



Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Instituto de Florestas
Curso de Engenharia Florestal

**ZONEAMENTO AMBIENTAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO
PARA A REGIONALIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DE SEMENTES
FLORESTAIS NATIVAS**

FERNANDO DUBOC BASTOS

Sob orientação do professor

MÁRCIO ROCHA FRANCELINO

Seropédica, Rio de Janeiro
2007

FERNANDO DUBOC BASTOS

ZONEAMENTO PEDOCLIMÁTICO PARA A REGIONALIZAÇÃO DA
PRODUÇÃO DE SEMENTES FLORESTAIS NATIVAS

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

Sob a orientação do professor:

MÁRCIO ROCHA FRANCELINO

Seropédica, Rio de Janeiro
Agosto de 2007

RESUMO

Este trabalho teve como objetivos definir zonas ecologicamente semelhantes no Estado do Rio de Janeiro, através da ordem de solo, precipitação e altitude, para subsidiar a regionalização da produção de sementes e mudas florestais nativas. Para tanto, utilizaram-se ferramentas do sistema geográfico de informação (SIG) para sobrepor as informações de solo, precipitação total anual e altitude. Os mapas temáticos vetoriais foram convertidos para o formato raster e reclassificados conforme classes pré-estabelecidas de cada fator. Os temas matriciais foram posteriormente agrupados de forma a definir as zonas ecologicamente semelhantes. O produto gerado definiu zonas que diferem em pelo menos uma das classes de cada uma das 3 variáveis analisadas. Considerando os fatores pedoclimáticos, o Estado do Rio de Janeiro apresentou 20 zonas semelhantes, que podem ser reduzidas para 12 se forem desconsideradas as zonas que representam menos de 1% da área estadual. A zona mais comum foi a 2, que correspondeu a áreas de florestas sub-montanas, com precipitação entre 1000-1500 mm e ocupadas pelas unidades correspondentes às ordens dos Latossolos, Cambissolos e Argissolos. Já as zonas 6, 7,14, 15, 16, 18, 19 e 20 representaram juntas somente 1,3% da área total do Estado. O zoneamento foi uma primeira aproximação e para atingir o objetivo final da regionalização, são necessários estudos posteriores.

Palavras chaves: Geoprocessamento, solos, precipitação e Mata Atlântica

ABSTRACT

This study had as objectives to define ecologically similar areas in the Rio de Janeiro State, where the soil order, the precipitation and the altitude were the decisive factors to subsidize the regionalization of the production of seeds and native forest seedlings. For so much, it used tools of the geographical information system (GIS) to put upon the soil information, annual total precipitation and altitude. The vectorial thematic maps were converted for the raster format and reclassified according to established classes of each factor. The themes raster were later ecologically contained in way to define the areas similar. The generated product defined areas that differ in at least one of the classes of each one of the 3 analyzed variables. Considering the factors pedoclimatic, the Rio de Janeiro State hold 20 similar areas, that can be reduced for 12 if they disrespect the areas that act less than 1% of the State area. The most common area was to 2, it corresponds to areas of forests sub-montanas, with precipitation among 1000-1500 mm and soils units with Latossolos, Cambissolos and Argissolos. Already the areas 6, 7,14, 15, 16, 18, 19 and 20 represent committees only 1,3% of the total area of the State. The zoning is a first approach, to reach the final objective of the regionalization they are necessary subsequent studies.

Key words: Geoprocessing, genetic conservation, soil, precipitation, Atlantic Forest

SUMÁRIO

ABSTRACT	iii
1. INTRODUÇÃO	1
2.1. Zoneamento ambiental	3
2.2. Geoprocessamento	4
3. MATERIAL E MÉTODOS	6
3.1. Captura de dados	6
3.2. Classificação	7
3.2.1. Altitude	7
3.2.3. Precipitação total anual	7
3.2.3. Solos	7
3.3. Espacialização do zoneamento	8
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	9
5. CONCLUSÃO	16
6. RECOMENDAÇÕES	17
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	18

1. INTRODUÇÃO

A comercialização de sementes e mudas é feita atualmente, por pólos produtores, com a área de atuação limitada pelo custo de transporte e concorrência com outro pólo. Com isso, os projetos de recomposição florestal não são realizados necessariamente com material genético nativo da região, adaptado às condições ambientais do local de plantio, o que reduz seu caráter de recomposição ecológica, capacidade de adaptação das mudas ao clima da região e função de habitat para a fauna regional. Segundo a Resolução nº 47 de 2003, da Secretaria de Meio Ambiente do Estado de SÃO PAULO, nos reflorestamentos heterogêneos de área degradada têm sido utilizadas menos de 33 espécies arbóreas, o que se agrava, ainda mais, quando se verifica que são plantadas praticamente as mesmas espécies em todo o Estado, independentemente da região. Por isso essa resolução, assegura uma série de critérios para que os reflorestamentos desempenhem seu papel ecológico, como plantar no mínimo oitenta espécies arbóreas regionais, principalmente as ameaçadas de extinção, que sejam atrativas da fauna e que pertençam a diferentes grupos ecológicos. Para tanto, estimula pesquisas e atividades de extensão sobre ecologia das formações florestais, visando capacitar proprietários rurais e produtores de mudas e/ou sementes para práticas de restauração e produção, com diversidade florística e genética, de sementes e mudas de espécies nativas, além de propor uma listagem de espécies que indiquem quais devem ser plantadas nos dezenove biomas, ecossistemas e regiões ecológicas do Estado de São Paulo.

HIGA & SILVA (2006) recomendam que, na produção de sementes para restauração ambiental ou florestal, as matrizes devem ser originada de populações locais ou da mesma “zona de colheita e uso de sementes”. Porém, quando isso não é possível, deve-se utilizar sementes de matrizes localizadas em regiões com condições ambientais semelhantes, às do local a serem plantadas. Para isso, torna-se necessário o estabelecimento de zonas que apresentem características ecológicas semelhantes.

Os reflorestamentos com nativas para recomposição ambiental devem ser realizados, preferencialmente, com material genético proveniente zona em que está inserido e, assim, regionalizar a comercialização de sementes produzidas pelas matrizes da zona ecológica na qual o empreendimento está inserido, determinada por este zoneamento. Para isso, as localizações das matrizes devem ser determinadas e organizadas por zona ecológica. As sementes produzidas pelas matrizes de cada zona atenderão aos projetos de recomposição florestal com nativas da mesma zona. Caso uma zona apresente subdivisões isoladas é necessário uma análise da matriz entre elas para determinar se ocorre isolamento de populações, caso ocorra cada uma das subdivisões deve ser tratada como uma zona em particular.

As matrizes marcadas em uma zona, atendendo somente os projetos de recomposição da vegetação da mesma zona em que está inserido é garantido a conservação da diversidade genética das populações arbóreas adaptadas as condições de desenvolvimento de cada zona. O zoneamento também visa evitar a erosão genética, garantindo a diversidade genética entre populações e, com estudos posteriores, propor listas de espécies adaptadas a cada região que recomendará as espécies potencias e características de cada região.

O uso de ferramentas com base na tecnologia da informação, com emprego de recursos de computação gráfica e processamento digital de imagens, que associam informações geográficas à banco de dados convencionais, constitui importante avanço na formulação de diagnósticos e o estabelecimento de bases para monitoramento. Desta forma permitem a implementação de ações e medidas de suporte à conservação e utilização

sustentáveis dos diferentes serviços oferecidos pelos ecossistemas, desenvolvendo instrumentos que subsidiam o conhecimento e gerenciamento de seus componentes (INSTITUTO FLORESTAL, 2005)

O grande desafio dos zoneamentos ambientais é definir quais são as variáveis que influenciam na compartimentação da vegetação e como definir as diferentes classes de cada variável, já que os trabalhos de zoneamento em geral não disponibilizam de forma clara a metodologia usada.

O objetivo deste trabalho foi propor zonas ecologicamente semelhantes para o Estado do Rio de Janeiro, onde a ordem de solo, a altitude do terreno e as condições climáticas sejam os fatores determinantes para subsidiar a regionalização da produção de sementes e mudas florestais nativas. Este estudo não contou com os levantamentos de matrizes, listas florísticas ou sobreposição de mapas vegetacionais existentes.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Zoneamento ambiental

A relação entre vegetação e clima é muito estreita, uma vez que a distribuição das espécies vegetais sobre a superfície terrestre depende dos elementos climáticos, principalmente temperatura e precipitação. Assim, as primeiras classificações climáticas usavam a vegetação como um índice de clima e, ainda hoje, uma das classificações mais usadas, a de Koppen, identificou as regiões climáticas da Terra por meio do estudo da vegetação, associando-se, posteriormente, valores numéricos de temperatura e precipitação (ZOLNIER, 1994).

Cada espécie vegetal tem uma exigência climática particular, isto é, necessita que os valores dos elementos climáticos estejam entre níveis considerados ótimos para que seu desenvolvimento potencial genético de produção seja alcançado. Assim, toda planta é sensível à condição térmica e de precipitação do meio ambiente. (ZOLNIER, 1994).

De acordo com a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) o zoneamento ambiental é um de seus instrumentos (inciso II, artigo 9º, Lei nº 6.938 [BRASIL, 1981]). O Decreto 4297 (BRASIL, 2002) regulamenta o zoneamento ecológico econômico (ZEE) como instrumento da PNMA, que dividirá o território em zonas, de acordo com as necessidades de proteção, conservação e recuperação dos recursos naturais e do desenvolvimento sustentável. Nos zoneamentos são utilizados vários planos de informações, entre elas o diagnóstico dos recursos naturais, que deve conter no mínimo, entre outras informações, potencialidades naturais, definidas pelos serviços ambientais dos ecossistemas e pelos recursos naturais disponíveis, incluindo, entre outros, a aptidão agrícola, o potencial madeireiro e o potencial de produtos florestais não-madeireiros, que inclui o potencial para a exploração de produtos derivados da biodiversidade.

No zoneamento para a atividade de silvicultura no Rio Grande do Sul, as zonas foram geradas através do cruzamento de bases digitais de geomorfologia, vegetação potencial original, solo e altimetria, previamente simplificadas e na escala 1:250.000. O produto definiu 45 zonas, sendo estas classificadas quanto a restrição para a atividade de silvicultura: alta, média e baixa (RIO GRANDE DO SUL, 2007).

O Projeto Matrizes de Árvores Nativas, do Laboratório de Ecologia e Restauração Florestal (LERF/ESALQ), tem como objetivo promover a diversificação e a regionalização das espécies arbóreas nativas utilizadas em projetos de recuperação de área degradada. O território de abrangência é o Estado de São Paulo cujo território foi dividido em 6 zonas, tendo como base clima, geologia, topografia, solos, hidrologia, fitogeografia e paisagem geral. Cada uma dessas zonas teve sua composição florística estudada a partir de levantamentos fitossociológicos, propondo uma lista de espécies regionais para cada zona ecológica.

Outra forma de zoneamento é utilizar como base estudos fitossociológicos georreferenciados para propor a distribuição espacial das espécies. OLIVEIRA-FILHO estudou a flora arbórea das florestas Atlânticas do sudeste do Brasil pelas variações em composição florística de florestas ombrófilas e semidecíduas analisadas sob a ótica de variáveis geográficas e climáticas por meio de análises multivariadas de 125 listagens florísticas existentes na literatura. A informação obtida para as 125 áreas de floresta foi organizada em um banco de dados ambientais, contendo registros geográficos e climáticos, e

um banco de dados florísticos, contendo registros binários de presença ou ausência para cada espécie, gêneros e famílias. Análises de correspondência canônica (ACC) foram utilizadas para avaliar as relações entre variáveis geográficas e climáticas e a composição da flora arbórea. As listagens florísticas foram classificadas em 8 classes de floresta através da diferenciação entre ombrófila ou semi-decidual e subdivididas em 4 classe de altitude - < 300, 300 a 700, 700 a 1100 e > 1100. As variáveis geográficas analisadas foram: a) latitude; b) longitude; c) altitude média; d) distância do oceano. As variáveis climáticas foram: e) temperatura média anual; temperatura médias dos meses f) julho, g) janeiro; h) média da variação de temperatura entre janeiro e julho; i) precipitação média anual; médias mensais da precipitação j) seca de junho a agosto, k) chuvosa de dezembro a fevereiro; l) distribuição das chuvas; m) duração do período seco. Pelo teste de permutação de Monte Carlo, eliminou 6 variáveis por redundância ou baixa correlação: a) longitude redundante com distância do oceano; b) latitude por baixa correlação; as temperaturas mensais (f, g) e as médias mensais de precipitação (j, k), todas redundantes com suas respectivas variáveis anuais. A determinação da inter-relação entre a flora arbórea e a localização e o clima foi feita pela Análise de Correspondência Canônica (ACC), processada no PC-ORD 3.0. O primeiro eixo canônico da distribuição de espécies teve a maior correlação a distância do oceano, e menor com a distribuição da chuva, altitude e duração do período seco. O segundo eixo canônico teve forte correlação com a temperatura média anual e a média da variação de temperatura entre janeiro e julho.

Os zoneamentos, elaborados em função dos dados disponíveis, devem ser considerados como primeira aproximação e estão sujeitos a periódicas atualizações, à medida que se disponham de novas informações referentes tanto ao meio físico como a uma melhor definição das exigências climáticas das culturas (ZOLNIER, 1994).

2.2. Geoprocessamento

Atualmente as técnicas de geoprocessamento constituem uma ferramenta primordial para as etapas de levantamento e processamento de informações relacionadas à análise ambiental. Utilizando programas específicos é possível efetuar interpolações ou sobreposições de dados levantados ou já existentes, gerando de forma rápida e eficiente uma série de novas informações relevantes (CALDAS, 2006). Segundo XAVIER DA SILVA (2001), geoprocessamento pode ser definido como um conjunto de procedimentos computacionais que, operando sobre bases de dados georreferenciados existentes e originados do sensoriamento remoto, da cartografia digital ou de qualquer outra fonte, executa classificações, modelagens e outras transformações dirigidas à elucidação da organização do espaço geográfico.

Os dados georreferenciados, basicamente, podem ser classificados como vetorial ou matricial. O dado vetorial é a representação gráfica do mundo real através de sistemas de coordenadas. Dessa forma, a unidade fundamental do dado vetorial é o par de coordenadas x, y. São várias as formas como os dados vetoriais podem ser estruturados e classificados, de acordo com sua natureza. Assim temos a entidades pontuais, lineares e poligonais. As entidades pontuais podem ser representadas por um único par de coordenadas. As entidades lineares podem ser representadas por dois ou mais pares de coordenadas. As entidades poligonais correspondem a um conjunto de entidades lineares, cujos pares de coordenadas inicial e final são os mesmos. O dado raster ou matricial refere-se à representação gráfica do

mundo real através de pixel (picture element) ou células, com forma poligonal regular, geralmente quadradas, que são definidos pelas suas posições em relação às colunas e linhas de uma malha. (SILVA, 2003)

É importante salientar que algumas características do mundo real representam superfícies contínuas, isto é, cada valor encontrado na superfície da Terra depende, fundamentalmente, dos seus vizinhos, a exemplo da elevação, da temperatura, da declividade, da pressão atmosférica, entre outros. (SILVA, 2003). A interpolação TIN produz superfícies contínuas a partir de vetores. Segundo CÂMARA & MEDEIROS (1998), a grade triangular ou TIN (triangular irregular network) é uma estrutura vetorial e representa uma superfície através de um conjunto de faces triangulares interligadas. Para cada um dos vértices do triângulo são armazenadas as coordenadas x, y e z. Quanto mais equiláteras forem as faces triangulares, maior a exatidão com que se descreve a superfície. O valor de qualquer ponto dentro da superfície pode ser estimado a partir das faces.

Após as camadas de informação estarem prontas é necessário classifica-las, para que regiões com potencial para o desenvolvimento semelhante das espécies florestais sejam agrupadas. Segundo COSTA (1994), para ser útil, uma classificação deve ter classes bem definidas, mas não muito complexas. O número de classes deve ser levado a um mínimo. Uma classificação baseada em muitos fatores e em distinções muito fina não atende aos objetivos da classificação.

As unidades territoriais básicas são as células elementares de informação e análise para o zoneamento. Uma unidade territorial básica é uma unidade geográfica que contém atributos ambientais que permitem diferenciá-la de suas vizinhas, ao mesmo tempo em que possui vínculos dinâmicos que a articulam a uma complexa rede integrada por outras unidades territoriais (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 1997). Deve possuir contigüidade espacial, ser georreferenciada e pertencer a uma classificação que permita seu agrupamento em diversas ordens de grandeza. Várias entidades geográficas atendem a esses requisitos básicos, tais como bacias hidrográficas, municípios, regiões geoeconômicas e unidades de paisagem.

3. MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo foi o Estado do Rio de Janeiro sendo o limite obtido a partir do processamento da base de dados cartográficos do Dossiê Mata Atlântica (RMA, 2001).

Como fatores condicionantes da compartimentação da vegetação foram considerados os seguintes fatores ambientais: solos, altitude e precipitação total anual. Partiu-se da premissa que cada um desses fatores interfere de maneira semelhante na compartimentação da vegetação, não sendo dados pesos diferenciados a cada um deles.

Para representar os planos de informação no SIG, foi utilizado o formato matricial (ou raster), onde a unidade fundamental é um polígono regular, quadrado, denominado célula. Este modelo de dados foi utilizado por se tratar dados contínuos e pela facilidade de operações de superposição (álgebra de mapa), de modelagem e de simulação, além de representar com eficiência altas variabilidades espaciais.

Estes dados foram organizados em formatos não comprimidos, conservando cada variável como um arranjo em separado, no método conhecido como *Band Sequencial* (BSQ) (SILVA, 2003). Assim, um arquivo contém o arranjo das classes de precipitação, outro de altitude e outro de ordem de solos.

A escala utilizada foi de aproximadamente 1:250.000, uma vez que a resolução espacial foi de 90 metros, representando satisfatoriamente a variabilidade espacial das camadas de informação e viabilizando o processamento dos dados no computador. A partir da escala foi determinada a Área Mínima Mapeável, ou seja, a quantidade mínima de pixels que uma zona deve possuir para ser representativa. Segundo recomendações da EMBRAPA/CNPS (1995), na escala utilizada, essa área mínima mapeável é de 2.500.000 m². Sendo a resolução espacial das camadas de informação igual 90 m, cada pixel representa 8.100 m². Por tanto, a menor zona representável nesta escala deverá ter mais de 308 pixels. As zonas com quantidade inferior a 308 pixel foram redistribuídas aos valores das zonas vizinhas.

3.1. Captura de dados

Os processos envolvidos na transformação de dados analógicos em digitais são conhecidos como captura de dados (SILVA, 2003). Para a captura das informações de precipitação total anual foram adquiridas das isoietas produzidas pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM, 2001), convertendo os dados em PDF para vetorial tipo linha, com o uso do programa Arcview 3.2a. Posteriormente, esses dados foram transformados em superfície contínua por interpolação TIN (Triangulation Interpolation Network - rede de interpolação por triangulação), no qual cada um recebe um valor aproximado do vizinho, e convertido para raster, sendo recortado o limite do estado do Rio de Janeiro.

A camada de informação de altitude foi gerada com base na imagem de radar SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*), da NASA (2000), disponibilizado gratuitamente no site ftp://e0srp01u.ecs.nasa.gov/srtm/version2/SRTM3/South_America/. As cenas estão em formato raster com resolução espacial de 90 metros. Cada cena representa uma área de 6 graus de longitude e 4 graus de latitude. Para o Estado, foram selecionadas as cenas W42 S18, W42 S22, W46 S18 E W46 S22, que compreendem sua área. As cenas foram unidas e posteriormente, foi recortado o limite do Estado do Rio de Janeiro. Estas cenas recortadas foram unidas como um mosaico pela ferramenta do Arc Gis 9.1 “Mosaic to new raster”, agrupando as diferentes cenas em uma única camada de informação para o Estado.

A camada de informação de solos usou como base o mapa de solos digital (vetorial) da EMBRAPA em escala 1:500.000, disponível no site www.cnps.embrapa.br/solos/sigweb.html, o qual as ordens foram agrupadas considerando semelhanças morfológicas que poderiam influenciar no desenvolvimento das árvores e posteriormente convertidas para o formato raster.

3.2. Classificação

Os planos de informações representam a variação espacial de cada variável. Para representar essa variação foi necessário efetuar uma reclassificação dos valores, afim de agrupar em classes pré-determinadas que apresentassem níveis distintos de interferência no desenvolvimentos das diferentes espécies arbóreas e gerar ambientes com características ecológicas semelhantes.

3.2.1. Altitude

A classificação da altitude gera áreas com um intervalo semelhante de altitude. Foi utilizada como base à classificação do RADAM BRASIL (1983), que consiste:

- Classe 1: Baixada: 0 a 100 metros;
- Classe 2: Submontana: 100 a 600 metros;
- Classe 3: Montana: 600 a 2000 metros.

As áreas com mais de 2000 metros, por serem muito pequenas, foram também agrupadas na classe montana.

3.2.3. Precipitação total anual

Classificação baseada nos intervalos máximos e mínimos obtidos para as regiões estudadas, sendo:

- Classe 1: 0 a 1000 mm;
- Classe 2: entre 1000 mm e 1500 mm;
- Classe 3: maior que 1500 mm.

3.2.3. Solos

A classificação de solos foi baseada nas ordens dos solos. Por apresentarem semelhanças pedogenéticas e morfológicas, os Argissolos, Cambissolos e Latossolos foram agrupados em uma única classe, pois foi considerado que apresentam condições físicas e químicas semelhantes para o desenvolvimento das espécies arbóreas, mesmo considerando uma possível menor profundidade dos Cambissolos.

As demais ordens de solos apresentam comportamento físico-químico diferenciado, afetando de maneira distinta o desenvolvimento de espécies arbóreas, sendo classificadas como uma classe única para cada ordem de solo, Os Neossolos Quartzarênicos são muito comum em áreas de restinga; os Espodossolos são típicos de deltas fluviais; os Gleissolos estão presentes principalmente em áreas inundadas às margens de rios e em áreas próximas a manguezais; e os Planossolos, por apresentarem variação textural abrupta – onde o horizonte

sub-superficial apresenta-se, muitas vezes, adensado – pode gerar camadas de impedimento ao desenvolvimento de espécies arbóreas, favorecendo as espécies arbustivas.

Assim, a classificação do plano de informação solo foi a seguinte:

- Classe 1: Argissolos, Cambissolos e Latossolos;
- Classe 2: Espodossolos;
- Classe 3: Gleissolos;
- Classe 4: Neossolos Quartzarênicos;
- Classe 5: Planossolos.

3.3. Espacialização do zoneamento

A espacialização do zoneamento consiste na sobreposição das camadas de informação gerando o primeiro mapa do zoneamento. Este procedimento foi realizado no software Arc Gis 9.1 através da ferramenta *Combine*, que gera zonas homogêneas para as camadas de informação sobrepostas. O mapa gerado possui uma tabela organizada pelas zonas geradas que informa, para cada zona, qual é a classe de cada camada de informação. As zonas com valores abaixo da área mínima mapeável (equivalente a 308 células), foram eliminadas e incorporadas ao vizinho mais próximo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na primeira tentativa de realizar o zoneamento, foi utilizado como variáveis os dados de altitude, temperatura média anual, precipitação total anual, duração do período seco e fitofisionomia. Com o cruzamento dessas camadas de informação obtemos mais de 150 zonas para o Estado do Rio de Janeiro. Como as zonas eram muitas e excessivamente segmentadas, não atingiu o objetivo de agrupar áreas ecologicamente semelhantes ao desenvolvimento arbóreo para a regionalização da produção de sementes florestais nativas. O zoneamento final contou então com as variáveis de solos, altitude e precipitação como condicionantes da compartimentação da vegetação, onde obtemos antes do refinamento somente 20 zonas bem distribuídas. Seguindo essa metodologia, foram geradas as camadas de informação de precipitação total anual (Figura 1), altitude (Figura 2) e solos (Figura 3).

Em relação à pluviosidade anual nota-se a presença de duas zonas principais com precipitação inferior a 1000 mm. Uma delas está localizada no norte fluminense, envolvendo principalmente a baixada campista, região atualmente ocupada principalmente por pastagem e cultivo de cana-de-açúcar. A outra se localiza na Região dos Lagos, abrangendo os municípios de Cabo Frio, Búzios e Arraial do Cabo. Nessa região, verifica-se a presença inclusive de vegetação hipoxerófila. Uma pequena área está localizada no sudoeste do município do Rio de Janeiro.

Nas escarpas e topos das serras estão os locais que ocorrem os maiores volumes de chuvas, com precipitações que facilmente ultrapassam 2.000 mm (PDRHBG, 2005).

As classes de altitude apresentaram relativa concordância com o tema precipitação, porém demonstrando maior detalhamento no delineamento das unidades homogêneas, como na separação das escarpas e dos topos de serras e diferenciando as áreas mais úmidas do litoral fluminense. Esse fato é interessante ocorrer por dar maior ênfase aos fatores climáticos em detrimento ao pedológico, visto que foram dados pesos equivalentes aos temas.

A diferenciação dos solos ocorreu somente nas áreas costeiras, no delta do rio Paraíba do Sul e na baixada campista. A junção das classes dos Latossolos, Argissolos e Cambissolos contribuiu para essa homogeneidade. A escala do mapa utilizado (1:500.000) dificultou maior detalhamento desse fator, o que poderia contribuir para delimitar, por exemplo, áreas de solos mais rasos como os Neossolos Litólicos e de solos hidromórficos, como os Organossolos. Várias áreas ocupadas por Gleissolos e Neossolos Flúvicos, devido a pouca representatividade, também não foram consideradas. Porém, as áreas diferenciadas da classe 1 (Latossolos, Argissolos e Cambissolos), com certeza apresentam forte influência na diferenciação das espécies florestais e conseqüentemente nas zonas ecológicas, o que pode ser observado na Figura 4.

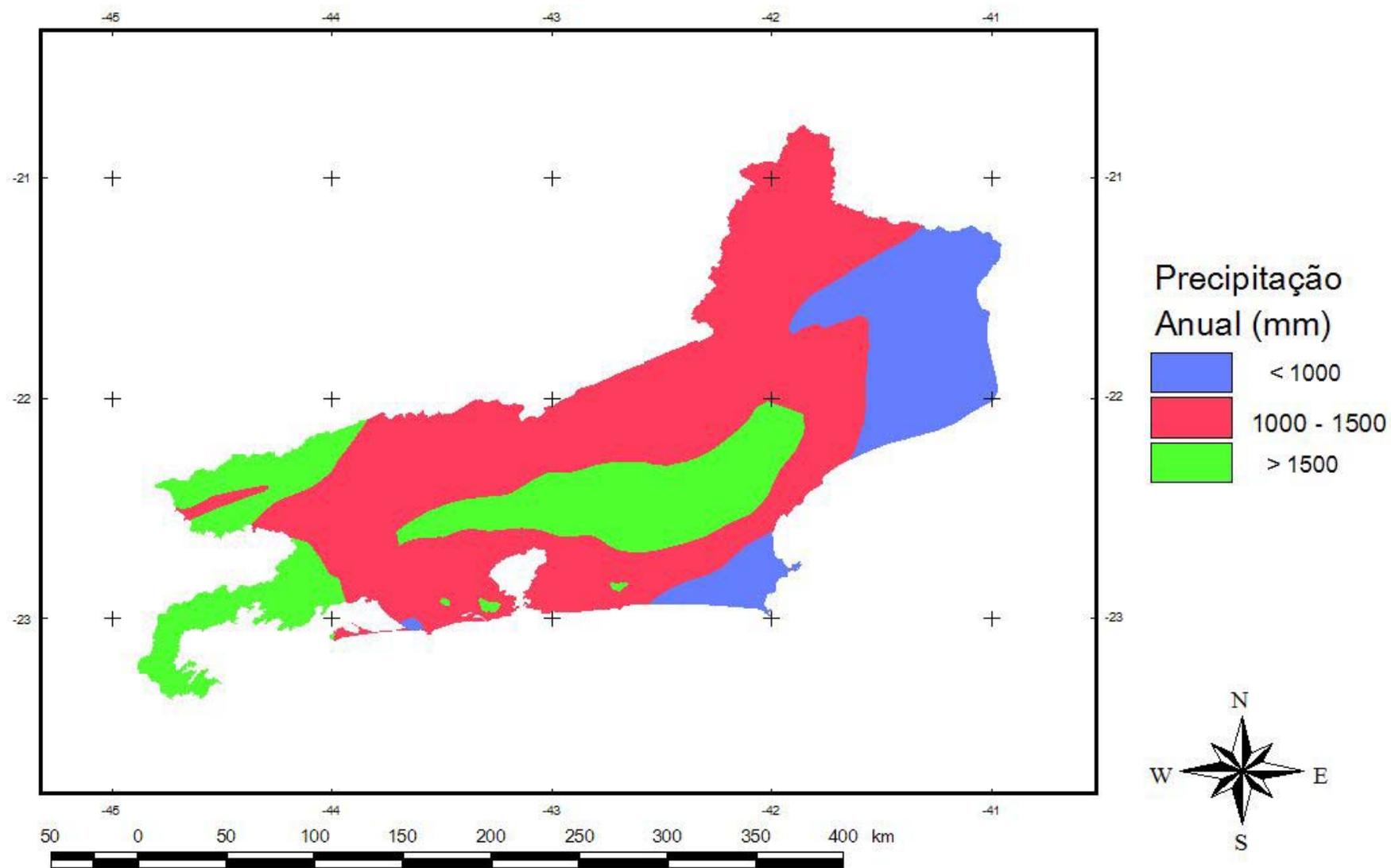


Figura 1. Precipitação total anual no estado do Rio de Janeiro tendo como fonte levantamento da CPRM (2001).

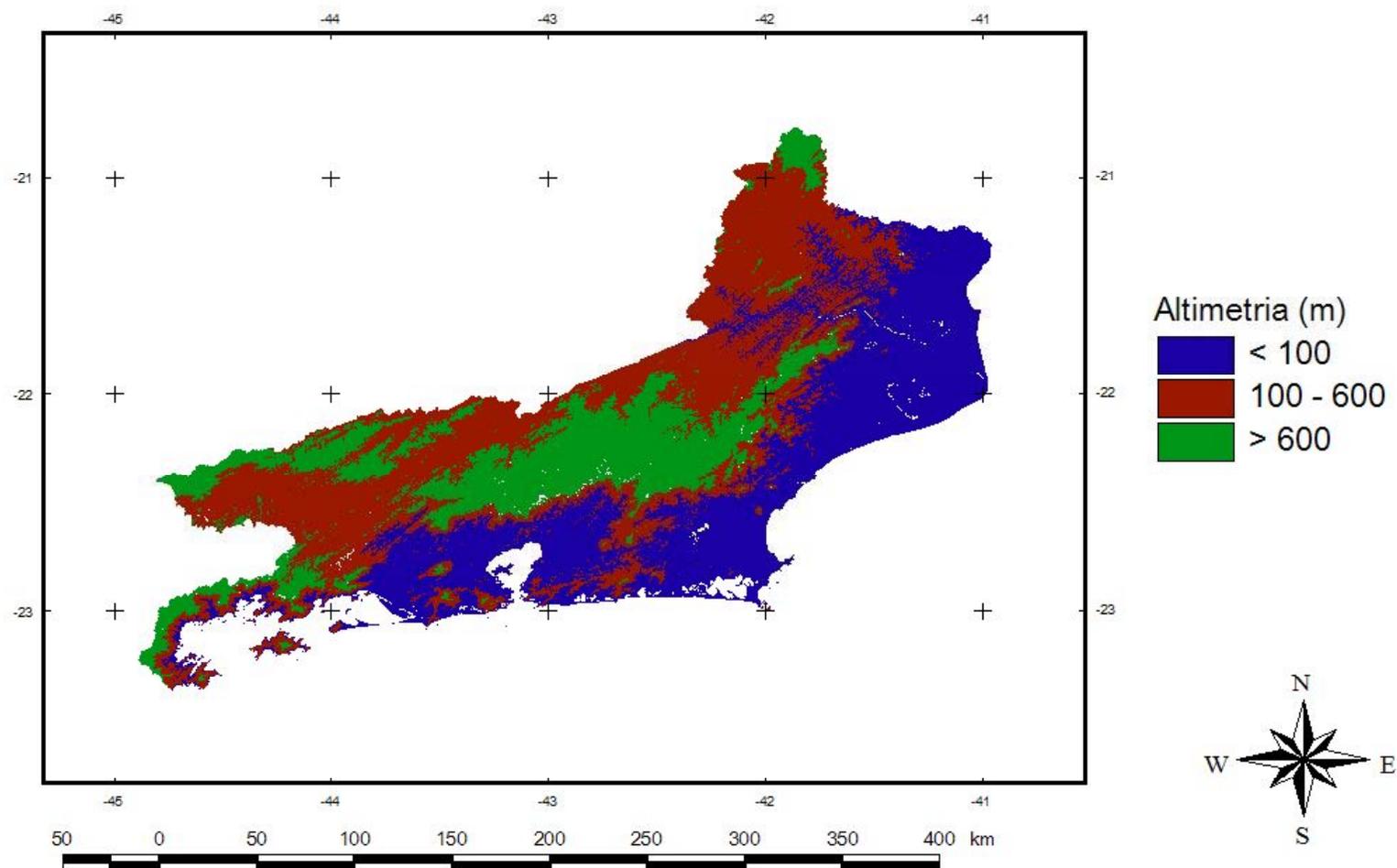


Figura 2. Representação da altitude do Estado do Rio de Janeiro, a partir de cenas SRTM da NASA (2000) classificadas segundo metodologia do RADAMBRASIL(1983): <100m = baixada, 100-600 m = sub-montana e maior que 600 metros montana.

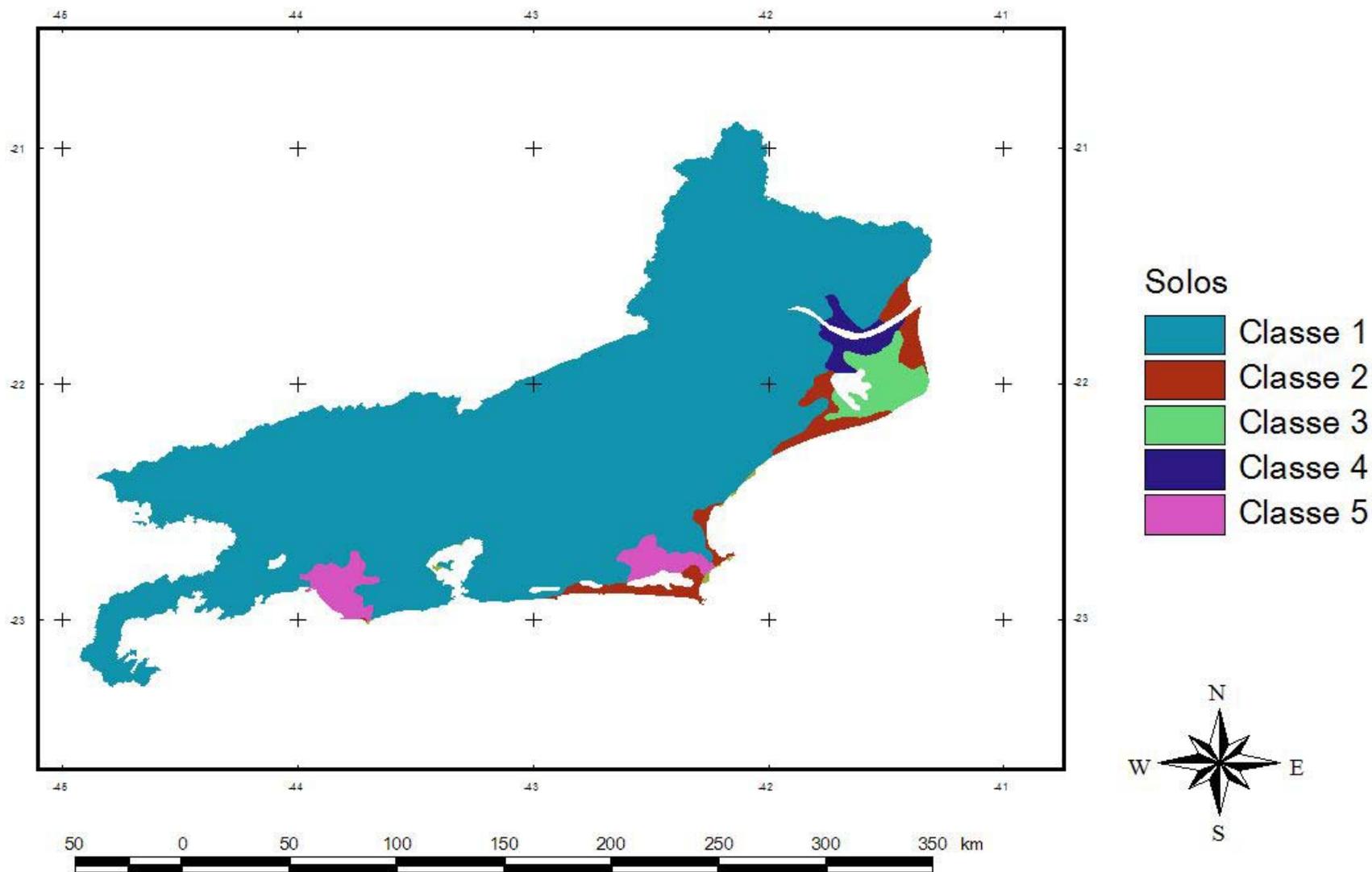


Figura 3. Plano de informação de solos, sendo: Classe 1 = Argissolo + Cambissolo + Latossolo; Classe 2 = Espodossolo; Classe 3 = Gleissolo; Classe 4 = Neossolo Quartzarênico e a Classe 5 = Planossolo.

Os planos de informações representados pelas figuras anteriores foram sobrepostos gerando a espacialização do zoneamento das áreas ecologicamente semelhante considerando os parâmetros avaliados (Figura 4), porém não necessariamente essas zonas são constituídas de áreas contínuas. A tabela de atributos do tema gerado especifica para cada zona qual é a classe de cada um dos três planos de informação considerados (Tabela 1).

Tabela 1. Tabela vinculada ao zoneamento pelos códigos das zonas

Contador		Área		Classes		
Zona	Nº de Células	km ²	%	Precipitação	Altitude	Solos
1	637777	5166	11,9	1000 – 1500	> 600	Argissolo, Cambissolo ou Latossolo
2	1602055	12977	30,0	1000 – 1500	100 – 600	Argissolo, Cambissolo ou Latossolo
3	819973	6642	15,4	1000 – 1500	0 – 100	Argissolo, Cambissolo ou Latossolo
4	393685	3189	7,4	0 – 1000	0 – 100	Argissolo, Cambissolo ou Latossolo
5	80686	654	1,5	0 – 1000	100 – 600	Argissolo, Cambissolo ou Latossolo
6	492	4	0,0	0 – 1000	> 600	Argissolo, Cambissolo ou Latossolo
7	2821	23	0,1	0 – 1000	0 – 100	Argissolo, Cambissolo ou Latossolo
8	150245	1217	2,8	0 – 1000	0 – 100	Espodossolo
9	70820	574	1,3	0 – 1000	0 – 100	Neossolo Quartzarênico
10	123032	997	2,3	0 – 1000	0 – 100	Gleissolo
11	549013	4447	10,3	> 1500	> 600	Argissolo, Cambissolo ou Latossolo
12	487743	3951	9,1	> 1500	100 – 600	Argissolo, Cambissolo ou Latossolo
13	252526	2045	4,7	> 1500	0 – 100	Argissolo, Cambissolo ou Latossolo
14	16589	134	0,3	1000 – 1500	0 – 100	Espodossolo
15	2859	23	0,1	1000 – 1500	0 – 100	Argissolo, Cambissolo ou Latossolo
16	535	4	0,0	1000 – 1500	100 – 600	Espodossolo
17	99455	806	1,9	1000 – 1500	0 – 100	Planossolo
18	2464	20	0,0	1000 – 1500	100 – 600	Planossolo
19	44374	359	0,8	0 – 1000	0 – 100	Planossolo
20	392	3	0,0	0 – 1000	100 – 600	Planossolo

A zona 2, correspondente a áreas com precipitação anual entre 1000-1500 mm, com altitude entre 100-600m (sub-montana) e com Latossolos, Argissolos ou Cambissolos, foi a mais comum, representando 30% de toda a área do Estado. As zonas 6, 7, 14, 15, 16, 18, 19 e 20 representam juntas somente 1,3% da área total do Estado, ou seja, pode-se afirmar que basicamente existem 12 zonas ecológicas.

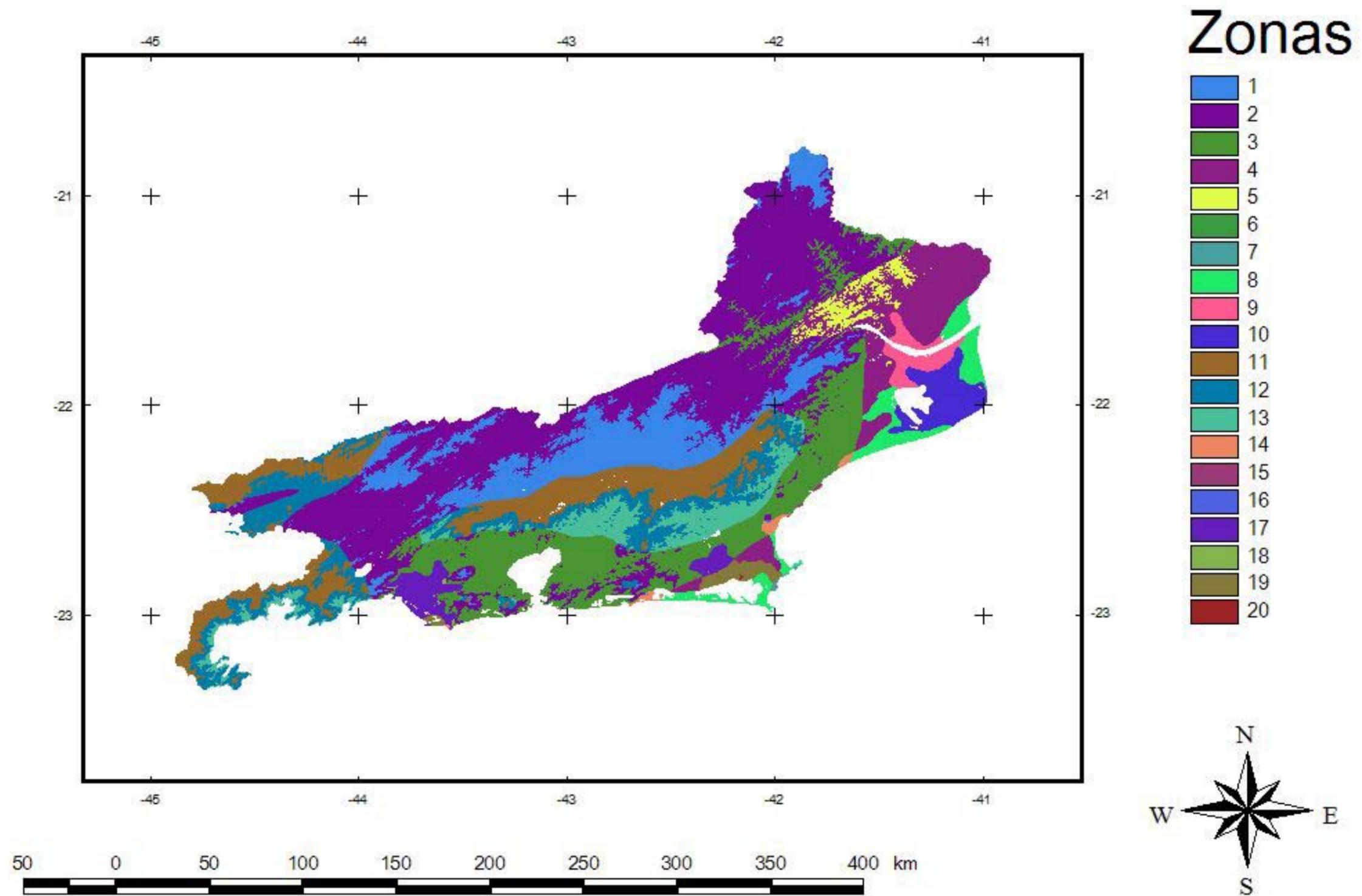


Figura 4. Zoneamento para a regionalização da produção de sementes nativas para o Estado do Rio de Janeiro.

Como os dados contidos na Tabela 1 encontram-se organizados pelos planos de informações, mostrando para cada zona ecológica qual é a classe de cada plano de informação, é possível uma análise multivariada das zonas geradas, para um melhor refinamento do zoneamento, agrupando zonas que não difiram significativamente da zona vizinha. Porém, como uma primeira aproximação este zoneamento atingiu o objetivo por ter segmentado a área do Estado de maneira viável para a regionalização da produção de sementes florestais nativas, com base nas informações de solos, precipitação total anual e altitude.

Tendo como base os zoneamentos similares para os Estados de São Paulo e Rio Grande do Sul, as 12 zonas geradas por este estudo foram uma quantidade intermediária entre as 6 zonas para o Estado de São Paulo e as 45 zonas para o Estado do Rio Grande do Sul. Embora 12 zonas para o Estado do Rio de Janeiro possa ser pouco para caracterizar a variabilidade de ambientes, mas atinge o objetivo de zonestar o Rio de Janeiro de maneira viável para a regionalização da comercialização de sementes florestais nativas.

É importante ressaltar que o uso de ferramentas de geoprocessamento para esse tipo de estudo deve estar embasado por estudos fitossociológicos, organizados por zona ecológica, comparando a similaridade das zonas de acordo com as espécies descritas por estes estudos.

5. CONCLUSÃO

Considerando os fatores pedoclimáticos, o Estado do Rio de Janeiro apresentou 20 zonas semelhantes, que podem ser reduzida para 12 se desconsiderarem as zonas que representam menos de 1% da área estadual.

A zona mais comum foi a 2, que correspondeu a áreas de florestas sub-montanas, com precipitação entre 1000-1500 mm e ocupadas pelas unidades correspondes às ordens dos Latossolos, Cambissolos e Argissolos. Já as zonas 6, 7, 14, 15, 16, 18, 19 e 20 representam juntas somente 1,3% da área total do Estado.

6. RECOMENDAÇÕES

Um estudo mais detalhado dos fatores condicionantes da compartimentação da vegetação, qualitativo e quantitativo, é necessário para que o zoneamento reflita melhor a realidade, redefinindo as variáveis condicionantes da vegetação e como devem ser classificadas.

Este trabalho é uma primeira aproximação. Uma validação do zoneamento necessita ser feita para analisar se a composição florística de cada zona ecologicamente semelhante é homogênea. Isto poderá ser feito com estudos fitossociológicos agrupados por zona ecológica gerada por este trabalho e analisada a sua similaridade. Zonas vizinhas com similaridade de espécies serão agrupadas. Caso as zonas apresentem heterogeneidade florística determinada pelos estudos fitossociológicos, a metodologia do zoneamento necessitará ser reavaliada.

Para se atingir o objetivo da regionalização da produção de sementes florestais não só o refinamento do zoneamento é necessário como também um trabalho junto aos viveiristas, esclarecendo os objetivos do projeto e envolvendo-os participativamente na sua elaboração. Outra ação será junto a secretaria estadual do ambiente que aceitando o zoneamento final, obrigarão os projetos de reflorestamentos com espécies nativas visando a recomposição ambiental, sejam realizados com as mudas de viveiros participantes do zoneamento, da mesma zona ecológica onde o reflorestamento está inserido.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. **Lei N° 6938** de 31/08/1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente.

BRASIL. **Decreto N° 4297** de 10/07/2002. Estabelece critérios para o zoneamento ecológico econômico.

CALDAS, Aiga Jucy Fuchshuber da Silva. **Geoprocessamento e análise ambiental para a determinação de corredores de hábitat na Serra da Concórdia, Vale do Paraíba – RJ**. 2006. Dissertação (Mestrado) – UFRRJ, Seropédica, RJ.

CÂMARA, G. & MEDEIROS, J. S. Mapas e suas representações computacionais In: ASSAD, E. D. & SANO, E. E. In: **Sistema de informações geográficas: aplicações na agricultura**. Brasília: Embrapa, 1998. p. 13-29.

CPRM, COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS. Serviço geológico do Brasil. **Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: CPRM, 2001. 1 CD-ROM.

COSTA, Marcos Heil. **Classificação climática**. 1ª ed. Viçosa: Engenharia na agricultura, 1994. 12p. (Caderno didático, 18).

EMBRAPA. Centro nacional de pesquisa em solos. **Procedimentos normativos de levantamentos pedológicos**. 1ª ed. Brasília: Serviço de produção de informação, 1995. 116p.

EMBRAPA. Centro nacional de pesquisa em solos. **Mapa de solos do Brasil**. Disponível em <www.cnps.embrapa.br/solos/sigweb.html>. Acesso em 2 de julho de 2007.

HIGA, Antônio Riroyei. SILVA, Luciana Duque (Coord.). **Pomar de sementes de espécies florestais nativas**. 1ª ed. Curitiba: Fupef, 2006. 266p.

INSTITUTO FLORESTAL. **Inventário florestal da vegetação natural do Estado de São Paulo**. 1ª ed. São Paulo: Imprensa Oficial, 2005. 200p.

LERF, ESALQ. Projeto Matrizes de Árvores Nativas. Disponível em: <www.lerf.esalq.usp.br/matapre.php> Acesso em: 27 de agosto de 2007.

MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. Secretaria Geral. **Projeto Radam Brasil**, Folhas SF 23/24 Rio de Janeiro / Vitória. 1ª ed. Rio de Janeiro, 1983. Volume 32, 775p. (Série Levantamentos de recursos naturais).

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DA AMAZÔNIA LEGAL. **Detalhamento da metodologia para execução do zoneamento ecológicoeconômico pelos estados da Amazônia Legal**. Brasília: MMA, 1997. 43p.

NASA. Jet Propulsion Laboratory. Data products. Disponível em <<http://www2.jpl.nasa.gov/srtm/dataprelimdescriptions.html>>. Acesso em 1 de agosto de 2007.

OLIVEIRA-FILHO, Ary T. Patterns of Floristic Differentiation among Atlantic Forests in Southeastern Brazil and the Influence of Climate. **Biotrópica**, volume 32, fascículo 4, 793 – 810p, out, 2000.

RIO DE JANEIRO, Governo do Estado do, Secretaria de Estado de meio ambiente e desenvolvimento urbano, **PDRHBG, Plano diretor de recursos hídricos da região hidrográfica da Baía de Guanabara**, outubro de 2005.

RIO GRANDE DO SUL, Governo do Estado do, Secretaria Estadual do meio ambiente, **Zoneamento ambiental para atividade de silvicultura**, janeiro de 2007. Volume 1. 78p.

RMA, Rede de ONGs da Mata Atlântica. **Dossiê Mata Atlântica**. 2001. ISSN 85-85994-11-4. Disponível em CD-ROM.

SÃO PAULO, Governo do Estado de, Secretaria de meio ambiente, **Resolução SMA Nº 47 de 26 de novembro de 2003**. 19p.

SILVA, Ardemiro de Barros. **Sistema de informações geo-referenciadas: conceitos e fundamentos**. 1ª ed. Campinas: Editora Unicamp, 2003. 236p.

XAVIER DA SILVA, J. **Geoprocessamento para análise ambiental**. Rio de Janeiro: edição do autor, 2001. 227 p.

ZOLNIER, Sérgio. **Zoneamento climático**. 1ª ed. Viçosa: Engenharia na agricultura, 1994. 14p. (Caderno didático, 20).