.415.981
Vassouras	4.405.142	55,1	5506,4	55.064.272
Paraíba do Sul	4.287.283	53,6	5359,1	53.591.032
Rio Claro	4.287.090	53,6	5358,9	53.588.622
Laje do Muriaé	3.917.526	49,0	4896,9	48.969.071
Rio Bonito	3.758.740	47,0	4698,4	46.984.248
Rio das Flores	3.575.507	44,7	4469,4	44.693.839
Bom Jardim	3.004.115	37,6	3755,1	37.551.436
Italva	2.981.763	37,3	3727,2	37.272.042

	Carmo		36,1	3605,3	36.052.770
	Santa Maria Madalena	2.884.222	35,8	3581,1	35.811.286
	Varre-Sai	2.864.903	35,2	3522,5	35.224.840
	Araruama	2.817.987	34,5	3446,1	34.460.741
	Trajano de Morais	2.756.859	33,5	3351,3	33.512.643
	Três Rios	2.681.011	33,0	3297,7	32.977.324
	Guapimirim	2.638.186	29,9	2987,9	29.879.195
	Casimiro de Abreu	2.390.336	29,4	2939,1	29.391.356
	São Sebastião do Alto	2.351.308	28,3	2831,4	28.313.565
	Paty do Alferes	2.265.085	24,8	2477,1	24.770.886
	Duque de Caxias	1.981.671	24,4	2440,6	24.406.025
	São José de Ubá	1.952.482	23,6	2355,4	23.554.473
	Volta Redonda	1.884.358	22,5	2251,2	22.512.417
	Duas Barras	1.800.993	21,8	2183,4	21.833.573
	Saquarema	1.746.686	21,2	2119,9	21.199.351
	Nova Iguaçu	1.695.948	20,9	2087,5	20.875.393
	São Gonçalo	1.670.031	20,5	2054,3	20.543.488
	Paracambi	1.643.479	19,6	1957,5	19.575.329
	Seropédica	1.566.026	18,4	1840,9	18.408.672
	Conceição de Macabu	1.472.694	16,5	1646,7	16.466.737
	Itaguaí	1.317.339	16,0	1600,7	16.006.893
	Tanguá	1.280.551	15,2	1517,8	15.178.274
	Magé	1.214.262	14,6	1464,7	14.646.753
	Rio de Janeiro	1.171.740	13,7	1371,2	13.712.314
	Maricá	1.096.985	13,5	1354,9	13.549.051
	Comendador Levy	1.083.924	13,4	1339,5	13.394.722
Gasparian	Rio das Ostras	1.071.578	13,2	1315,4	13.153.887
	Cordeiro	1.052.311	12,6	1262,8	12.627.720
	Cabo Frio	1.010.218	12,0	1198,3	11.983.131
	Japeri	958.650	11,6	1157,7	11.576.755
	Mendes	926.140	10,8	1076,1	10.760.530
	Sapucaia	860.842	10,5	1047,5	10.474.714
	Pinheiral	837.977	10,1	1012,5	10.124.715
	São Pedro da Aldeia	809.977	10,0	1002,8	10.027.547
	Miguel Pereira	802.204	9,3	930,6	9.305.956
	São Francisco de	744.476	7,8	777,3	7.773.465
Itabapoana	Itatiaia	621.877	7,8	775,8	7.757.726
	Queimados	620.618	5,9	588,9	5.888.541
		471.083			

	Areal	466.881	5,8	583,6	5.836.010
	Quissamã	437.292	5,5	546,6	5.466.154
Rio Preto	São José do Vale do	426.741	5,3	533,4	5.334.259
	Aperibé	383.453	4,8	479,3	4.793.162
	Angra dos Reis	367.357	4,6	459,2	4.591.966
	Petrópolis	349.417	4,4	436,8	4.367.716
	Carapebus	307.889	3,8	384,9	3.848.611
	Macuco	218.627	2,7	273,3	2.732.839
Frontin	Engenheiro Paulo de	201.938	2,5	252,4	2.524.224
	Sumidouro	175.933	2,2	219,9	2.199.159
	Porto Real	126.759	1,6	158,4	1.584.485
	Belford Roxo	104.885	1,3	131,1	1.311.067
	Parati	98.589	1,2	123,2	1.232.364
	Armação dos Búzios	97.538	1,2	121,9	1.219.227
	Niterói	68.432	0,9	85,5	855.396
	Iguaba Grande	56.474	0,7	70,6	705.925
	Mangaratiba	52.098	0,7	65,1	651.220
	Arraial do Cabo	44.908	0,6	56,1	561.346
	Teresópolis	9.400	0,1	11,7	117.498
	Nova Friburgo	3.967	0,0	5,0	49.592
	Nilópolis	-	0,0	0,0	-
	São João de Meriti	-	0,0	0,0	-
