



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO - UFRRJ
INSTITUTO DE FLORESTAS - IF
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AMBIENTAIS - DCA

ZONEAMENTO EDAFOCLIMÁTICO DE ESPÉCIES DE EUCALIPTO NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

TAMÍRES PARTÉLLI CORREIA

ORIENTADOR: PROF.DR. GUSTAVO BASTOS LYRA

RIO DE JANEIRO - RJ

JANEIRO - 2014



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

Tamíres Partélli Correia

**ZONEAMENTO EDAFOCLIMÁTICO DE ESPÉCIES DE EUCALIPTO NO ESTADO
DO RIO DE JANEIRO**

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

Sob a orientação do professor

Gustavo Bastos Lyra

SEROPÉDICA, RJ
JANEIRO - 2014



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE FLORESTAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

**ZONEAMENTO EDAFOCLIMÁTICO DE ESPÉCIES DE EUCALIPTO NO ESTADO
DO RIO DE JANEIRO**

Tamíres Partélli Correia

Monografia aprovada em 23 de Janeiro de 2014

Banca Examinadora:

Prof.Dr. Gustavo Bastos Lyra - UFRRJ
(Orientador)

Prof.Dr.Rafael Coll Delgado - UFRRJ

Prof. Emanuel José Gomes de Araújo - UFRRJ

*“O que foi feito amigo
De tudo que a gente sonhou?
O que foi feito da vida?
O que foi do amor?”*

*Quisera encontrar
Aquele verso menino que escrevi
Há tantos anos atrás (...)
Se muito vale o já feito
Mais vale o que será*

*E o que foi feito é preciso conhecer
Para melhor prosseguir*

*Falo assim sem tristeza
Falo por acreditar
Que é cobrando o que fomos
Que nós iremos crescer*

*Outros outubros virão
Outras manhãs plenas de sol e de luz...”*

O que foi feito de Vera. Elis Regina.

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho a minha mãe Carolina Partélli, aos meus Tios Paulo R. Partélli e Elias M. Partélli, minha irmã Ana Karoline P. Correia, pelo apoio, incentivo e carinho sempre.

AGRADECIMENTOS

À DEUS, por permitir a realização desse trabalho, por me conceder luz em todas as etapas da graduação.

À minha família, pelo apoio constante, principalmente minha mãe Carolina Partélli, meus tios, Paulo Roberto Partélli e Elias Messias Partélli, e minha irmã, Ana Karoline P. Correia, que não mediram esforços, para que eu concluísse a graduação.

À minha madrinha, Ana Izabel Partelli Peccini, minha primeira educadora, por ter me acompanhado em todas as etapas da minha formação acadêmica, pelo incentivo, bons conselhos, pela amizade, agradeço!

Ao Prof. Dr. Gustavo Bastos Lyra, meu orientador, pelos quase cinco anos de muito trabalho, paciência, conselhos, incentivos, pela confiança e amizade, por ter acreditado no meu potencial, agradeço! Sem os seus ensinamentos, tão pouco teria realizado esse trabalho.

Aos meus Amigos do Espírito Santo, que, mesmo com a distância, souberam cultivar a amizade. Em especial a Lara, Jumara, Luana, Raísa, João Paulo (primo), Érica, Tiago, Paulo Júnior, Edvandro, Júnior (primo), Dean e Geraldo.

À Associação Brasileira dos Estudantes de Engenharia Florestal-ABEEF, por toda formação, pelo sentido dado ao curso de graduação, por ter me proporcionado ser uma pessoa mais crítica e atuante. Pelos amigos que tive a oportunidade de conhecer, que são agora, sobretudo, Companheiros! Em especial, Thiago Pará, Rafael J. Sampaio, Oclizio, Renato, Ramon, Lucas, Raíza, André, Úrsula, San, Tito, Chico, Anne, Marcos, Uakiti, Cibeli. Vocês tornaram a vida na Rural muito mais graciosa, alegre e importante. Pelos seminários, cursos, reuniões, passeios, congressos, encontros... Como poderia me esquecer!

A todos da minha Turma (2009-1), pela acolhida, pelos momentos de dificuldade superados juntos, pelos encontros alegres, pelas caronas de bike, por todas as ajudas nas matérias, por todo carinho e amizade, Vocês foram minha grande família na Rural! Em especial a Úrsula, pela presença constante! Ao grande figura da turma, Rafael, pela amizade, pelas histórias e principalmente por deixar a graduação mais descontraída! Agradeço ainda àqueles que compartilharam algumas horinhas no estágio, Allana, Camila, Barbara (babi)! Ao Murilo pelo grande coração, e por estar sempre disposto a ajudar! Ao Rodrigo Hottz Caúla pela amizade e muitos momentos de alegria e desesperos nas matérias. Agradeço ainda ao Alessandro, por toda paciência e ensinamento principalmente nos últimos trabalhos e provas do curso!

À Raíza, minha grande irmã, pelo ótimo convívio no alojamento, pela companhia e Amizade! Por estar sempre pronta para o der e vier! Por ter me recebido na sua família e dividido até o carinho dos pais, agradeço!

Ao Andre pelo carinho, camaradagem, apoio em todos os momentos que precisei, pelas motivações nas horas mais desesperadas!

Ao Thiago (Latino) primeiro grande amigo na Rural, por ser a pessoa que eu sempre conto para tudo! Pela amizade, compreensão, apoio e carinho!

Agradeço aos amigos que fizeram parte do movimento estudantil da Rural neste período, que me ensinaram que não basta só se incomodar, precisamos ir à luta! Por terem deixado o curso

tão intenso! Em especial ao Cléssio (Mineiro), Carla da floresta, Larissa, Cleybson, Aline, Sashia, Renata, Estela.

Aos amigos que fizeram parte da gestão Nativa, por ter partilhado sonhos e acreditado na ação! Afinal, fazer é a melhor maneira de dizer! Em especial, Caio, Marcelle, Carlos Magno, Mateus (mineirinho), Allana, Carlinha (turma), Camila e Rafael Eloy. Grandes Amigos!

Aos Ilustres Professores do Instituto de Florestas, em especial ao Alexandre Monteiro de Carvalho, Tiago Böer Breier, Eduardo V. da Silva, Natália Dias de Souza, José Francisco de Oliveira Junior, Lucas Amaral de Melo, Emanuel J.G de Araújo, Paulo Sergio dos Santos Leles e Roberto Carlos Costa Lelis por estarem sempre dispostos a ajudar nas atividades dos estudantes e acreditarem no nosso potencial.

Aos amigos Cláudio, Carmen, Jorge, Lígia, Greycon, Liliane (Lili), Patrícia, Tião, Neide, Natali, Francisco e Mendes, Eliezer sem o trabalho, presença e sorriso de vocês a vida acadêmica não teria o mesmo brilho.

Aos Professores Rafael Coll Delgado, Emanuel José Gomes de Araújo, Marco Antonio Monte e Ednaldo Oliveira dos Santos por terem aceitado o convite para a banca da monografia.

Ao amigo Anderson Amorim pela paciência e ajuda para gerar os resultados desse trabalho. Valeu, você é quase o cara!

Aos Amigos do Alojamento, pelas visitas, cafés, almoços nos finais de semana, pelas boas conversas, conselhos, surpresas, pelas matérias emprestadas. Em especial a Ana Amélia dos Santos Cordeiro, minha segunda mãe, pelo cuidado e carinho, a Daniele Paes (minha veterana), Tafarel, Romário e Airton.

Ao Ananias por ter me acompanhado durante boa parte da graduação, pelo companheirismo e por me fazer acreditar que, no final, sempre dá tudo certo!

A todos que contribuíram para a minha formação e para realização desse trabalho!

À Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ, pelo ensino de qualidade, comprometimento, pelas oportunidades e pelos amigos!

RESUMO

RESUMO: A produção de matéria prima no estado do Rio de Janeiro é insuficiente para atender a demanda interna de madeira, necessitando mapear áreas potenciais para o cultivo de espécies florestais comerciais. Entre as espécies mais cultivadas no Brasil, se destacam as do gênero Eucalipto, por serem apropriadas para a geração de múltiplos produtos da madeira e se desenvolverem em condições diversas de solo e clima. O objetivo do presente trabalho foi realizar o zoneamento Edafoclimático de seis espécies de Eucalipto. O zoneamento climático para as espécies foi determinado pelo cruzamento dos mapas de aptidão térmica e hídrica (DEF e precipitação). Os mapas de aptidão foram gerados com auxílio do SIG *Geographic Resources Analysis Support System* (GRASS). As espécies em estudo apresentaram grande potencialidade para o cultivo em todo o estado do Rio de Janeiro, pois possuem tolerâncias e exigências distintas as condições ambientais. No entanto, A espécie *E. citriodora* foi considerada a com maior área apta para o estado, expressivamente para as regiões Sul, Metropolitana, Noroeste e Serrana, e o *E.saligna* mostrou-se pouco apta para todo estado, com apenas pequenas áreas localizadas mesorregião Sul, Metropolitana, Centro e Baixadas. Entre os fatores edafoclimáticos analisados, o déficit hídrico foi o que mais restringiu a aptidão das espécies.

Palavras-chaves: Eucalipto, Zoneamento, SIG.

ABSTRACT

The production of raw materials in the state of Rio de Janeiro is insufficient to meet domestic demand for wood, needing to map potential areas for growing commercial forest species. Among the species most widely cultivated in Brazil, we highlight the genus *Eucalyptus*, being suitable for the generation of multiple products of wood and thrive under different conditions of soil and climate. The aim of this study was to make the edaphoclimatic zoning of six eucalyptus species for the Rio de Janeiro state . The climatic zoning for the species was determined by the intersection of suitability maps thermal and hydro (DEF and precipitation). Suitability maps were generated with the aid of GIS Geographic Resources Analysis Support System (GRASS). The species studied showed great potential for cultivation in the whole state of Rio de Janeiro, because they have different requirements and tolerances environmental conditions. However, the *E. citriodora* species was considered the one with the greatest able area for the state, significantly for the Southern middle region, Metropolitan, Northwest and Mountainous regions, and *E.saligna* showed little able for the whole state, with just some small areas located in the Southern middle region, South, Metropolitan, Center and Baixada Fluminense. Among the edaphoclimatic factors analyzed, the water deficit was the one which restricted the suitability of the species

Keywords: *Eucalyptus*, Zoning, GIS

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	xi
LISTA DE TABELAS	xii
1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVO GERAL.....	2
2.1 Objetivos Específicos	2
3. REVISÃO DE LITERATURA	3
3.1 O Setor Florestal brasileiro.....	4
3.2 O Setor Florestal no estado do Rio de Janeiro.....	6
3.3 Eucalipto.....	6
3.4 Zoneamento.....	8
3.5 Características fisiográficas do estado do Rio de Janeiro.....	10
4. METODOLOGIA	12
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	19
6. CONCLUSÕES.....	31
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	32

LISTA DE FIGURAS

	pag
Figura 1 - Áreas de Florestas plantadas por Estado.....	3
Figura 2 - Porcentagem de empresas por elo de consumo de produtos florestais no Rio de Janeiro.....	5
Figura 3 - Principais pólos industriais consumidores de madeira regionais.....	5
Figura 4 - Mapa do estado do Rio de Janeiro com as divisões políticas do IBGE.....	12
Figura 5 – Mapa com a distribuição espacial das estações pluviométricas utilizadas.....	15
Figura 6 – Distribuição espacial das estações utilizadas para Temperatura.....	16
Figura 7 – Fluxograma com os passos referentes a cada etapa do zoneamento Edafoclimático.....	18
Figura 8 - Distribuição da precipitação média Anual para o estado do Rio de Janeiro.....	19
Figura 9 – Distribuição da temperatura média Anual para o estado do Rio de Janeiro.....	20
Figura 10 - Distribuição do Déficit Hídrico Anual para o estado do Rio de Janeiro.....	21
Figura 11 – Distribuição das classes de solos para o estado do Rio de Janeiro.....	22
Figura 12 –Mapa de hipsometria do estado do Rio de Janeiro.....	23
Figura 13 – Zoneamento Edafoclimático para <i>E. grandis</i>	24
Figura 14 – Zoneamento Edafoclimático para <i>E. camaldulensis</i>	25

Figura 15 – Zoneamento Edafoclimático para <i>E.citriodora</i>	26
Figura 16 – Zoneamento Edafoclimático para <i>E.cloeziana</i>	26
Figura 17 - Zoneamento Edafoclimático para <i>E.urophilla</i>	27
Figura 18 - Zoneamento Edafoclimático para <i>E.saligna</i>	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Exigências Edafoclimáticas de Cada Espécie de Eucalipto Seleccionadas para o Estudo.....	13
Tabela 2. Áreas Aptas e Inaptas de Cada Espécie de Eucalipto para cada região do Rio de Janeiro.....	29
Tabela 3. Áreas Aptas e Inaptas de cada Espécie de Eucalipto para o Estado do Rio Janeiro.....	30

1. INTRODUÇÃO

O eucalipto (*Eucalyptus sp*) passou a ser cultivado intensivamente no Brasil na década de 50, sobre tudo pelos incentivos fiscais do governo, para suprir a demanda de madeira necessária ao início do processo de industrialização do País, e se adaptou bem as condições climáticas brasileiras (BRITO & BARRICHELO, 1979). Desde que foi estabelecido, o eucalipto, passou a ser referência nos estudos e nos programas de melhoramento genético, devido ao seu rápido crescimento e os múltiplos usos da madeira (CARVALHO, 2006).

As espécies do gênero são utilizadas para dormentes, construção civil, chapas, painéis, carvão, celulose, papel, energia, extração de óleos essenciais, mourões, postes e recentemente empregadas também na indústria de móveis finos (WILCKEN et al., 2008). Essa versatilidade da madeira justifica a prevalência do plantio do eucalipto em relação às outras espécies florestais (PALUDZYSZYN FILHO et al., 2006). Segundo BRACELPA (2010), 84% das florestas plantadas no Brasil correspondem a cultivos de eucalipto. A área plantada com o gênero no País totalizou 4.754.334 ha, sendo que 55,8% estavam concentrados na região Sudeste (ABRAF, 2011).

O setor florestal é responsável por 5 % do Produto Interno Bruto – PIB, US\$3 bilhões em impostos e US\$16 bilhões em exportações (segundo maior em superávit comercial), e fornece emprego para mais de 2 milhões de pessoas. Contudo, Valverde (2009) destaque o País ainda subutiliza o potencial do setor. No estado do Rio de Janeiro a área reflorestada existente é de apenas 18.427 ha, que corresponde a 0,42% da área total do Estado, e menos de 0,1 % da área de florestas plantadas no País (PAULA et al., 2012). O Rio de Janeiro se destaca no cenário nacional, sendo um grande importador de madeira para os mais diversos fins do setor econômico (AMORIN et al., 2012).

Os cultivos florestais são diretamente dependentes dos fatores ambientais, como precipitação, temperatura, umidade do ar, radiação solar, vento e umidade do solo (PEREIRA et al., 2002). Esses fatores associados ao tipo de sítio florestal exercem influência no crescimento em diâmetro, altura e volume das árvores, o que interfere na escolha da espécie a ser cultivada.

Para fase de sobrevivência da muda no campo, assim como, para o crescimento e produção, o estresse por falta ou excesso de água é fator restritivo ao crescimento e produção vegetal (TOLEDO, 2012). Assim, o conhecimento das condições edafoclimáticas da área e características da espécie permitem um maior sucesso físico e econômico, independente da finalidade do povoamento florestal.

O déficit de água provocado por fatores externos a planta pode ser tornar irreversível à medida que o estresse aumenta, sendo considerado um estado que deixa de ser ótimo para as plantas. Além de influenciar nas trocas gasosas, também afeta seriamente a produção de biomassa (PIMENTEL, 2004).

Nesse contexto, o zoneamento edafoclimático consiste em avaliar os principais fatores que podem afetar o estabelecimento, crescimento e máxima produção da cultura, a fim de se obter um diagnóstico sobre a aptidão de determinado ambiente para o plantio da espécie em questão e auxiliar no manejo adequado (NAPPO, 2005).

A expansão das áreas de cultivo, principalmente em regiões com grandes centros urbanos como São Paulo e Rio de Janeiro deve ser feita de forma a possibilitar melhor aproveitamento do espaço físico, e minimizar os impactos ao meio ambiente, dessa forma (FRANCELINO et al., 2012).

2. OBJETIVOS

2.1 Geral

Realizar o zoneamento edafoclimático para seis espécies de eucalipto no estado do Rio de Janeiro.

2.2 Específicos

Elaborar os mapas de temperatura do ar, precipitação, déficit hídrico anual e de hipsometria para o estado do Rio de Janeiro;

Identificar as regiões aptas ao cultivo de espécies de eucalipto em função das características edafoclimáticas do estado do Rio de Janeiro;

Definir a espécie com maior área de aptidão no Estado do Rio de Janeiro.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 O Setor Florestal Brasileiro

O Brasil possui cerca de 7,2 milhões de hectares de florestas plantadas. Entre as espécies cultivadas no País, se destacam as dos gêneros *Eucalyptus* e *Pinus*, que representam 92,8% do total, esta área corresponde a apenas 0,84% da área do País e a 1,55% da área total das florestas. Em 2012 a área referente aos povoamentos de *Eucalyptus* e *Pinus* chegou a 6.664.812 ha, sendo que 76,6% são referentes a plantações de Eucalipto, a expectativa é que diminua a área de *Pinus*, em prol da substituição com plantios de Eucalipto (ABRAF, 2013). Além do eucalipto, as espécies florestais que fazem parte da composição de florestas plantadas são: Acácia (*Acaciamearnsii* / *Acaciamangium*) com 2,12%; Seringueira (*Hevea brasiliensis*) com 2,36%; Paricá (*Schizolobiumamazonicum*) com 1,22%; Teca (*Tectona grandis*) com 0,97% e Araucária (*Araucaria angustifolia*) com 0,16% do total de florestas plantadas.

Os estados de Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Bahia, Santa Catarina, Mato Grosso do Sul e Rio Grande do Sul (Figura 1), detém aproximadamente 87,1% da área total de plantios florestais no País. O principal destino da madeira oriunda de reflorestamento é para o setor de papel e celulose, com 72,5% do destino da madeira e o segundo lugar para carvão vegetal, com 19,5% e em seguida 7,3% para painéis de madeira industrializados.

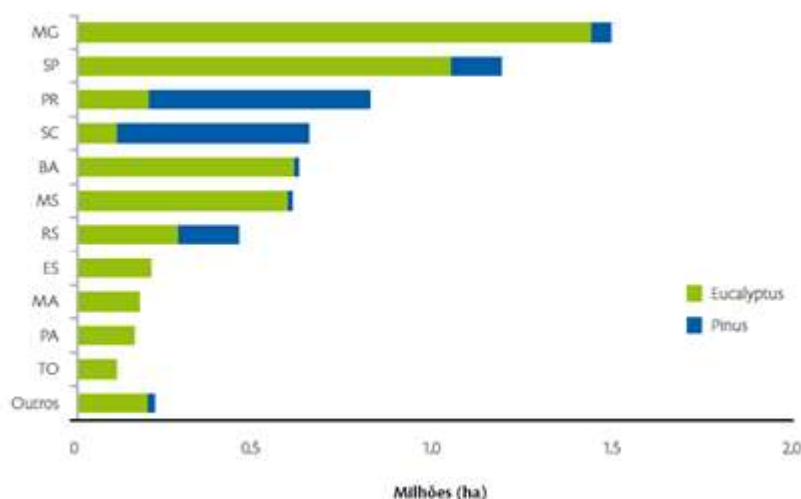


Figura1: Áreas de florestas plantadas por Estado. Fonte: ABRAF (2013)

A produtividade do setor florestal brasileiro faz com que o país se destaque internacionalmente, tanto no plantio de coníferas, como de folhosas. Além dos fatores ambientais favoráveis, técnicas como melhoramento genético de sementes e clonagem de espécies florestais tem contribuído para o aprimoramento da produção.

Sob o ponto de vista social em 2012, estima-se que o setor florestal manteve 4,4 milhões de postos de empregos, incluindo empregos diretos (0,6 milhão), empregos indiretos (1,3 milhões) e empregos resultantes do efeito-renda (2,4 milhões), distribuídos entre os setores de apoio a produção florestal, desdobramento da madeira, produção de celulose e papel, produção de estruturas e artefatos de madeira, produção floresta com florestas nativas e plantadas e na produção moveleira (ABRAF, 2013). De acordo com dados do IBGE (2012), até 2011 a quantidade e o valor de madeira em tora proveniente de florestas nativas e plantadas em quantidade atingiram 62.500 m³ para floresta nativa e 210.615 m³ para floresta

plantada, no total de 273.115 m³. A produção anual (1.000 t) de papel e celulose em 2011 atingiu 24.789 m³ e madeira serrada o total de 4.989 m³ em 2010.

Em comparação com os outros países, em relação à área de florestas plantadas, o Brasil ocupa a oitava colocação. China, Estados Unidos Rússia lideram o ranking. Sob o aspecto ambiental as florestas plantadas reduzem as pressões sobre as florestas nativas, o que permite subsequente que florestas naturais sejam mais bem protegidas e conservadas.

3.2 O Setor Florestal no estado do Rio de Janeiro

A produção de madeira no estado do Rio de Janeiro abastece apenas 10,6% da demanda interna de madeira, sendo que 89,6% da madeira utilizada vêm de outras regiões fornecedoras de produtos de base florestal, como os estados de Santa Catarina, Paraná São Paulo. Os produtos importados são principalmente madeira serrada, painéis compensados e painéis industrializados, exclusivamente produzidos a partir de plantios florestais. Os estados da Bahia, Espírito Santo e Minas Gerais são os principais fornecedores de lenha, carvão vegetal, celulose, cavaco e resíduos madeireiros. A madeira serrada de florestas nativas tem origem principal nos estados do Mato Grosso, Pará, Rondônia e em menor escala Acre e, Roraima e Maranhão. Os plantios florestais existentes no Rio de Janeiro destinam-se basicamente ao abastecimento de empresas que consomem lenha e carvão vegetal, bem como à produção de mourões e de madeira serrada.

O mercado consumidor de produtos de base florestal no Rio de Janeiro está organizado em quatro elos: transformação primária, transformação secundária, comércio varejista e consumo final, o elo de transformação primária é o menos representativo, com apenas 3,6% do total de empresas de base florestal no estado, as indústrias desse elo são serrarias, usinas de tratamentos de madeira, processamento primários entre outros. O elo de transformação secundária, são prioritariamente para produzir embalagens, caixarias, móveis, formas para concreto e ferro gusa, e representa 13,6% do total das indústrias. Já o elo comércio varejista, é o principal responsável por dinamizar o fornecimento de madeira, representa 52,2% do total de indústrias (Figura 2). No comércio varejista se destaca vendas para construtores, rede de materiais de construção e distribuidoras que fazem o abastecimento da população para diversos usos.

No elo industrial e doméstico, se destaca o consumo de madeiras para construção civil e indústria para geração de vapor e energia. A nível Nacional, o estado do Rio de Janeiro se destaca pelo consumo de compensados, chegando a 27% do total consumido no país. O Brasil consome de compensado 44.674.819 m³ em quanto que o Rio de Janeiro consome 976.899 m³.

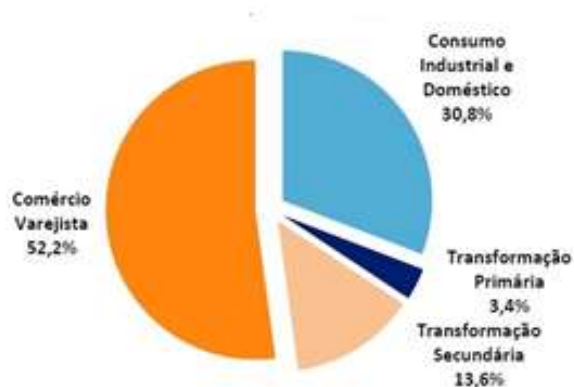


Figura 2: Porcentagem de empresas por elo de consumo de produtos florestais no Rio de Janeiro. Fonte: FIRJAN (2013)

Em relação aos pólos industriais regionais, a região mais representativa é Campos dos Goytacazes, com 16% das industriais do Estado, com pólos específicos para cerâmica. No pólo ceramista destaca-se ainda Itaboraí e Duque de Caxias. A região Metropolitana do Rio de Janeiro concentra 29% dos comércios varejistas, com revendas de madeira. Já os municípios de Barra Mansa, Cantagalo e Santo Antônio de Pádua destacam-se pelo porte das indústrias papelarias e siderurgia (Figura 3).

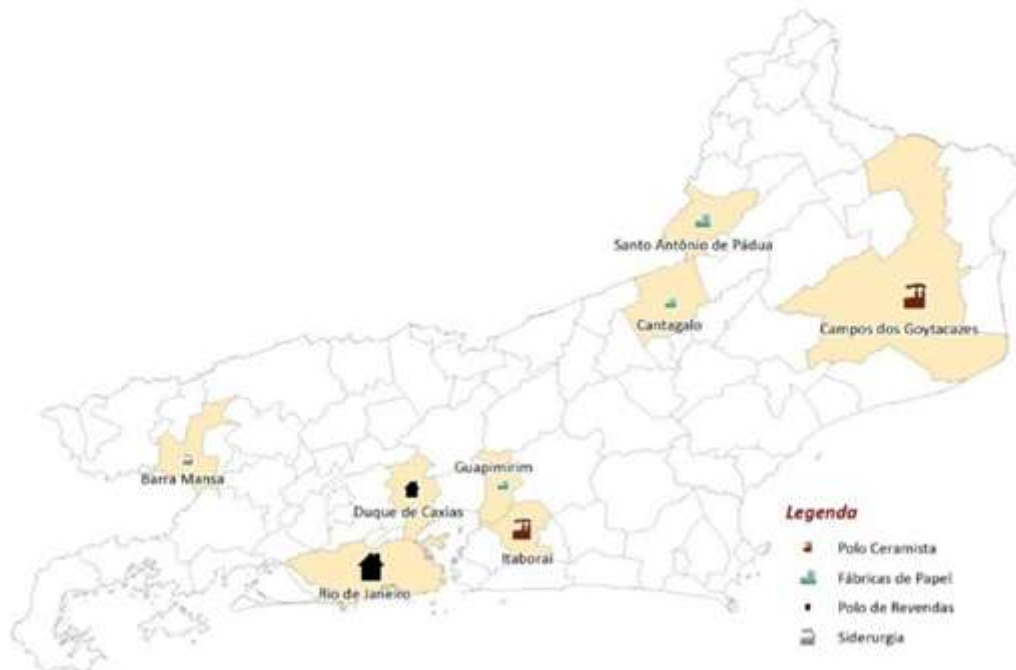


Figura 3: Principais pólos industriais consumidores de madeira regionais. Fonte: FIRJAN (2013).

No ano de 2012 a estimativa de movimentação do setor florestal no Rio de Janeiro, foi de importância socioeconômica demais de R\$ 502 milhões (equivalente a 60% do valor bruto da produção agrícola do Estado), garantiu o emprego de aproximadamente 30 mil pessoas e arrecadou para os cofres públicos um montante próximo a R\$ 132 milhões (ABRAF, 2013).

Em relação a legislação do estado do Rio de Janeiro sobre a implantação de povoamentos de espécies florestais para fins comerciais, existe a lei 4063/2003 que determina a realização do zoneamento ecológico-econômico no Estado, e condiciona a introdução de povoamentos em grande escala à elaboração prévia do mesmo, sendo que o poder público divide com os proponentes interessados os custos de elaboração do zoneamento nas regiões onde objetivem se instalar.

De acordo com a lei, a liberação do plantio está condicionando ao licenciamento ambiental e ao plantio de espécies nativas em 30% da área plantada ou 10% se já houvesse 20% de reserva legal na propriedade. Estabelece também regras para a proteção de nascentes e rios, que proíbem o plantio em suas margens.

No entanto, existe o Projeto de Lei (lei N°383/2007) que altera os procedimentos relativos à implementação do zoneamento ecológico-econômico, eliminando a obrigatoriedade dos proponentes dos projetos de implantação, em dividir os custos da realização do mesmo com o poder público, passando todo o ônus para o Estado. Esse Projeto de Lei (PL) divide o estado em 10 regiões hidrográficas, para as quais, em alguns casos, elimina a necessidade de licenciamento ambiental, mantendo a necessidade de EIA-RIMA (Estudo e Relatório de Impacto Ambiental) apenas para as áreas superiores a 250 ha. Além disso substitui o zoneamento estadual que prevê as áreas que podem ser ocupadas com plantios por um zoneamento regional, essa nova forma de zoneamento foram mais significativo para as áreas nas mesorregiões norte e noroeste do estado (Rede Alerta contra o Deserto Verde, 2007).

3.3 Eucalipto

O eucalipto é uma espécie arbórea pertencente à família das Mirtáceas e nativa da Austrália. São mais de 670 espécies conhecidas apropriadas para cada finalidade de aplicação da madeira e que se desenvolvem em condições diversas de solo e clima (RAPASSI et al., 2008), por isso se apresenta como uma cultura que apresenta grande potencialidade para atender a demanda de matéria-prima para diversas finalidades industriais, o que o torna extraordinário na silvicultura. A taxa de crescimento das espécies do gênero, o tornou, há muito tempo o mais exportado para países que precisam repor suas árvores (MIGUEL, 2009). Atualmente, o Brasil lidera a produção mundial de derivados de eucalipto, e nos próximos dez anos, estimam-se investimentos de US\$ 20 bilhões, principalmente para ampliar a área de florestas plantadas, a expectativa é expandi-la em 45% (BRACELPA, 2010). O Brasil também já domina as tecnologias mais avançadas do cultivo do gênero, em razão disso obtêm os mais altos índices de produtividade, quando comparado com outros gêneros e outros países (SANTOS, 2012).

No Brasil, a cultura de eucalipto teve início nos primeiros anos do século XX, apesar de sua introdução inicial ter sido no século anterior, quando a planta era utilizada como quebra-ventos, para fins ornamentais, e na extração de óleo vegetal. No entanto, para concretização do desenvolvimento no País, demandou-se principalmente de recursos naturais, entre eles de recursos madeireiros para as construções nas cidades, de estradas e ferrovias e para indústrias siderúrgicas e de papel celulose que estavam em franca expansão (WILCKEN et al., 2008).

Na década de 50 e 60, a produção florestal e o suprimento de madeira estavam no centro das atenções de profissionais e do governo brasileiro. A preocupação com uma possível escassez de madeira para o mercado interno, assim como para o mercado internacional, fez com que o governo cria-se uma intensa política de incentivo fiscal para o reflorestamento, com a sanção da Lei n° 5.106 de 1966, com os incentivos fiscais recolhidos ao Fundo de Investimento Setorial e aplicados mediante a aprovação de projetos apresentados

ao então Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal – IBDF (ALMEIDA, 2008). Nesta época já haviam sido realizadas as primeiras experiências de plantio de espécies arbóreas exóticas no Brasil, destacando os trabalhos de Edmundo Navarro de Andrade na Antiga Companhia Paulista de Estradas de Ferro. Os primeiros estudos científicos com eucalipto no Brasil tinham sido em 1904, logo adiante viu a necessidade de plantios que tivesse certa homogeneidade para melhorar a produção, foi assim que em 1941 convocou Carlos Arnaldo Krug do Instituto Agrônomo de Campinas - IAC (Campinas) para desenvolver um programa de melhoramento genético, por volta de 1965, a área de plantio no Brasil aumentou de 500 mil para 3 milhões de hectares (CARVALHO, 2006).

A partir dessas experiências foi possível constatar que o eucalipto poderia atender as necessidades de suprimento de madeira, por ser uma espécie de rápido crescimento e produzir madeira na qualidade desejada para os usos requisitados. Inicia-se, então, amplo desenvolvimento e difusão do “reflorestamento” com eucalipto (LIMA, 1996).

No final da década de 1960, a eucaliptocultura expandiu-se para outras regiões. Nessa década surgiu o primeiro grande problema da cultura, o cancro, causado pelo fungo denominado Hodges. Nesta época também se descobriu o grande potencial de híbridos de *E. grandis* x *E. urophylla*, que associavam resistência e reúne as características desejáveis de ambas as espécies em um único indivíduo (VALVERDE, 2009).

As técnicas biotecnológicas também passaram a fazer parte dos programas de melhoramento genético, principalmente o uso de marcadores moleculares, visando à identificação, cultura de tecido e transgenia. Apesar de toda evolução da biotecnologia, a escolha das espécies do gênero potencialmente aptas para o plantio tem se baseado, primeiramente, em critérios climáticos (LOPES, 2009).

Com a evolução das pesquisas, principalmente, em clonagem e melhoramento genético, hoje em dia, pode-se aproveitar todas as partes constituintes do eucalipto, a casca oferece o tanino usado no curtimento do couro, as folhas extraem-se óleos essenciais empregados em produtos de limpeza, alimentícios, perfumes e até em remédios. O tronco fornece madeira para sarrafos, lambris, ripas, vigas, postes, varas, esteios, mastros para barco, tábuas, móveis e carvão para energia. As fibras são utilizadas como matéria-prima para a fabricação de papel e celulose (MORA, 2000).

Os impactos com os cultivos homogêneos dependem do modo como se vai conduzir o processo, devendo se atentar para o bioma de inserção; densidade pluviométrica; tipo de solo; declividade dos solos, distância das bacias hidrográficas e das técnicas agrícolas empregadas (VITAL, 2007).

Segundo Braga et al. (1999) os fatores fisiográficos facilitam a classificação dos sítios, e são de fácil levantamento, uma vez que não se alteram em um intervalo curto de tempo. Para o município de São João Evangelista (MG) os sítios mais produtivos ocuparam áreas de menor declividade e altitude, com maior insolação, e perfis de solo mais desenvolvidos, com horizonte superficial mais estruturado e com relações cálcio/bases trocáveis entre 0,3 e 0,5. As partes altas e com maior declividade, são de difícil mecanização, mais sujeitas a erosão e perda de solo, problematiza a exploração e o manejo sustentável do povoamento, além de ter menor potencial produtivo.

Portanto, o cruzamento dos fatores que influenciam na produção é que definem o padrão de desenvolvimento de uma cultura (SANTANA, 2008). Corrêa Neto et al. (2007) estudaram a importância sobre a qualidade do ambiente nos plantios comerciais de Eucalipto, e constataram relação entre as propriedades edáficas aos parâmetros de crescimento e produtividade.

O manejo de eucalipto para uso múltiplo deve prever desbastes e desramas e rotações longas, que trazem ainda benefícios ambientais, como redução da exportação de nutrientes e melhoria do sub-bosque (PAULA et al., 2012).

As espécies *E. camaldulensis*, *E. tereticornis*, *E. pellita*, *E. citriodora*, *E. urophyllae* e *E. cloeziana*, vem sendo utilizadas normalmente nos programas de reflorestamento, visando a produção de carvão. Silva et al. (1992) concluíram que a qualidade do carvão produzido e o rendimento, foram determinadas por espécie sob os aspectos das características silviculturais, tecnológicas e dendrométricas, com relação as condições climáticas do ambiente em estudo.

O *Eucalyptus saligna*, quando proveniente de plantios não manejados é indicada para uso geral, sendo mais apropriada para fins energéticos, no entanto, a espécie é mais apropriada para estruturas e painéis à base de fibras. A sua ocorrência natural é desde altitudes próximas ao nível do mar no Sul da Austrália ate 1.100 m em áreas do norte (21°S), em climas temperados a subtropicais. Em relação ao percentual de madeira tratada, o *E. saligna* indicam maiores percentuais de madeira tratável (alburno) do que em comparação com o *E. grandis*, o que torna esses clones mais indicados para tratamento com substâncias preservativas (ALZATE, 2004). As Sementes de *E. saligna* são facilmente encontradas no mercado, sob diversos graus de melhoramento.

O *Eucalyptus grandis* é a espécie de eucalipto mais utilizada em áreas tropicais e de transição para subtropicais no Brasil, na forma pura ou em cruzamentos. Possui rápido crescimento, desde que sob condições ambientais adequadas, e bom incremento volumétrico, boa forma de fuste, boa desrama natural, pequena quantidade de casca, elevado porcentual de cerne e madeira apropriada para múltiplos usos. A madeira é classificada como de resistência média. Foi a espécie que impulsionou expansão da produção de celulose de fibra curta no País, por apresentar genótipos com baixa relação lignina/celulose

A respeito da espécie *E. Cloeziana* tem como característica de destaque a excepcional forma do fuste, o que garante a presença de toras com alto aproveitamento no processamento mecânico, alta densidade e a durabilidade natural da madeira, sendo amplamente utilizada no meio rural e urbano, para atender às necessidades da construção civil, produção de escoras, caibros, mourões e carvão vegetal (BORODOWSKI & SUÁREZ, 2002).

Em plantio de eucalipto os fatores que estão relacionados com o sistema solo-planta-atmosfera são as condições ambientais e os fatores fisiológicos. Carneiro et al. (2008) encontraram discordância entre as coletas, chamadas de “campanhas” em períodos diferentes e puderam constatar que quando os clones de eucalipto foram submetidas a ambientes iguais, a umidade do solo foi o fator que mais exercia influencia no controle da condutância estomática. No entanto, no processo de transpiração as condições ambientais tiveram mais peso, pois mesmo em tratamentos distintos, com e sem irrigação, quem determinou o processo de transpiração foi o que recebeu maior quantidade de energia solar.

3.4 Zoneamento

Silva (2003) definiu o zoneamento como a disposição de áreas homogêneas do ambiente, baseado em alguns aspectos físicos e na determinação de zonas para inserir determinadas culturas de acordo com as características fisiográficas. Para Sperandio et al. (2010) é uma técnica que permite a delimitação de regiões propícias ao desenvolvimento de culturas em condições ambientais e econômicas favoráveis e que estabelece áreas que estão de acordo com aos requisitos legais relativos ao uso e ocupação do solo.

Existem varias propostas de metodologia para se realizar o zoneamento. Pivello et al. (1998) elaboraram uma proposta de zoneamento ecológico para a reserva de Cerrado Pé-de-Gigante-SP. Os autores consideraram as características como: topografia, hipsometria, declividade, orientação de vertentes, atributos geológicos, unidades geomorfológicas, fitofisionomias, clima e solos. Para cruzar as informações utilizaram como suporte o SIG IDRISI e também foram levadas em consideração as questões pertinentes à legislação

ambiental. Os autores ainda afirmam que o zoneamento em unidades de conservação é a primeira etapa para um plano de manejo bem sucedido.

Silva (2003) propôs para melhorar e facilitar a elaboração e diagnóstico dos zoneamentos, as técnicas de análise multivariada que são capazes de relacionarem um amplo conjunto de variáveis ambientais, e o uso dos Sistemas de Informações Geográficas (SIGs). O autor ainda definiu o zoneamento como instrumento que permite conhecer as vocações e fragilidades de um ambiente, e ainda fazer o ordenamento da paisagem, com base nos fatores ambientais dos meios físico, biológico e sócio-econômico, para que a reunião de características semelhantes possam implementar planos, programas, projetos, metas e diretrizes de planejamento ambiental.

Silva (2006) ressalta a importância da integração dos SIG's para o zoneamento, definindo os SIG's como ferramentas eficazes nos processos de pesquisa e planejamento econômico, territorial, ambiental, ecológico e de geração de mapas sínteses.

A Lei federal (nº 6.938/81) também trata o zoneamento como importante instrumento de planejamento, das decisões a ser tomadas relacionadas ao meio ambiente.

No estado do Rio de Janeiro, a Lei nº. 5067 de 2007, que dispõe sobre o zoneamento ecológico-econômico fluminense, orienta para alguns critérios para as atividades silviculturais econômica no estado e endossa a necessidade de mapear áreas qualificadas para esse tipo de atividade em observância às normas estabelecidas, uma vez que tem crescido o número de produtores rurais de diversas regiões do estado interessados no cultivo do eucalipto.

Souza et al. (2002) fizeram a recomendação adequada do uso do solo para bacia hidrográfica do rio Colônia-Bahia, através do zoneamento agroecológico. No zoneamento foram levados em consideração: classes de solo, capacidade de uso, perda de solo em sub-bacias, risco de salinização do solo, relevo e Áreas de Preservação Permanente (APPs), a produção pecuária, a produção leiteira e de gado de corte. A evolução do uso do solo que foi obtida pela comparação de mapas construídos por meio de fotografias aéreas e de imagens do satélite Landsat 5TM. Segundo os autores as ferramentas de geoprocessamento dos *softwares* ArcGis 9.3 e ERDAS 9.2 foram fundamentais para conclusão do trabalho.

Luz (2000) também elaborou uma proposta de zoneamento ecológico para o parque das Furnas do Bom Jesus, em Pedregulho, SP, classificando as subunidades de acordo com a legislação estadual vigente.

Sperandio et al. (2010) geraram o zoneamento climático, com o cruzamento dos mapas de déficit hídrico, dados de precipitação e de temperatura do ar, e também o zoneamento edafoclimático com a sobreposição dos mapas do zoneamento climático aos mapas de solos e por último a sobreposição dos mapas de zoneamento edafoclimático os arquivos contendo as APP's, o que resultou nos mapas de zoneamento agroecológico das espécies de eucalipto aptas ao cultivo no estado do Espírito Santo.

Com os dados de solo, relevo e clima, temperatura do ar e de chuva, e com o auxílio de um SIG, Martorano et al. (1999) elaboraram uma proposta de zoneamento agroecológico baseado na quadrícula para Ribeirão Preto - SP. O zoneamento identificou seis unidades de utilização da área, atendendo sobre a utilidade dos dados atualizados para orientar uma política de desenvolvimento da região. Os autores ressaltaram o SIG como importante ferramenta na integração dos mapas temáticos.

Segundo Couto (1995), a escolha de talhões de alta produção em sítios privilegiados otimiza consideravelmente a produção de madeiras. A eficiência na produção de uma floresta é determinada também pela quantidade de radiação solar interceptada pela copa e pela capacidade de conversão dessa radiação em biomassa, sendo que a disponibilidade de água e nutrientes é essencial.

O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), considerando aspectos biogeofísicos, sócio-econômicos e ecológicos tem elaborado propostas de zoneamentos.

Exemplos podem ser encontrados no Macrozoneamento Geoambiental do estado de Mato Grosso do Sul, no Zoneamento Geoambiental e Agroecológico do estado de Goiás, região Nordeste e no Espírito Santo (disponível em: <http://zee.es.gov.br/>).

Para a realização de um zoneamento direcionado a determinada atividade, primeiramente é necessário determinar os fatores que afetam o potencial de produção. Nesse sentido Paiva et al. (2007) realizou um zoneamento agroecológico de pequena escala para as espécies: *Toonaciliata* (Cedro Australiano), *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus urophylla* na bacia do rio Itapemirim através de dados sobre clima, solo, e de relevo através dos dados SRTM, o aplicativo utilizado foi o SURFER®, e os resultados foram satisfatórios, segundo os autores.

Mendonça et al. (2007) no zoneamento agroecológico para *Araucaria angustifolia*, *Hymenaea courbarile* *Myrocarpus frondosus* para a Bacia Hidrográfica do Rio Itapemirim – ES utilizaram o SURFER como estratégia para cruzar os dados. Apontando para o sucesso do plantio das espécies, o conhecimento das condições de clima e solo da região. Os autores avaliam o zoneamento como alternativa importante para correlacionar os aspectos que afetam o povoamento florestal, como variações de temperaturas, precipitação, redução da umidade relativa do ar, diminuição da intensidade luminosa, profundidade de solos e topografia.

3.5 Características fisiográficas do estado do Rio de Janeiro

O estado foi classificado em seis domínios geoambiental: Planalto do Alto Itabapoana; Depressão do Norte-Noroeste Fluminense, Depressão do Médio Vale do Rio Paraíba do Sul, Planalto da Região Serrana, Região Serrana, Faixa Litorânea. Divididos de acordo com as suas características internas e os impactos da intervenção humana sobre os diferentes tipos de terrenos. Entre as observações algumas áreas devem prioritariamente atender a preservação da mata atlântica, associadas com técnicas que permitem a recuperação e manutenção da fauna e flora, como exemplo, as zonas montanhosas da Região Serrana do estado (escarpa, montanhas, serras e maciços) (DANTAS, 2005).

Em termos gerais, o Estado ainda é alarmante para os graves problemas de ordem socioambientais que podem ser melhorados aproveitando a multiplicidade de potencialidade do Estado para diferentes setores econômicos, entre eles o setor florestal e o ambiental, conforme a capacidade e limitações de cada unidade geoambiental.

O relevo do estado do Rio de Janeiro é complexo, apresentando paisagens de fortes contrastes como planaltos, baías, vales, entre outros. Cerca de 50% do território localiza-se abaixo de 200 m de altitude, 32% entre 200 e 600m, 11% entre 600 e 900m, 6% entre 900 e 1.500m e 1% acima de 1.500m (SANTOS, 2013). As três unidades que compõem a morfologia do Estado são: a Baixada Fluminense, os Maciços Litorâneos e o Planalto. O ponto mais elevado é o Pico das Agulhas Negras, de 2.787 m de altura, localizado na serra da Mantiqueira, região sudoeste do Rio de Janeiro (MARENGO & ALVES, 2005). A serra da Mantiqueira é uma escarpa voltada para o vale do rio Paraíba do Sul, que atravessa o estado. A serra do Mar é outro maciço importante que corta o estado do Rio de Janeiro, ao longo do litoral, eleva-se frequentemente a mais de mil metros de altitude, em particular no trecho conhecido como serra dos Órgãos, onde a pedra do Sino atinge 2.263m. As diferenças de altitudes interferem diretamente em muitos fatores do complexo ambiental, tais como temperatura, precipitação pluvial, umidade, direção e velocidade dos ventos e outros (PEREIRA et al., 2006)

A variabilidade climática do estado do Rio de Janeiro deve-se basicamente aos fatores estáticos com forte influencia local, como relevo complexo, a altitude e o fenômeno da continentalidade, e os dinâmicos, com maior influência regional, como por exemplo, os deslocamentos dos Sistemas Frontais, a migração da Alta Subtropical do Atlântico Sul e a

ocorrência da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) (MONTEBELLER et al. 2007), que associados entre si, caracterizam os índices pluviométricos com padrões de distribuições espacial e temporal distintos, além de influenciar a temperatura do ar (MAIA & ZAMBONI, 2004).

4. METODOLOGIA

4.1 Área de estudo

A área de estudo compreendeu o estado do Rio de Janeiro, situado ao leste da região Sudeste do Brasil, entre as latitudes 20° 45' 54" e 23° 21' 57" S e as longitudes 40° 57' 59" e 44° 53' 18" W. O Estado delimita-se a nordeste com o estado do Espírito Santo, leste-sul com o Oceano Atlântico, norte e noroeste com o estado de Minas Gerais e sudoeste com o estado de São Paulo (Figura 4).

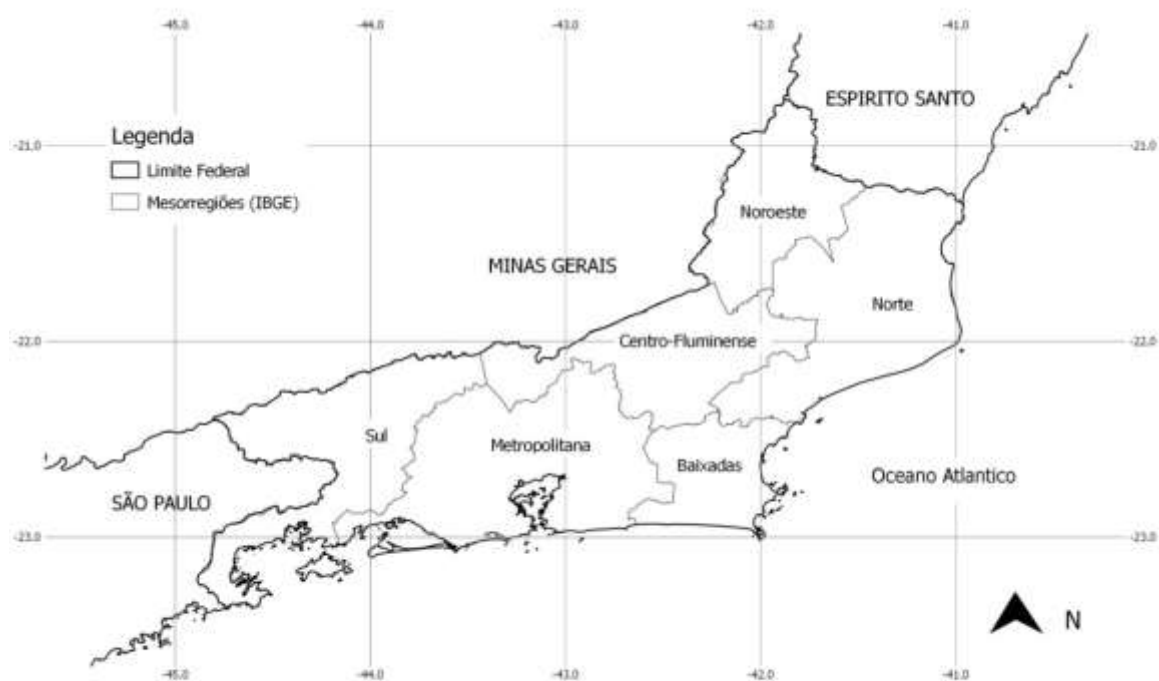


Figura 4: Mapa do estado do Rio de Janeiro com as divisões políticas do IBGE.

4.2 Espécies Seleccionadas

Foram selecionadas seis (6) espécies de Eucalipto, descritas no manual de Reflorestamento do Estado do Rio de Janeiro, elaborado por Golfari (1980). As espécies são as mais comumente plantadas no estado do Rio de Janeiro e no país. Possuem exigências climáticas e edáficas distintas, apresentando boa representatividade das variedades de ambientes no estado e de diversidades de espécies com potencial para reflorestamento.

As espécies escolhidas são: *Eucalyptus calmdulensis*, *Eucalyptus citriodora*, *Eucalyptus cloeziiiana*, *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus saligna* e *Urophila* e estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Exigências Edafoclimáticas de cada Espécie de Eucalipto selecionadas para o estudo.

Espécies	Altitud e Média	Temperatura Média Anual °c	Precipitação Média Anual mm	Déficit Hídrico Anual mm	Geomorfologia	Tipo de Solo
<i>E.camaldulensis</i>	0-300	20-24	800-1200	10-300	Planícies, colinas, morros da baixada fluminense e morros tabuleiros.	Latossolos, solos higromórficos, podzólicos, regossolos, latossolos terciário e aluviais
<i>E.citriodora</i>	0-800	18-24	800-1600	10-300	Planaltos serranos da Bacia média do Rio Paraíba, planícies, colinas, morros da baixada fluminense e morros tabuleiros.	latossolos, solos higromórficos, podzólicos, regossolos, latossolos e podzólicos associados, mediterrâneos (solo com B textural com alta saturação de base), aluviais e latossolos terciários;
<i>E. cloeziana</i>	0-800	18-24	1000-2600	0-60	Planaltos serranos da Bacia média do Rio Paraíba, planícies e colinas da baixada fluminense, morros da baixada fluminense, encostas e colinas sobre as vertentes atlânticas das Serras do mar e dos orgãos	Latossolos, solos higromórficos, subdominantes, podzólicos associados, regossolos, latossolos e podzólicos associados, mediterrâneos (solo com B textural com alta saturação de base), aluviais, litossolos e latossolos associados, solos higromórficos, latossolico, litossolico e podzólicos associados,
<i>E.saligna</i>	0-800	13-18	1500-2400	0-10	região montanhosa das serras do mar e mantiqueira	Litossolos e latossolos associados, e os subdominantes são os solos litólicos e os latossolos
<i>E.urophylla</i>	0-800	18-24	1000-2600	0-100	Planaltos serranos da Bacia média do Rio Paraíba, planícies e colinas da baixada fluminense, morros da baixada fluminense, encostas e colinas sobre as vertentes atlânticas das Serras do mar e dos orgãos e morros tabueiros.	Latossolos, solos higromórficos, podzólicos, regossolos; latossolos e podzólicos associados, mediterrâneos (solo com B textural com alta saturação de base), aluviais, litossolos e latossolos associados, latossolico, litossolico e podzólico associado, latossoloterciario
<i>E.grandis</i>	0-2000	13-24	1000-2600	0-60	Planaltos serranos da Bacia média do Rio Paraíba, planícies e colinas da baixada fluminense, morros da baixada fluminense, encostas e colinas sobre as vertentes atlânticas das Serras do mar e dos orgãos, região montanhosa das serras do mar e mantiqueira	latossolos, solos higromórficos, subdominantes, podzólicos associados, regossolos; latossolos e podzólicos associados, mediterrâneos (solo com B textural com alta saturação de base), aluviais, litossolos e latossolos associados, latossolico, litossolico e podzólico associado,

4.3. Dados meteorológicos utilizados no estudo

4.3.1. Precipitação

As séries climáticas de precipitação pluvial diária para as estações do estado do Rio de Janeiro (RJ), São Paulo (SP), Minas Gerais (MG) e Espírito Santo (ES) próximas à divisa do estado do RJ, foram obtidas no banco de dados da Agência Nacional de Águas - ANA, com auxílio da ferramenta HIDROWEB (<http://hidroweb.ana.gov.br>) e do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). A pré-seleção das estações disponíveis nessas bases foi baseada no critério de tamanho das séries e ano de início. Foram consideradas nas análises apenas séries superiores ou iguais a 20 anos e com início a partir de 1960. Esses critérios visaram selecionar séries em períodos homogêneos e, que possam representar parte da influência dos principais modos de variabilidade climática (e.g. El Niño / Oscilação Sul - ENOS e Dipolo do Atlântico) atuantes na região Sudeste.

As séries diárias e os acumulados mensais de chuva foram tabulados em uma planilha do Excel[®], para determinar os acumulados e o número de dias com chuva decendial, mensal e anual. As análises exploratórias (*box-plot* mensais e histograma) das séries mensais das estações foram realizadas com auxílio do programa estatístico InStatClimatic +3.36 (STERN et al., 2005). Essas análises permitiram identificar *outliers* mensais, além da média e mediana, desvio padrão, valores extremos e os intervalos interquartis. Os *outliers* e os valores entre os intervalos interquartis, além dos valores extremos de chuva de cada mês e estação foram posteriormente comparados com a tendência média da precipitação de estações com precipitações homogêneas da estação em análise, os dados discrepantes foram retirados das series.

Para o conjunto de estações do RJ, a identificação das estações com precipitações homogêneas foi realizada com a técnica de análise de agrupamento - AA (*Cluster*), que é uma técnica usual de análise estatística multivariada, no qual se associa a cada posto um vetor de dados contendo as características e/ou estatísticas locais. Na AA utilizou-se o método hierárquico aglomerativo de *Ward*, que tem como medida de dissimilaridade a distância euclidiana ao quadrado.

Definidos os grupos de estações com precipitações homogêneas, foi gerada uma matriz de correlação das precipitações mensais das estações de cada grupo. Para cada estação foram identificadas entre três e cinco outras estações do mesmo grupo e que apresentaram o *coeficiente de correlação de Pearson* (r) acima de 0,7, sendo escolhidas preferencialmente aquelas que apresentaram este coeficiente o mais próximo possível de 1,0. Os valores médios das observações (X_i) das precipitações das estações com essas características foram considerados como representativos da tendência climática e, assim comparados com as observações (Y_i) da estação que se avaliou a qualidade das séries. Nas comparações, utilizou-se a regressão linear simples entre a estação a ser analisada a qualidade dos dados e as médias das estações selecionadas pela AA e o coeficiente de correlação da regressão linear $Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_i$, em que β_0 é o intercepto da regressão linear e β_1 é o coeficiente angular. Esse método foi fundamental para realizar o controle de qualidade dos dados, pois além dos *outliers*, os limites superiores e inferiores e os valores nulos de precipitação, para identificar os dados suspeitos, foram comparados também com as séries dessas estações. O preenchimento de falhas dos dados foi feito com o método da regressão linear simples.

As estações localizadas no entorno do Rio de Janeiro (Figura 5), foram incluídas nos grupos de precipitação homogêneas do estado do Rio de Janeiro mais próximos a sua localização. Foi considerado o coeficiente de correlação maior que 0,7, obtido pela análise da matriz de correlação gerada entre essas estações e as estações dos grupos do estado do RJ. As

estações desses estados foram importantes para que na interpolação dessas regiões não tivessem valores nulos de precipitação, o que condicionaria um gradiente negativo de chuvas na direção dos limites geopolíticos do RJ, devido os valores nulos.

Após a definição dos grupos nos quais as estações dos estados de SP, ES e MG se distribuíram, realizou-se a análise de qualidade dos dados das séries de estações. A análise de qualidade dos dados foi realizada de forma análoga a aplicada as séries de precipitação do estado do Rio de Janeiro, descritas anteriormente.

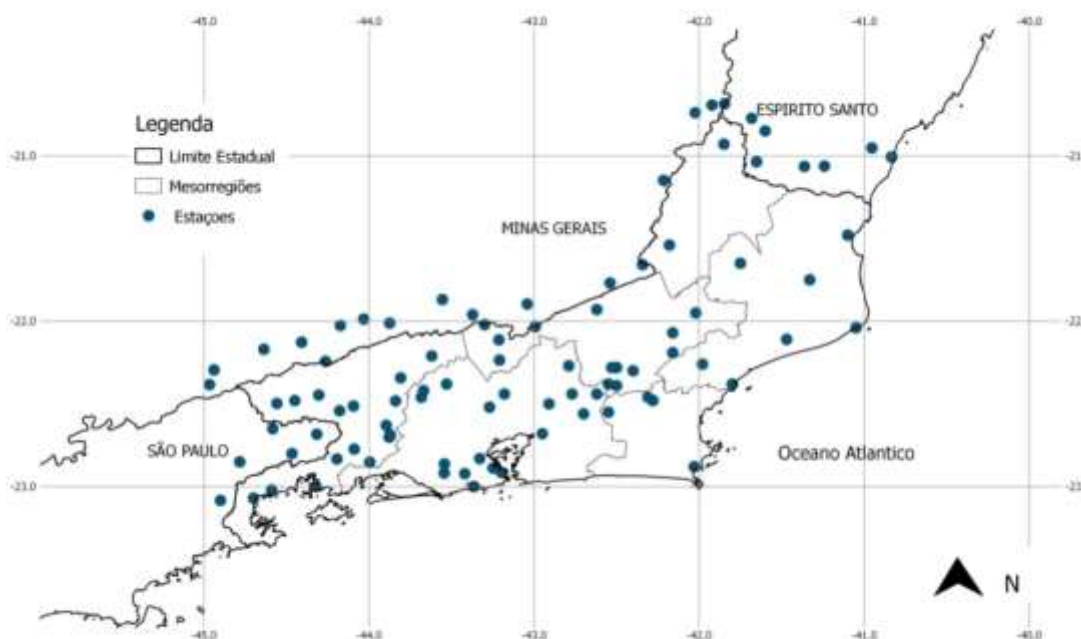


Figura 5: Mapa com a distribuição espacial das estações pluviométricas utilizadas.

4.3.2 Temperatura do Ar

As séries de temperatura do ar foram obtidas nas bases de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e da Rede Meteorológica do Comando da Aeronáutica (REDEMET), disponibilizadas pela *National Climatic Data Center da National Oceanic and Atmospheric Administration* (NCDC/NOAA), para os estados do Rio de Janeiro, São Paulo, Minas Gerais e Espírito Santo. A inclusão das séries das estações de SP, MG e ES (Figura 6) foi necessária para ajustar o modelo de interpolação espacial da temperatura do ar, visto que o mesmo foi do tipo determinístico global (regressão linear múltipla). Os critérios mínimos de seleção das estações foram: i) séries temporais de temperatura do ar de no mínimo 15 anos e ii) início em 1960. Similar às séries de precipitação, os dados diários de temperatura do ar foram organizados e determinadas as médias mensais e anual de temperatura do ar.

Araújo et al. (2010) fez o ajuste de um modelo determinístico global (regressão linear múltipla) em função da latitude, longitude e altitude (variáveis independentes) para as médias da temperatura mensal do ar. A partir dos coeficientes ajustados, foi utilizado o mesmo modelo para estimar a temperatura do ar anual, a altitude utilizada foi o MDE (modelo digital de Elevação).

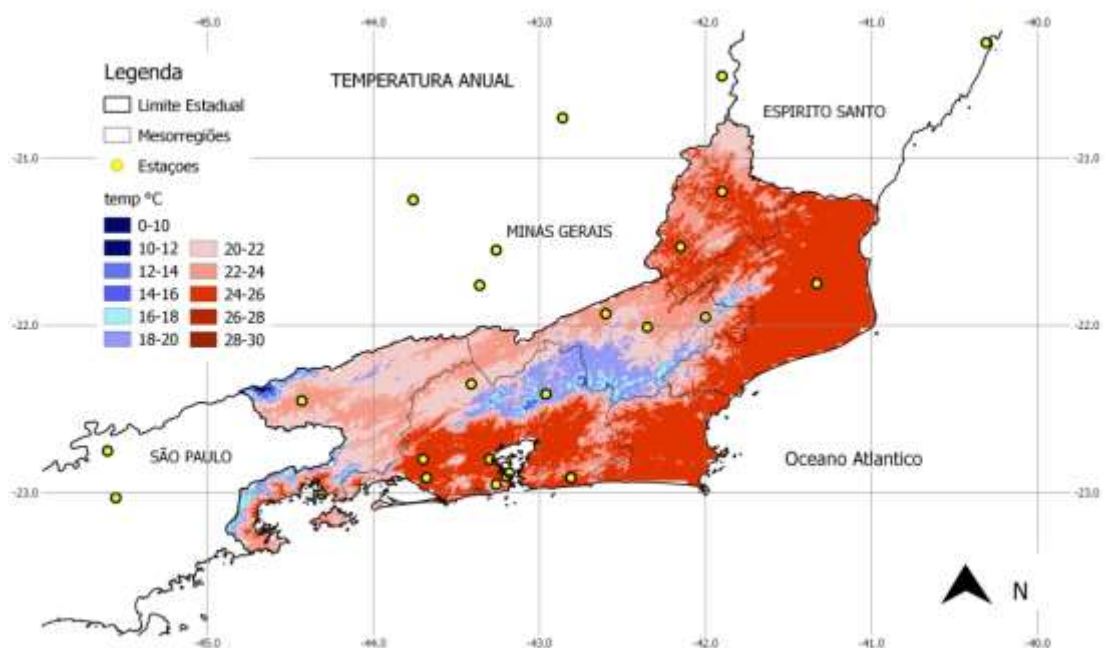


Figura 6: Mapa com a distribuição espacial das estações utilizadas para estimar a temperatura do ar.

4.3.3. Balanço Hídrico

Com os dados médios para a temperatura do ar, associado às precipitações médias mensais calculou-se o balanço hídrico para a cultura do eucalipto. O método utilizado foi de Thornthwaite e Matter (1955), utilizando como auxílio o programa “BHnorm”, elaborado em planilha EXCEL por Rolim et al. (1998). O valor do CAD (capacidade de água disponível no solo) utilizada foi de 120 mm, proposta por Sentelhas (1998) para espécies florestais.

4.4. Relevo

A partir do MDE SRTM com resolução de 90 m e auxiliado por ferramentas de geoprocessamento (GRASS) foi obtido o mapa de hipsometria (Figura 12).

4.5. Solos

A análise de aptidão edáfica ao cultivo de eucalipto foi baseada nos levantamentos pedológicos disponíveis com a 2ª edição do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) coordenada pela EMBRAPA (EMBRAPA, 1999). Além das classes reativas ao tipo de solo, o mapa apresentava o uso e ocupação do solo.

4.6. Processamento dos Dados

A partir dos dados de precipitação anual e o déficit de água (DEF) anual estimado pelo BH, para cada estação, realizou-se a interpolação espacial dos dados para o estado do Rio de Janeiro. O método utilizado foi o da mínima curvatura com auxílio do aplicativo SURFER® (Correia et al., 2011). A interpolação foi realizada para a região entre as latitudes 20° 45' 54 e 23° 21' 57" S e as longitudes 40° 57' 59" e 44° 53' 18" W, com resolução espacial de 5 km. Os critérios de avaliação para a interpolação foram a Raiz do Quadrado Médio do Erro (RQME) e o coeficiente de determinação entre os dados interpolados, obtidos pela técnica de validação cruzada, e os dados observados. Os mapas da precipitação anual e de DEF foram importados e reclassificados com auxílio do aplicativo GRASS (*Geographic Resources Analysis Support System*) (GRASS, 2013), em apto ou inapto baseada na Tabela 1 (GOLFARI, 1980).

Na geração do mapa de temperatura do ar anual para o estado do Rio de Janeiro o modelo de regressão linear múltipla foi resolvido num mapa em grid com as coordenadas geográficas (latitude e longitude) e outro mapa grid com a altitude, representada pelo Modelo Digital de Elevação (MDE). Para isso foram aplicadas técnicas de álgebra de mapas *raster* com o suporte do aplicativo GRASS. O MDE considerado na espacialização da temperatura do ar foi o elaborado pelo projeto *Shuttle Radar Topographic Mission* (SRTM) (USGS, 2013) com resolução espacial original de 90 m. O SRTM utilizado foi tratado anteriormente pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) para eliminar falhas, sombras e distorções (MIRANDA, 2005; LYRA et al., 2009). Para espacialização da temperatura do ar o MDE foi reamostrado para uma resolução de 5 km. O mapa de temperatura do ar também foram reamostrado para as classes apta ou inapta, de acordo com a exigência de cada espécie para a obtenção do mapa de aptidão térmica.

Para gerar o mapa de aptidão topográfico, o mapa com a hipsometria foi reclassificado com base na Tabela 1 para determinação das áreas aptas ou inaptas ao cultivo das espécies de eucalipto.

Os mapas de classificação dos solos em formato vetorial foram transformados em formato *raster*, mantendo-se as classes originais dos polígonos vetoriais de solo. Com a transformação de vetor para *raster* foi dado para cada polígono um valor de categoria, esses números correspondente a classe de solo, foram utilizados para a reclassificação, com o auxílio do comando *r.reclass* do SIG Grass.

4.7. Zoneamento das Espécies

O Zoneamento foi resultado do cruzamento dos mapas de aptidão hídrica, Térmica, topográfico e edáfico. O procedimento foi realizado no ambiente do SIG Grass, através da ferramenta *raster calculator*. Para as seis espécies de eucalipto apresentadas na Tabela 1, foi adotado para cada faixa de exigência na reclassificação, os números 0 e 1, sendo 0 Inapto e 1 Apto. Após multiplicar todos os mapas, apenas todas as áreas, com valor 1, foi considerada apta no zoneamento para a espécie.

Para a obtenção dos mapas de aptidão hídrica para a cultura de eucalipto, foi obtida pelo cruzamento dos mapas de precipitação e déficit Hídrico (DH). A figura 7 evidencia o fluxograma com todas as etapas procedidas para chegar no mapa final do zoneamento feita para cada espécie.

Na aptidão edáfica, foi levado em consideração também o uso e ocupação do solo, portanto, as áreas descritas como lagos, afloramentos rochosos e área urbana, foram reclassificados com valor 0, ou seja, inapto para todas as espécies. O cálculo das áreas aptas e

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Clima

Com relação à precipitação (Figura 8) observam-se diferenças significativas na distribuição espacial da precipitação entre as mesorregiões do estado do Rio de Janeiro, principalmente devido à influência do relevo, associado com sistemas meteorológicos de mesoescala, particularmente no verão e sua transição. As áreas próximas ao ambiente costeiro das mesorregiões Norte e Baixadas Fluminense apresentam os menores acumulados e os maiores ocorrem próximos à divisa simultânea das Mesorregiões Metropolitana, Serrana e Centro; a sudoeste e norte da mesorregião Sul Fluminense e a nordeste da Metropolitana, preferencialmente a sotavento da Serra do Mar e da Mantiqueira, e toda costa verde (COSTA et al., 2011). Os valores máximos encontradas foram acima de 2900 mm na região Serrana e valores acima de 2500 mm em Angra dos Reis.

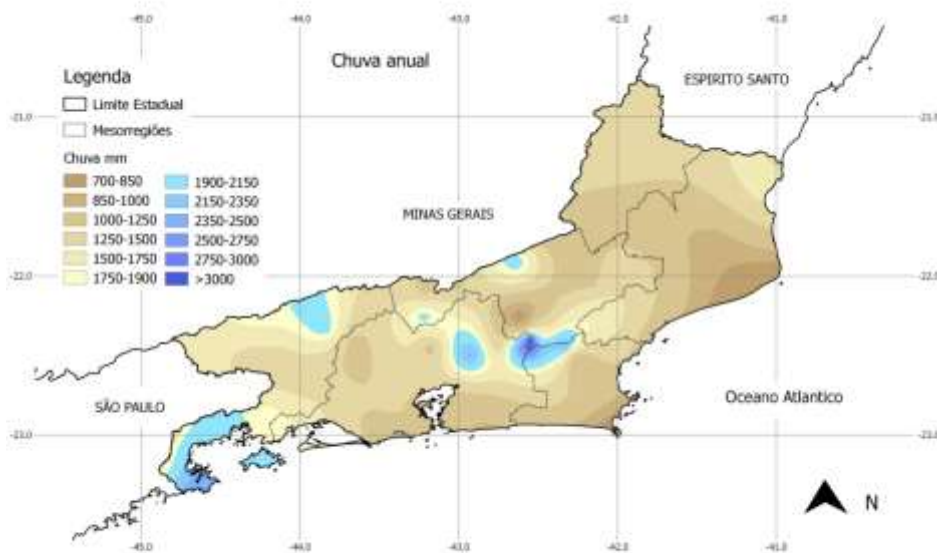


Figura 8: Distribuição da precipitação média anual para o estado do Rio de Janeiro

No que diz respeito a temperatura, pode-se observar que a altitude é a variável que explica melhor a sua distribuição (Figura 9) pois as maiores ou menores temperaturas estão associados a maiores ou menores altitudes. Fazendo menção às mesorregiões, as maiores temperaturas ocorreram nas altitudes mais baixas, referentes a baixada litorânea; na região Metropolitana do Rio de Janeiro; e no Norte Fluminense, na divisa com o Espírito Santo, com temperaturas superiores a 24 °C. Essas mesorregiões recebem influência direta dos efeitos continentalidade e maritimidade. As menores temperaturas ocorreram principalmente nas regiões de maior altitude do estado do Rio de Janeiro, com altitudes superiores a 500 m; nas regiões que compreendem a Serra do Mar (Sul Fluminense, Metropolitana do Rio de Janeiro, Centro-Sul Fluminense e Norte Fluminense); e a Serra da Mantiqueira (Sul Fluminense), particularmente a solta vento dessas Serras, a temperatura mínima encontrada para o estado foi de 9°C na serra da Mantiqueira próximo, divisa com Minas Gerais. A região serrana do Rio, Teresópolis, Friburgo, Petrópolis registraram em torno de 12 a 15°C anuais e para maior parte do interior do estado e em quase toda mesorregião Sul fluminense, as temperaturas

médias ficaram em torno de 22°C (Araújo, 2010). Já no litoral até a divisa da mesorregião Metropolitana, a média é de 23°C, e aos arredores das regiões mais altas a média foi de 18°C.

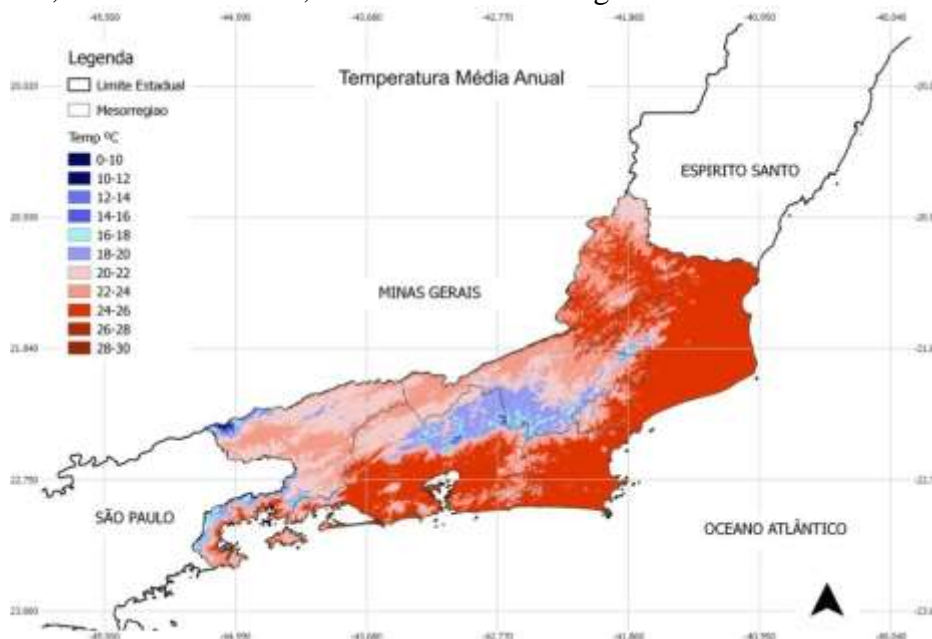


Figura 9: Distribuição da temperatura do ar média anual para o estado do Rio de Janeiro

Para o balanço hídrico, Peixoto (2013) em estudo sobre a susceptibilidade à desertificação no estado do Rio de Janeiro, baseados em índices climáticos, entre as mesorregiões do Rio de Janeiro, pode concluir que o Norte Fluminense se destaca com maior tendência de apresentar fortes e prolongados períodos de estiagem, pela proximidade com a Serra do Mar e Baixadas Litorâneas. A justificativa é a ocorrência dos fenômenos da Corrente das Malvinas ocasionando os climas mais secos do Sudeste Fluminense. De acordo como autor, as regiões mais secas são as compreendidas a leste das mesorregiões Norte e Baixadas, seguidas das Mesorregiões Metropolitanas e Nordeste.

Observando a figura 10, também é possível perceber que a mesorregião norte é mais seca, principalmente próximo ao oceano, e a região de baixadas, próximo a Cabo Frio. Os valores foram baixos para a mesorregião Sul e Centro Fluminense. Já na região Metropolitana, os valores mais altos estão localizados no ambiente costeiro.

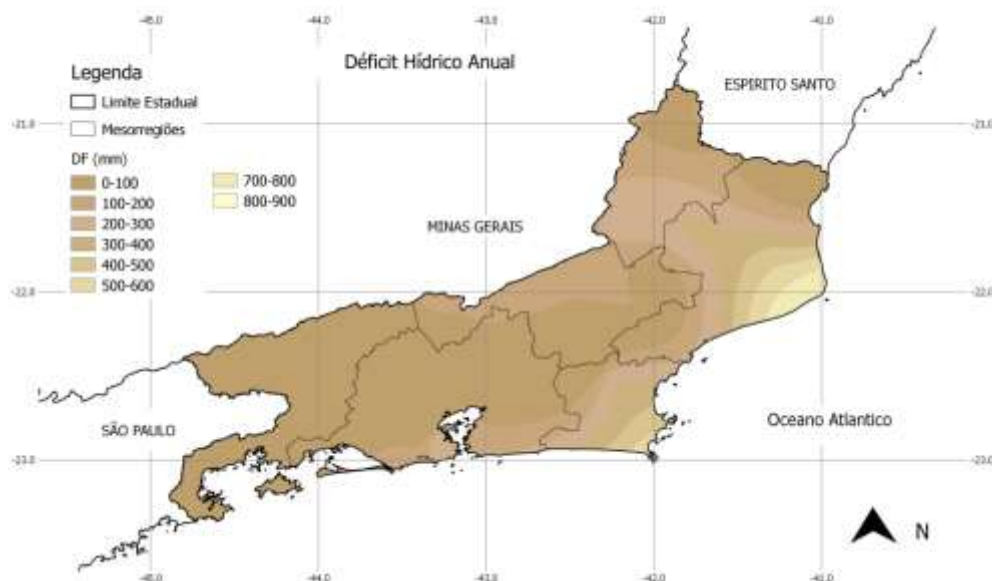


Figura 10: Distribuição do Déficit Hídrico Anual para o estado do Rio de Janeiro

Para as classes de solos, as áreas da baixada Fluminense em grande parte é constituída por solos profundos e bem drenados, como Latossolos e Argissolos Vermelho-Amarelos (NASCIMENTO, 2005). Nas áreas mais próximas aos promontórios de Búzios e Arraial do Cabo e da planície costeira de Cabo Frio, a ocorrência de um clima mais seco, com baixos totais de precipitações anuais, impõe a existência de solos menos espessos e poucos intemperizados como os Argissolos Vermelhos, ou com excessivos teores de sódio (Planossolos Háplicos), o que implica em limitações para alguns fins. No norte fluminense, na baixada Campista, que consiste de uma extensa planície deltaica, caracterizada por diversos ambientes deposicionais: é composta por vastos depósitos flúvio-lagunares, ou brejos no entorno da lagoa Feia. Esses terrenos inundáveis estão separados da costa por um cordão arenoso, estendendo-se em direção à localidade de Farol de São Tomé, apresentam solos com altos teores sais e enxofre (Gleissolos Salinos e/o Tiomórficos) (DANTAS et al., 2001).

A baixada flúvio-de Itaica construída pelo rio Paraíba do Sul, por sua vez, possui solos melhor drenados e bastante férteis (Neossolos e Cambissolos Flúvicos). Os tabuleiros, que são constituídos por sedimentos terciários do Grupo Barreiras, ocupam vastas porções dos municípios de Quissamã, Campos e São Francisco do Itabapoana, formando terrenos planos ou suave ondulados e solos profundos e bem drenados (Latosolos e Argissolo Amarelos). As escarpas serranas apresentam, em geral, solos pouco espessos e bastante lixiviados como os Cambissolos e Latossolos Vermelho-Amarelos álicos, devido a um clima bastante úmido proporcionado pela barreira física imposta ao avanço dos sistemas frontais (efeito orográfico) (CONCEIÇÃO, 1989).

Já a serra das Araras e a porção terminal da serra do Imbé, mais rebaixadas e recuadas apresentam Argissolos Vermelho-Amarelos e Vermelhos eutróficos. No eixo do médio vale do rio Paraíba do Sul, tais como as bacias de Resende e Volta Redonda, estendem se as mais amplas planícies fluviais do rio Paraíba do Sul, com boa aptidão agrícola, devido a sua boa fertilidade natural, com solos: Neossolos Flúvicos e Cambissolos eutróficos), e também as colinas tabulares resultantes do modelado dos sedimentos e rochas Terciárias depositadas nessas bacias (RAMOS, 1970). No trecho que se estende de Três Rios à Barra Mansa ladeados por colinas mais elevadas e morros baixos, situados próximo à calha do rio Paraíba do Sul apresentam, em geral, solos Argissolos Vermelho-Amarelos e Vermelhos eutróficos, devido ao clima menos úmido. De acordo com Tebaldi et al. (2000) nos trópicos, há

predominância de solos de carga variável, latossolos e solos podsólicos (estão incluídos na nova classificação como argissolos), que são normalmente ácidos.

À medida que esses terrenos se aproximam do reverso da serra do Mar e ou dos alinhamentos serranos escalonados da serra da Mantiqueira, o clima torna-se mais úmido, propiciando a formação de solos mais profundos e lixiviados (Latosolos Vermelho-Amarelos álicos e Argissolos Vermelho-Amarelos latossólicos distróficos). Estes terrenos configuram o típico domínio de mar-de-morros do Vale do Paraíba. Na depressão do Norte-Noroeste Fluminense, os fundos de vales dos rios Pomba, Muriaé, Itabapoana e tributários principais, apresentam solos de boa fertilidade natural (Gleissolos e Planossolos eutróficos). No entanto, algumas várzeas dos baixos cursos dos rios Paraíba do Sul e Pomba (próximo às localidades de São Fidélis e Santo Antônio de Pádua) e do rio Muriaé (Próximo à localidade de Italva) apresentam Neossolos Flúvicos salinos. No entorno de Miracema e próximos à localidade de Morro do Coco são encontrados solos mais desenvolvidos e lixiviados (Latosolos Vermelho-Amarelos distróficos e Argissolos Vermelho-Amarelos latossólicos). O planalto do Alto Itabapoana, também denominado de planalto de Varre-Sai, situa-se também no Noroeste Fluminense (DANTAS et al. 2005). Observando a figura 11, foi possível concluir que predominantemente no estado encontramos Latossolo, Argissolo, cambissolos Háplicos, Planossolos e Gleissolos (Sistema Brasileiro de Classificação do Solo, 2006).

Em relação a determinação do tipo de solo para as atividades do setor florestal, pode-se destacar importantes funções relacionadas à manutenção dos índices de produtividade, aliando suas propriedades e mecanismos essencial para desenvolver práticas de manejo e a sustentabilidade dos sistemas florestais (ROVEDDER et al., 2013).

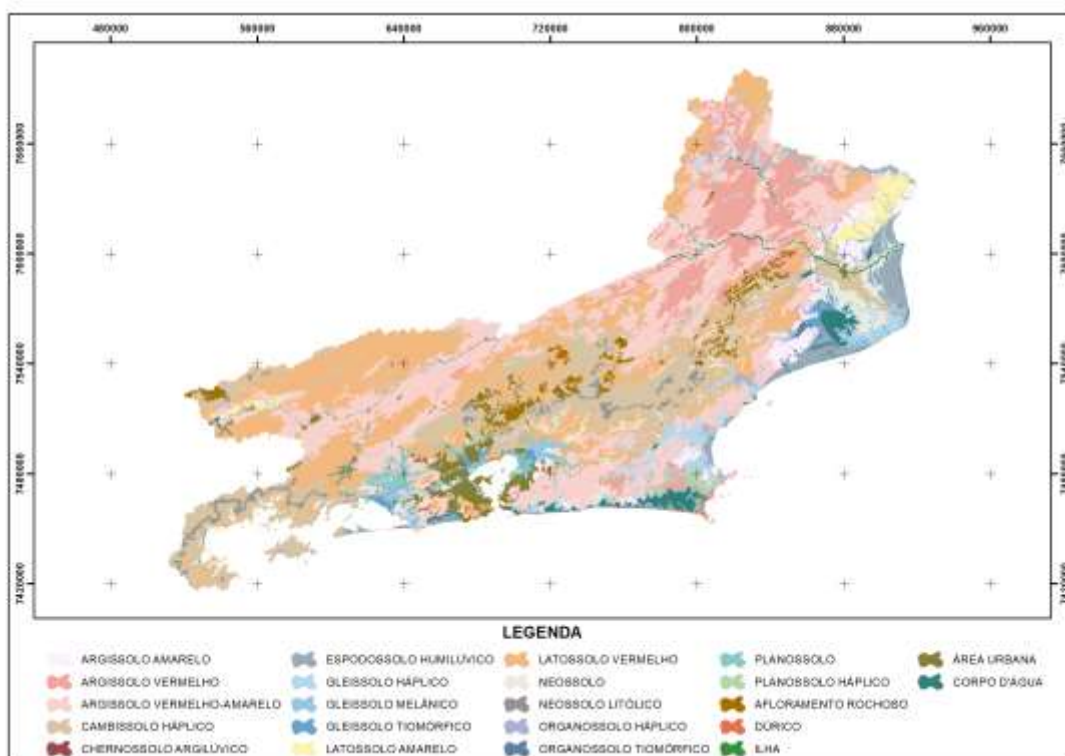


Figura 11: Distribuição das classes de solos para o estado do Rio de Janeiro

Em relação à altitude (Figura 12), aproximadamente metade (49 %) do território do estado do Rio de Janeiro, apresenta altitudes inferiores a 200 metros (Santos, 2013), observadas principalmente na planície costeira. O aumento da elevação do terreno no estado

fluminense é observado em direção ao seu interior, principalmente no sentido SE-NO, sendo as maiores altitudes (> 1.200 m) observadas em três extensas serras, a serra da Bocaina (região da Costa Verde), da Mantiqueira (região do Médio Paraíba) e a dos Órgãos (região Serrana). Menos de 2,6% do estado do Rio de Janeiro apresenta altitudes acima de 1.200 m. A serra da Mantiqueira, dividida entre os estados do Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais, apresenta sua menor porção no estado fluminense, no entanto é nessa região que são observadas as maiores altitudes do Rio de Janeiro, sendo o pico das Agulhas Negras, com 2.787 m o ponto mais elevado do Estado. Seguido pela serra dos Órgãos, onde a pedra do Sino atinge 2.263 m na região Serrana e na região Metropolitana, as elevações apresentam maiores altitudes, no pico do Guandu, no maciço da Pedra Branca, com 1.025 m, e no maciço da Tijuca, com 1.021 m (Instituto Pereira Passo, 2011)

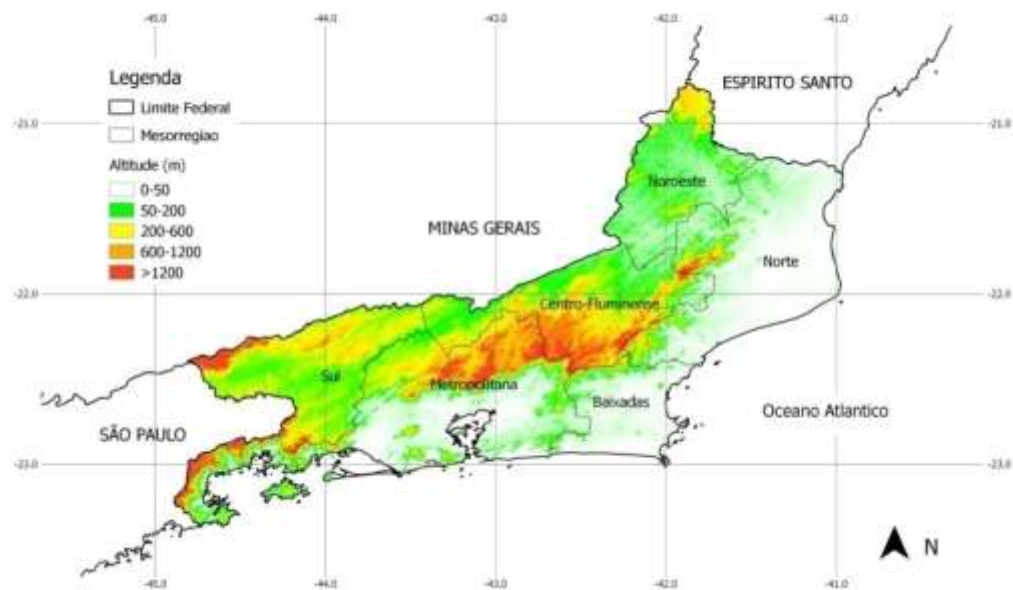


Figura 12: Mapa de hipsometria do estado do Rio de Janeiro

5.2 Zoneamento Edafoclimático

O Zoneamento consiste em determinar áreas com parâmetros ideais para cada espécie, essas áreas podem ser entendidas como sítios. Na área florestal existem basicamente dois métodos para avaliar a qualidade e estimar a produtividade dos sítios florestais: O direto e o Indireto. O Zoneamento pode ser entendido como um método indireto, por utilizar de variáveis ambientais (climáticas, fisiográficas e edáficas) para determinar as áreas potenciais para reflorestamentos (TONINI et al., 2002). Castaños (1962), citado por Ferreira (2007) definiu sitio como sendo uma unidade de área que apresenta características combinadas de solo, topografia e clima, as quais são responsáveis pela determinação da capacidade produtiva do local.

A espécie *E. grandis* mostrou-se apta para áreas com altitudes elevadas e que correspondem às regiões de amenas temperaturas do ar (Figura 13), como a região serrana do estado do Rio de Janeiro, áreas da serra do Mar, maciço da Tijuca e Pedra Branca, sendo apta para todo o clima das mesorregiões Sul, a maior parte da região Metropolitana, Centro e uma

menor área da mesorregião Noroeste, na divisa com o Espírito Santo. Um dos fatores de maior limitação para a espécie é a exigência hídrica, por isso, sua aptidão no estado do Rio de Janeiro coincide com regiões com elevados índices pluviométricos e maiores altitudes.

Gonçalves et al. (2013) no mapeamento de solos e da produtividade de plantações de *Eucalyptus grandis* na Estação Experimental de Ciências Florestais de Itatinga, constatou que as variações de produtividade estavam estreitamente relacionadas com as unidades de solo. Sendo que os teores de argila e de matéria orgânica foram os atributos que mais explicaram as diferenças de produtividade.

A maior parte das regiões Norte, Nordeste e Baixadas mostraram-se inaptas climaticamente para o cultivo dessa espécie, além de áreas na mesorregião Centro Fluminense e próximas a divisa com o estado de Minas Gerais. A mesorregião mais apta ao cultivo é a mesorregião sul, áreas mais próximas a São Paulo e Minas Gerais. O *E. grandis* apresenta a mais baixa restrição a temperatura (13-24), por isso para temperatura é apto em quase todas as áreas do estado, exceto na região norte do estado e no litoral, com altos valores de temperatura.

Santana et al. (2008) constataram que o *E. grandis* tem a capacidade de reduzir a condutância estomática e apresenta maior redução na transpiração do que na absorção de CO₂, aumentando a eficiência de utilização de água, sendo uma das razões para a espécie apresentar boa produtividade em condições onde o estresse por falta de água não é muito evidente.

Em relação às características das espécies, o *E. grandis* é a espécie mais cultivada no Brasil (LIMA & GARCIA, 2011). Apresenta propriedades físicas e mecânicas das madeiras considerados ótimos para a utilização em obras de construção civil, versatilidade no seu uso, beleza e coloração natural com boa aceitação também na indústria moveleira. Assim, seu uso pode ser recomendado em substituição às espécies de madeiras de florestas nativas (PRIM&PIOVESAN, 2011). Atualmente, se destaca também como principal fonte de matéria prima para produção de celulose e papel. No entanto, é uma espécie que possui qualidades excelentes em incremento, somente quando as condições ambientais são adequadas.

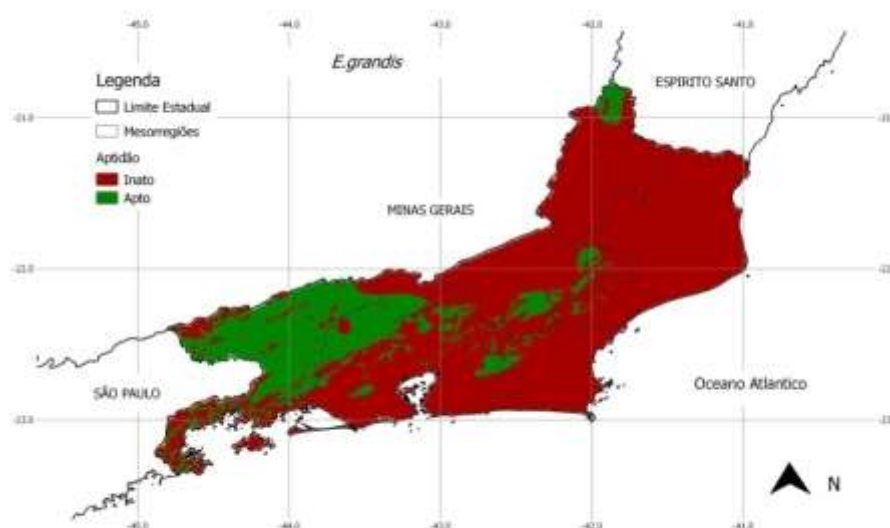


Figura 13: Zoneamento Edafoclimático para *E. grandis*

Para o *E. camaldulensis*, áreas localizadas nas mesorregiões centro fluminense, noroeste e metropolitana do Rio de Janeiro, foram consideradas aptas ao cultivo (Figura 14).

Essas áreas apresentam baixas altitudes, nelas são observadas as maiores temperaturas do estado. Na mesorregião centro fluminense, as áreas de menores índices pluviométricos ficam a oeste da Serra dos Órgãos devido ao efeito orográfico, coincidindo com os maiores valores de déficits hídricos. Na região metropolitana, as áreas aptas também são as que apresentam maiores temperaturas, elevado déficit hídrico, baixas altitudes características das regiões costeiras e precipitações médias (CORREIA et al., 2011).

Em relação a classe de solo, essas regiões apresentam solos argilosos, sendo apto também para a espécie em questão. Embora a espécie também seja apta para alguns municípios da região metropolitana do Rio de Janeiro, seu cultivo é inviabilizado pelas áreas urbanas. Para elevação a espécie foi apta para toda região costeira, e a região oeste e noroeste da serra do mar (<300m).

Os fatores que mais restringiram a aptidão da espécie no estado foram temperatura e precipitação, a temperatura considerada ótima para a espécie (20-24), em todo ambiente costeiro foi inapto, com temperatura chegando a valores acima de 24°C. A região serrana restringiu a espécie, pelas baixas temperaturas, chegando a média anual de 12°C. Com relação a precipitação, áreas com totais anuais menores que 800 mm, ou maiores de 1200 mm são inaptas. Na região serrana, inapta a espécie, obteve-se valores maiores que 2900 mm de chuvas anuais. O cultivo da espécie foi caracterizado como inapto em toda a mesorregião Sul Fluminense, grande parte da Metropolitana e na região Serrana.

O *E. camaldulensis* se destaca em relação a outras espécies do gênero devido a capacidade de produção de madeira em sítios pobres e secos. Possui alta tolerância a períodos de alagamento, geadas, seca extrema e altas temperaturas, respondendo ainda com rápido crescimento quando sob disponibilidade de água (CRUZ, 2000).

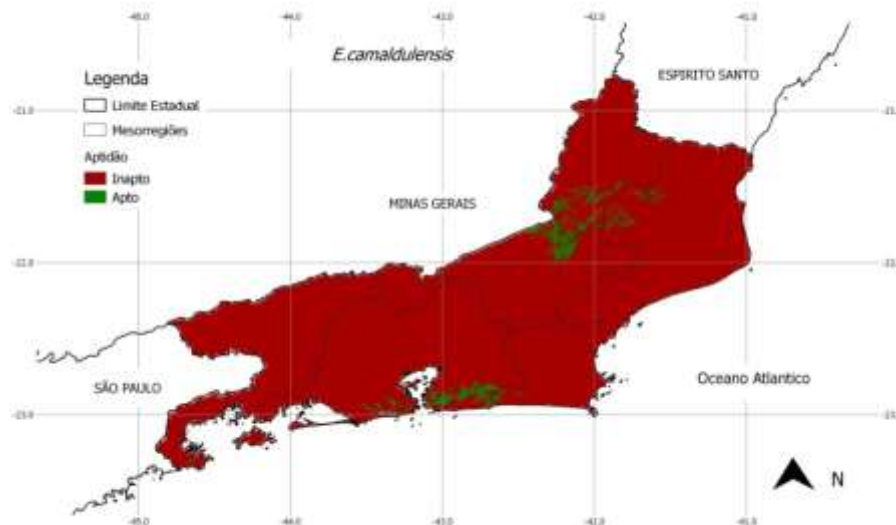


Figura 14: Zoneamento Edafoclimático para *E.camaldulensis*.

Para o *E.citriodora*, em relação ao tipo de solos, a espécie teve boa aptidão para quase todo estado, sendo adequada para os solos de predominância, como o Latossolo e o Argissolo. Para chuva, a faixa ideal da espécie foi bem satisfatória, com intervalo entre 800 a 1600 mm, sendo inapta apenas para áreas extremas, como: Cabo Frio; faixas da mesorregião norte, próximo ao oceano; para as áreas de grande volume de chuva, como a costa verde, e toda região serrana do estado. Em relação a elevação só a Serra do mar e Serra dos Órgãos foram consideradas inaptas. O fator de maior restrição da espécie foi a temperatura, com faixa ideal

de 18 a 24°C, portanto, inapta para toda região costeira das mesorregiões, Metropolitana, Centro, Norte e parte da Noroeste, com temperaturas anuais maiores que 25°C.

As mesorregiões, Noroeste, Centro, Sul, e áreas da mesorregião Metropolitana próximos a região Sul e Metropolitana próximas ao oceano apresentam faixas com aptidão para a espécie (Figura 15). Já nas mesorregiões, Norte e Baixadas as áreas aptas foram quase insignificantes. Foi a espécie que apresentou a maior área de aptidão para o estado, principalmente para a Mesorregião Noroeste, em relação as áreas aptas na mesorregião Metropolitana, o cultivo também fica inviabilizado, devido aos centros urbanos.

O *E.citriodora*, é o mais cultivado nos estados de São Paulo e Minas Gerais, para produção de óleo essencial, energia e construções (SILVA et al., 2009). São mais de 85 mil ha plantados, tem densidade igual a $0,8667\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$, apresenta árvores de grande porte, podendo atingir uma altura superior à 50 m e um diâmetro à altura do peito (DAP) de 1,20 m, de tronco retilíneo. O cerne é de difícil trabalhabilidade devido à baixa permeabilidade enquanto que o albarno é bastante permeável. A madeira é resistente ao apodrecimento, apresenta boas características de aplainamento, lixamento, furação e acabamento, podendo ser indicada para plantios visando usos múltiplos e sendo utilizada para construções, estruturas, caixotaria, postes, dormentes, mourões, lenha e carvão (CALIL JÚNIOR & DIAS, 1997).

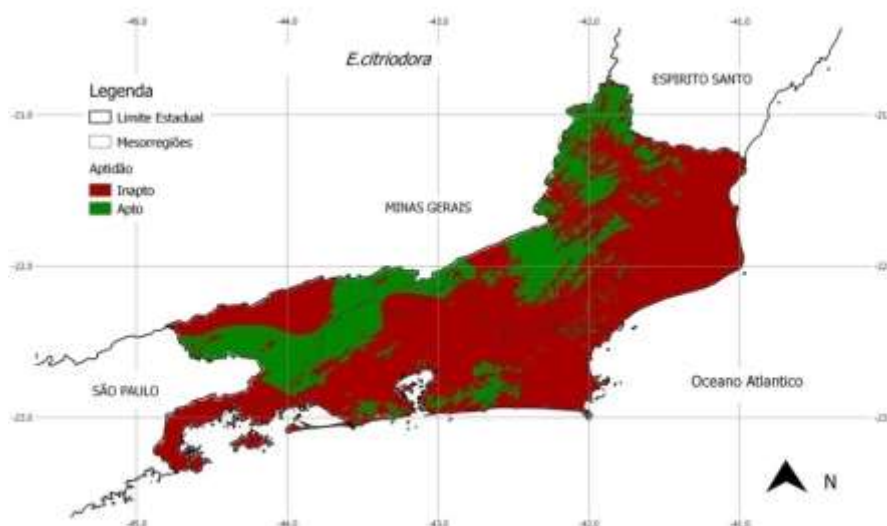


Figura 15: Zoneamento Edafoclimático para *E.citriodora*

Para espécie *cloeziana* (Figura 16), a temperatura também foi o fator mais limitante, com faixa de 18 a 24°C, novamente em todo ambiente costeiro próximo a espécie é inapta, nas regiões de maiores altitudes, conseqüentemente, menores temperaturas a espécie foi apta.

Em relação a precipitação, a faixa ideal para a espécie é de 1000 a 2600mm, é bem tolerante a altos valores de precipitação, no entanto, tolera baixos déficit hídricos, até 60mm. As áreas inaptas para precipitação foram somente as áreas com muito restrição a precipitação, e as áreas com os maiores índices pluviométricos. Em relação a classe de solos, a espécie também é apta para os solos mais predominantes, como Neossolos, Argissolos, e Latossolos.

A espécie possui grande potencial para a Mesorregião Sul e Metropolitana. Para as mesorregiões Norte e Baixada, é praticamente todas inapta ao cultivo da espécie.

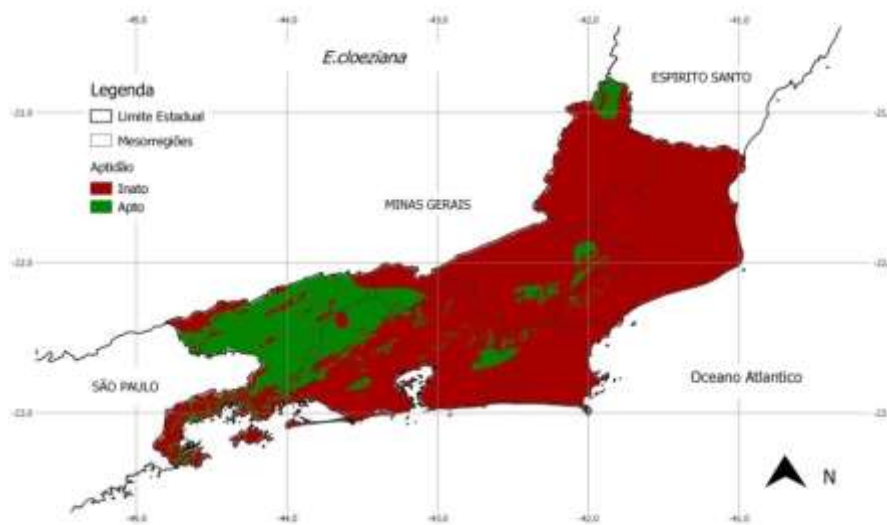


Figura 16: Zoneamento Edafoclimático para *E.cloeziana*

A espécie *urophilla* é apta para as regiões Sul, Metropolitana, Centro e Noroeste (Figura 17). A espécie apresenta boa tolerância a déficit hídrico (até 100), exige índices elevados de precipitação anual (até 2600 mm) e regiões com altas altitudes (até 800 m). A chuva foi o fator de menor restrição e a temperatura o fator que mais limitou. As mesorregiões Norte e Baixadas foram praticamente inaptas ao cultivo da espécie.

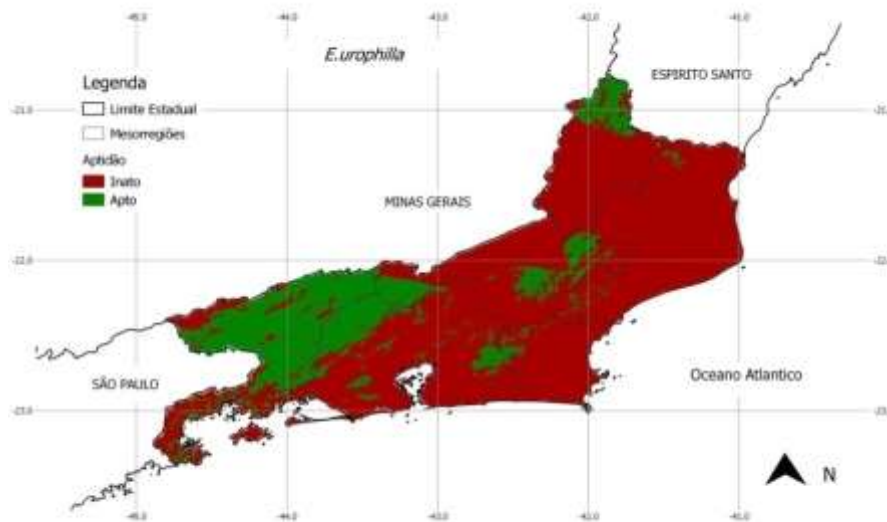


Figura 17: Zoneamento Edafoclimático para *E.urophilla*

Já para a espécie *E.saligna* (Figura 18), que suporta até 18°C, para temperatura, quase todo o estado é inapto, somente pequenas áreas da mesorregião Centro, Metropolitana, Sul e Baixadas são aptas para a espécie, que também possui uma baixa tolerância ao déficit hídrico, sendo apto apenas para valores abaixo ou igual a 10 mm. O fator que mais restringiu a espécie é o solo, não apresentando aptidão para Argissolo. Em relação a precipitação, em comparação a outras espécies, é a que apresenta maiores restrições, devido a exigência hídrica (>150mm a).

Santana (1986) verificou que *E. saligna* apresentou, na região do Médio Rio Doce, em Minas Gerais, maior produtividade em solos Latossolos, dos topos das elevações, em relação aos solos mais férteis das encostas e das baixadas da região com solos Argissolos. Barros e Novais (1993) afirmam que as variações nos parâmetros dendrométricos, podem ser evidenciadas pela influência dos atributos edáficos, em relação a produtividade dos povoamentos de eucalipto.

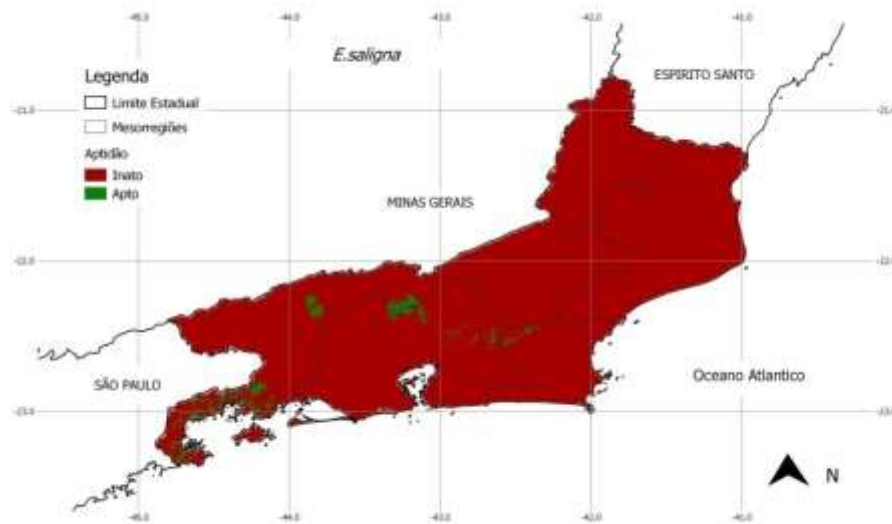


Figura 18: Zoneamento Edafoclimático para *E. saligna*

Para todas as espécies, a região Norte do estado, mesmo que fosse considerada apta ao cultivo, a produção de biomassa seria mais baixa, devido a baixos índices de precipitação e altos de déficit hídrico (SANTANA, 2008).

O fator de maior relevância para inaptidão das espécies foi o déficit hídrico (DH), no zoneamento agroecológico para espécies de eucalipto no estado do Espírito Santo, o déficit hídrico, nas quatro espécies zoneadas, foi o fator mais limitante em termos de inaptidão (SPERANDIO et al., 2010). Stape (1997) discutindo sobre planejamento global da talhadia simples em *Eucalyptus* caracterizou os fatores ambientais, como aqueles fatores externos às árvores que possibilitam maior ou menor desenvolvimento das brotações por nelas atuarem de forma contínua, e não sendo, à princípio, controlados pelo homem. Segundo Poggiani et al. (1998) as variáveis climáticas e edáficas também permitem estabelecer relações claras de causa/efeito entre a produção de fitomassa e os fatores físicos, químicos e bióticos do ambiente circundante.

É importante lembrar que as espécies estudadas, se forem implantadas em áreas distintas das presentemente zoneadas como aptas, poderão até desenvolver, porém não atingirão a sua total expressão genética de crescimento e produtividade.

A tabelas 2 e 3 são referentes à área apta, inapta de cada espécie em cada região do estado e as respectivas porcentagem em relação a área total da região. São oito (8) regiões, sendo elas: Baixadas, Costa Verde, Metropolitana, Norte, Centro Sul, Médio Paraíba, Noroeste e Serrana. Na região das Baixadas, a espécie mais apta é a *E. urophylla*, com 9,43% da área da região, na Costa Verde, a espécie com maior área apta é o *E. grandis* com 27,68%. Para as regiões Metropolitana, Norte, Centro Sul, Noroeste e Serrana, a espécie com maior área apta foi o *E. citriodora* com 15,98%, 4,81%, 55,59%, 50,21% e 32,59% de áreas aptas

respectivamente em relação ao total. Já na região do Médio Paraíba, a espécie mais apta foi o *E. grandis* com 82,43% apto em relação a área total. A espécie com maior área apta para o estado do Rio de Janeiro é o *E. citriodora*, com 26, 67% da área total do estado, correspondendo a uma área de 9.441,37 km².

Tabela 2. Áreas Aptas e Inaptas de cada Espécie de Eucalipto para cada região do Rio de Janeiro.

Espécie	Inapto (km ²)	Em %	Apto (km ²)	Em %	Total (km ²)
Baixadas					
<i>E.camaldulensis</i>	4.916,77	99,11	43,95	0,89	4.960,72
<i>E.citriodora</i>	4.559,73	91,92	400,98	8,08	4.960,72
<i>E.grandis</i>	4.527,19	91,26	433,52	8,74	4.960,72
<i>E.saligna</i>	4.870,44	98,18	90,27	1,82	4.960,72
<i>E.urophiella</i>	4.493,13	90,57	467,59	9,43	4.960,72
<i>E.cloeziana</i>	4.586,75	92,46	373,97	7,54	4.960,72
Costa Verde					
<i>E.camaldulensis</i>	1.733,06	100,00	0,00	0,00	1.733,06
<i>E.citriodora</i>	1.732,63	99,98	0,43	0,02	1.733,06
<i>E.grandis</i>	1.253,29	72,32	479,77	27,68	1.733,06
<i>E.saligna</i>	1.445,58	83,41	287,48	16,59	1.733,06
<i>E.urophiella</i>	1.390,42	80,23	342,64	19,77	1.733,06
<i>E.cloeziana</i>	1.390,42	80,23	342,64	19,77	1.733,06
Metropolitana					
<i>E.camaldulensis</i>	4.729,96	93,34	337,49	6,66	5.067,45
<i>E.citriodora</i>	4.257,92	84,02	809,53	15,98	5.067,45
<i>E.grandis</i>	4.674,19	92,24	393,26	7,76	5.067,45
<i>E.saligna</i>	5.058,51	99,82	8,95	0,18	5.067,45
<i>E.urophiella</i>	4.639,67	91,56	427,78	8,44	5.067,45
<i>E.cloeziana</i>	4.698,33	92,72	369,13	7,28	5.067,45
Norte					
<i>E.camaldulensis</i>	9.462,11	98,78	117,00	1,22	9.579,11
<i>E.citriodora</i>	9.118,53	95,19	460,58	4,81	9.579,11
<i>E.grandis</i>	9.507,06	99,25	72,05	0,75	9.579,11
<i>E.saligna</i>	9.579,11	100,00	0,00	0,00	9.579,11
<i>E.urophiella</i>	9.430,85	98,45	148,26	1,55	9.579,11
<i>E.cloeziana</i>	9.530,39	99,49	48,72	0,51	9.579,11
Centro Sul					
<i>E.camaldulensis</i>	2.972,87	99,91	2,53	0,09	2.975,4
<i>E.citriodora</i>	1.321,44	44,41	1.653,96	55,59	2.975,4
<i>E.grandis</i>	1.446,96	48,63	1.528,44	51,37	2.975,4
<i>E.saligna</i>	2.851,16	95,82	124,25	4,18	2.975,4
<i>E.urophiella</i>	1.240,28	41,68	1.735,12	58,32	2.975,4
<i>E.cloeziana</i>	1.543,55	51,88	1.431,85	48,12	2.975,4

Tabela 2. Continuação...

Espécie	Inapto (km ²)	Em %	Apto (km ²)	Em %	Total (km ²)
Médio Paraíba					
<i>E.camaldulensis</i>	5.985,39	100,00	0,00	0,00	5.985,39
<i>E.citriodora</i>	2.864,64	47,86	3.120,75	52,14	5.985,39
<i>E.grandis</i>	1.051,93	17,57	4.933,46	82,43	5.985,39
<i>E.saligna</i>	5.836,12	97,51	149,27	2,49	5.985,39
<i>E.urophylla</i>	1.080,45	18,05	4.904,94	81,95	5.985,39
<i>E.cloeziana</i>	1.209,66	20,21	4.775,74	79,79	5.985,39
Noroeste					
<i>E.camaldulensis</i>	4.928,07	94,71	274,79	5,28	5.202,86
<i>E.citriodora</i>	2.590,72	49,79	2.612,14	50,21	5.202,86
<i>E.grandis</i>	4.829,51	92,82	373,35	7,18	5.202,86
<i>E.saligna</i>	5.202,86	100,00	0,00	0,00	5.202,86
<i>E.urophylla</i>	4.366,2	83,91	836,66	16,08	5.202,86
<i>E.cloeziana</i>	4.850,56	93,22	352,29	6,77	5.202,86
Serrana					
<i>E.camaldulensis</i>	6.633,81	96,04	2.73,33	3,96	6.907,14
<i>E.citriodora</i>	4.656,40	67,41	2.250,74	32,59	6.907,14
<i>E.grandis</i>	5.679,62	82,23	1.227,52	17,77	6.907,14
<i>E.saligna</i>	6.831,28	98,90	75,86	1,10	6.907,14
<i>E.urophylla</i>	5.828,66	84,39	1.078,48	15,61	6.907,14
<i>E.cloeziana</i>	6.333,81	91,70	573,33	8,30	6.907,14

Tabela 3. Áreas Aptas e Inaptas de Espécie de Eucalipto para o Estado do Rio de Janeiro.

Espécie	Área Total Inapta (km ²)	Em %	Área Total Apta (km ²)	Em %
<i>E.camaldulensis</i>	4.1362,04	97,53	1049,09	2,47
<i>E.citriodora</i>	3.1102,01	73,33	1.1309,11	26,67
<i>E.grandis</i>	32.969,75	77,74	9.441,37	22,26
<i>E.saligna</i>	41.675,06	98,26	736,08	1,74
<i>E.urophylla</i>	32.469,66	76,56	9.941,47	23,44
<i>E.cloeziana</i>	34.143,47	80,51	8.267,67	19,49
Área Total do Estado (Km ²)				42.411,13

6. CONCLUSÃO

Os mapas de precipitação, temperatura e déficit hídrico anual, gerados para subsídio do zoneamento podem ser utilizados em outros trabalhos e áreas, por terem sido originados a partir de dados consistentes e métodos de espacialização confiáveis.

A espécie *E. citriodora* é a que apresenta maior cobertura de área com aptidão no estado (26,67% da área total), sendo que as melhores condições são contempladas nas mesorregiões Sul, Metropolitana, Noroeste e Serrana. Já o *E. saligna* mostrou-se pouco apta para todo estado, é recomendada apenas em algumas partes localizadas mesorregião Sul, Metropolitana, Centro e Baixadas. As mesorregiões Sul e Metropolitana se mostraram aptas para todas as espécies, exceto para *E. camaldulensis*.

O zoneamento edafoclimático indica áreas potenciais à reflorestamentos com eucalipto, porém cabe ressaltar, a necessidade de estudos (ambientais, econômicos e sociais) com um maior nível de detalhamento, antes da implantação dos cultivos. Recomenda-se o estudo e viabilidade de inclusão de outras espécies, assim como a inclusão das áreas proteção ambiental como as Unidades de Conservação (UC) e as Áreas de Proteção Permanente (APP) que não foram consideradas no presente estudo.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALZATE, S. B. A. **Caracterização da Madeira de Árvores de Clones de *Eucalyptus grandis*, *E. saligna* e *E. grandis* *sx* *urophylla***. 2004.133 f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Produtos Florestais) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba.

ALMEIDA, T.M; MOREAU, A.M.S.S; MOREAU, M.S; PIRES, M.M; FONTES, E.O; GÓES, L.M. Reorganização Socioeconômica no Extremo Sul da Bahia Decorrente da Introdução da Cultura do Eucalipto. **Revista Sociedade & Natureza**, v. 20. n.02 p. 5-18, 2008.

AMORIM, H.B; FRANCELINO, M.R; SALAMENE, S; PEDREIRA, L.O.L; ASSUMPCÃO FILHO, L.I, CAPITANO, R.C; MOURA, A.T. Estimativa da Área Ocupada por Reflorestamento no Estado do Rio de Janeiro. **Revista Cerne**, v. 18, n. 1, p. 27-32, 2012.

ARAÚJO, F.F.S; SILVA, G.M; BATISTA, E.L.S; OLIVEIRA JÚNIOR; J; LYRA, G.B. Espacialização da temperatura do ar mensal no estado do Rio de Janeiro baseada em modelos lineares e dados SRTM. In: IX Seminário de Atualização em Sensoriamento Remoto e Sistemas de Informações Geográficas Aplicados à Engenharia Florestal, Curitiba 2010. Resumos...Curitiba: 2010.p 38.

ABRAF-ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS. Anuário estatístico da ABRAF do Ano de 2011. Disponível: <http://www.abraflor.org.br/estatisticas/ABRAF11/ABRAF11-BR.pdf>. Acessado em 23 de Maio de 2013.

ABRAF-ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS. Anuário estatístico da ABRAF do Ano de 2013. Disponível em: <http://www.abraflor.org.br/estatisticas/ABRAF11/ABRAF13-BR.pdf>. Acessado em 29 de Novembro de 2013.

BARROS, N. F; NOVAIS, R.F. **Relação solo-eucalipto**. Viçosa: Folha de Viçosa, 1990. p 330.

BRACELPA, Associação Brasileira de Celulose e Papel. Relatório Anual de 2010. Disponível:http://bracelpa.org.br/bra2/sites/default/files/public/RA02RelatorioFlorestal_2010.pdf. Acessado em 25 de Maio de 2013.

BRAGA, F. A; BARROS, N. F; SOUZA, A. L & COSTA, L. M. Características Ambientais Determinantes da Capacidade Produtiva de Sítios Cultivados com Eucalipto. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v.23, n.2, p. 291-298, 1999.

BARROSO, B.G; CARNEIRO, J.G.A; LELES, P.S.S; MORGADO, I.F. Regeneração de Raízes de Mudanças de Eucalipto em Recipientes e Substratos. **Scientia Agricola**, v.57, n.2, p.229-237, 2000.

BRITO, J.O & BARRICHELO, L. E. G. Aspectos Florestais e Tecnológicos da Matéria-Prima Para Carvão Vegetal. Instituto De Pesquisas e Estudos Florestais-IPEF. **Circular Técnica** Nº 67. ESALQ-USP 1977.

BORODOWSKI, E. D.; SUÁREZ, R. O. Eucalyptus sp. em la Región del Delta del Paraná: Resultados a Cinco Año Senensayo Comparativo de *E. dunnii*, *E.globulus*ssp. *maideni*y *E. viminalis*. Disponível em:<<http://www.sagpya.mecon.gov.ar/new/0-0/forestacion/biblos/pdf/2002/posters2002/>>Acesso em: 27 Dezembro de 2013.

CALIL JÚNIOR, C.; DIAS, A.A. Utilização da Madeira em Construções Rurais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.1, n.1, p.71-77, 1997.

CARNEIRO, R.L.C; RIBEIRO, A; HUAMAN, C.A.M; LEITE, F.P; SEDIYAMA, G.C; BASTOS, N.F. Consumo de Água em Plantios de Eucalipto: Parte 1 Determinação Da Condutância Estomática em Tratamentos Irrigado e Não-Irrigado. **Revista Árvore**, v.32, n.1, p.1-10, 2008.

CARVALHO, A.D. F; GERALDI, I.O. Programa De Pós-Graduação Em Genética e Melhoramento de Plantas. Seminários em Genética e Melhoramento de Plantas Departamento de Genética. Piracicaba-SP 2006. Disponível em: <<http://www.genetica.esalq.usp.br/semina.php>> acessado em 07 de janeiro de 2014.

CORRÊA NETO, T.A; ANJOS, L.H.C; PEREIRA, M.G; AMORIM, H.B; JACCOUD, C.F.S.Atributos Edafoambientais e Parâmetros Dendrométricos de Plantios de Eucalipto em uma Topossequência no Campus da UFRRJ, Seropédica-RJ. **Revista Ciência Florestal**, v. 17, n. 1, p. 43-51, 2007.

CORREIA, T.P; ODA, L.M; VIOLA, D.N; OLIVEIRA JÚNIOR, J.F; LYRA, G.B. Interpoladores de Efeito Local Aplicados a Precipitação Pluvial Mensal no Estado do Rio de Janeiro. In: XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 2011, Guarapari. Riscos climáticos e os cenários futuros para a agricultura. **Anais...Guarapari: CBAGRO**, 2011. P 110-115.

COUTO, H.T.Z. Manejo De Florestas e Sua Utilização Em Serraria. In: Seminário Internacional de Utilização da Madeira de Eucalipto para Serraria. **Anais...IPEF** 1995. p.21-30.

CONCEIÇÃO, M. da. **Natureza do húmus e caracterização de solos com elevado teor de matéria orgânica da região de Itaguaí-Santa Cruz, RJ**. 1989. 169 f. Dissertação (Mestrado em solos) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

CRUZ, C.R. **Caracterização da Madeira de Clones de *Eucalyptus* Para Utilização na Indústria Madeira**. 2000. f 38. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal)-Universidade Federal do Paraná, Paraná.

DANTAS, M.E; SHINZATO, S.E; MEDINA, A.I.M; SILVA, C.R; PIMENTEL, J; LUMBRERAS, J.F; CALDERANO,S.B; FILHO, A.C. Diagnóstico Geoambiental do Estado do Rio de Janeiro, Brasília/CPRM. Mapa. CD-ROM. (Estudo Geoambiental do Estado do Rio de Janeiro). 2001.

DANTAS, M.E; SHINZATO, S.E; MEDINA, A.I.M; SILVA, C.R; PIMENTEL, J; LUMBRERAS, J.F; CALDERANO,S.B; FILHO, A.C. Diagnóstico Geoambiental do Estado do Rio de Janeiro. Serviço Geológico do Brasil/CPRM. 2005.

FERREIRA, M. M; FERNANDES, B & CURI, N. Mineralogia da Fração Argila e Estrutura de Latossolos da Região Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.23, n. 03, p. 507-514, 1999.

FERREIRA, J.M.A. **Ganhos de Produtividade de Plantações Clonais de Eucalyptus urophylla e suas Correlações com Variáveis Edafoclimáticas e Silviculturais**. 2007. f 16. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

FRANCELINO, M.R; REZENDE, E.M.C; SILVA, L.D.B. Proposta de Metodologia para Zoneamento Ambiental de Plantio de Eucalipto. **Revista Cerne**, v. 18, n. 2, p. 275-283, 2012.

GOLFARI, L. Manual de Reflorestamento do Estado do Rio de Janeiro. Banco de Desenvolvimento do Estado do Rio de Janeiro. Secretaria de Planejamento e Coordenação Geral do Governo do Estado do Rio de Janeiro, Cap.4, p.255-287, 1980.

INSTITUTO PEREIRA PASSOS. Relevo e Principais Picos do Município do Rio de Janeiro. 2011. Disponível em: http://portalgeo.rio.rj.gov.br/armazenzinho/web/imagens/05_relevo_mapa%20mudo_2011.pdf f.Acessado em 15 de Janeiro de 2014.

WILCKEN, C.F; LIMA, A.C. V; DIAS, T.K.R; MASSON, M.V; FERREIRA FILHO, P.J;POGETTO, M.H.F.A.D. **Guia Prático de Manejo de Plantações de Eucalipto**, 21ªed, pg. 25. Fundação de Estudos e Pesquisas Agrícolas e Florestais. Botucatu-SP, 2008.

LIMA, W.P. **Impacto ambiental do eucalipto**. 2.ed.São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1996.301p.

LIMA, I. L; GARCIA, J. N. Efeito da Fertilização em Propriedades Mecânicas da Madeira de *Eucalyptus grandis*. **Revista Ciência Florestal**, v. 21, n. 3, p. 601-608, 2011.

LOPES, T.S. **Crescimento Inicial e Ecofisiologia de Clones de Eucalipto Sob Diferentes Condições Climáticas**. 2009.117f. Dissertação (mestrado em produção vegetal)- Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre.

LUZ, B.R. **Zoneamento Ecológico do Parque das Furnas do Bom Jesus, em Pedregulho - SP, usando sensoriamento remoto e sistema de informação geográfica (SIG)**. 2000, f 70 Dissertação (Mestrado na área de ecologia) - Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

MAIA, L. F. P. G.; ZAMBONI, W. Monitoramento da qualidade das águas das chuvas na cidade do Rio de Janeiro – Relatório Final, Fundação José Pelúcio Ferreira – PCRJ/SMAC, 2004.

MARENGO, J. A & ALVES, L. M. Tendências Hidrológicas Da Bacia Do Rio Paraíba do Sul. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.20, n.2, 215-226, 2005.

MIGUEL, E.P. **Avaliação Biométrica e Prognose da Produção de *Eucalyptus Urophylla* (S.T. Blake) na Região Norte no Estado de Goiás.** 2009. 68 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal). Universidade Federal do Paraná. Curitiba.

MENDONÇA, G.S; PAIVA, Y.G; SILVA, K.R; NAPPO, M.E; CECÍLIO, R.A; PEZZOPANE, J.M.E. Uso De SIG No Zoneamento Agroecológico de Pequena Escala para *Araucaria angustifolia*, *Hymenae acourbarile* *Myrocarpus frondosus* para a Bacia Hidrográfica do Rio Itapemirim - ES. In: XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto Florianópolis. **Anais...** INPE, 2007. p. 1741-1748.

MARTORANO, L.G; ANGELOCCI, L.R; VETTORAZZI, C.A; VALENTE, R.O.A. Zoneamento Agroecológico para a Região de Ribeirão Preto Utilizando um Sistema de Informações Geográficas. **Scientia agricola.** v.56, n.3, p. 335-348. 1999.

MONTEBELLER, C. A. CEDDIA, M.B; CARVALHO, D.F; VIEIRA, S.R; FRANCO, E.M. Variabilidade Espacial do Potencial Erosivo das Chuvas no Estado do Rio de Janeiro. **Revista Engenharia Agrícola.** v. 27, n.2, p.426-435, 2007.

MORA, A.L; GRACIA, C.H. A Cultura do Eucalipto no Brasil - Eulypt cultivation in Brazil. Sociedade Brasileira de Silvicultura. São Paulo. 2000 112p

NASCIMENTO, G. B. **Atributos Diferenciais de Latossolos e Argissolos Amarelos: Uma Contribuição para o SiBCS.** 2005.106 f. Tese (Doutorado em Solos). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

NAPPO, M. E; NAPPO, A. E; PAIVA, H. N. Zoneamento Ecológico de Pequena Escala para Nove Espécies Arbóreas de Interesse Florestal no Estado de Minas Gerais. **Revista Científica Eletrônica de Engenharia Florestal.** Periodicidade Semestral – 5 ed. 2005.

PAULA, R.P. Propriedades Edáficas e Desenvolvimento de Eucalipto em Topossequência na Flona Mário Xavier-RJ. **Revista Floresta e Ambiente,** v 19, n 3, p.344-351, 2012.

PAIVA, Y.G; MENDONÇA, G.S; SILVA, K.R; NAPPO, M.E; CECÍLIO, R.A; PEZZOPANE, J.M.E. Zoneamento agroecológico de pequena escala para *Toona ciliata*, *Eucayptus grandis* e *Eucalyptus urophylla* na Bacia Hidrográfica do Rio Itapemirim – ES, utilizando dados SRTM. In: XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis **Anais...** Florianópolis: SBSR, 2007.p.1785-1792.

PALUDZYSZYN FILHO, E; SANTOS, P.E.T; FERREIRA, C.A. Eucaliptos Indicados para Plantio no Estado do Paraná. Embrapa Florestas, Colombo. 21 ed, p 20-45, 2006.

PEREIRA, I.M.; OLIVEIRA FILHO, A.T.; BOTELHO, S.A.; CARVALHO, W.A.C; FONTES, M.A.L.; SCHIAVINI, I. & SILVA, A.F. Composição Florística do Compartimento Arbóreo de Cinco Remanescentes Florestais do Maciço do Itatiaia, Minas Gerais e Rio de Janeiro. **Revista Rodriguésia,** v.57, n. 1, p. 103-126, 2006.

PEREIRA, A.R; SENTELHAS, L.R. **AGROMETEROLOGIA: Fundamentos e Aplicações Práticas.** Edição Agropecuaria, 2002. p 478.

PEIXOTO, M.F. **Susceptibilidade à Desertificação no Estado do Rio de Janeiro Baseada em Índices Climáticos** 2013. 36 f Monografia (Em Engenharia Florestal). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica.

PIVELLO, V.R; BITENCOURT, M.D; MANTOVANI, W; MESQUITA JUNIOR, H.N; BATALHA, M.A; SHIDA, C.N. Proposta de Zoneamento Ecológico para a Reserva de Cerrado Pé-de-Gigante (Santa Rita do Passa Quatro,SP). **Brazilian Journal of Ecology**, v.02, n 02, p 156-168, 1998.

PIMENTEL, C. **A Relação da Planta com a Água**. EDUR, Serópedica, 2004. p 161.

PRIM, J.A; PIOVESAN, A.Z. Estudo sobre as propriedades de duas espécies de madeiras utilizadas na construção civil. **Unesc & Ciência – ACET**, v. 2, n. 1, p. 77-86, 2011.

RAPASSI, R. M. A. TARSITANO, M.M.A; PEREIRA, J.C.R; ARAUJO,C.A.M.Cultura Do Eucalipto Na Região de Suzanápolis. **Informações Econômicas**, v.38, n.4, p 4-13, 2008.

Rede Alerta contra o Deserto Verde, in: www.EcoDebate.com.br 16/05/2007 <<http://www.ecodebate.com.br/2007/05/16/rj-cabral-e-o-deserto-verde-por-carlos-walter-porto-goncalves-e-paulo-roberto-raposo-alentejano/>> acessado em 08 de janeiro de 2014.

ROLIM, G. S.; SENTELHAS, P. C.; BARBIERI, V. Planilhas no ambiente EXCEL para os Cálculos de Balanços Hídricos: Normal, Sequencial, de Cultura e de Produtividade Real e Potencial. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 6, n. 4, p. 133-137, 1998.

ROVEDDER, A.P.M; SUZUKI, L.E.A.S; DALMOLIN, R.S.D; REICHERT, J.M; SCHENATO, R.B. Compreensão e Aplicabilidade do Conceito de Solo Florestal. **Revista Ciência Florestal**, v. 23, n. 3, p. 517-528, 2013.

SANTANA, R.C; BARROS, N.F; LEITE, H.G; COMERFORD, N.B; NOVAIS, F. R. Estimativa de Biomassa de Plantios de Eucalipto no Brasil. **Revista. Árvore**, v.32, n.4, p.697-706, 2008.

SANTOS, A.A.R. **Evapotranspiração de Referência Estimada Por Métodos de DadosClimáticos Mínimos no Estado do Rio de Janeiro**. 2013. 3 f. Monografia (Agronomia)-Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.

SANTOS R.C. **Curvas de Crescimento em Altura e Índice de Sítio de Povoamentos Clonais de Eucaliptus spp, na Chapada do Araripe, Pernambuco**. 2012, 20 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais)-Universidade Federal Rural de Pernambuco.

SENTELHAS, P. C; PEREIRA, A.R; MARIN, F.R; ANGELOCCI, L.R; ALFONSI, R.R; CARAMORI, P.H; SWART, S. **BHBRASIL: balanços hídricos climatológicos de 500 localidades brasileiras**. Piracicaba:ESALQ, 1998. Disponível em: <<http://www.lce.esalq.usp.br/nurma.html>>. Acesso em: 5 maio 2013.

SILVA, J. S. V. **Análise Multivariada em Zoneamento para Planejamento Ambiental Estudo de Caso: Bacia Hidrográfica do Alto Rio Taquari MS/MT**. 2003. 332 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola)-Universidade de Campinas.

SILVA, H.D; PIRES, I.E; ARAÚJO, F.D.Comportamento Silvicultural e Aptidão Para Produção de Carvão de Cinco Espécies de *Eucalyptus*, na Região dos Cerrados de Minas Gerais.Embrapa Florestas. **Boletim de Pesquisa Florestal**,v.24, n.25, p. 71-78, 1992.

SILVA, V. A. **Alterações no uso da terra e sua influência na perda de solo da bacia hidrográfica do Rio Colônia, no litoral Sul da Bahia**. 2006. 76 f. Dissertação (Mestrado PRODEMA)-Universidade Estadual de Santa Cruz.

SILVA, J.S.V. **Análise Multivariada em Zoneamento para Planejamento Ambiental Estudo de Caso: Bacia Hidrográfica do Alto Rio Taquari Ms/Mt**. 2003. 78 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola)-Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

SILVA, P.H.M; POGGIANI, STAPE, F.J. L; BRITO, J.O; MOREIRA, R.M. Produção De Óleo Essencial e Balanço Nutricional *Corymbia citriodora* Adubado com Lodo de Esgoto em Diferentes Espaçamentos. **Revista Cerne**, v. 15, n. 3, p. 346-354.2009.

Sistema Brasileiro de Classificação de Solos 2ª.ed. pag 101 a 161.EMBRAPA- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Embrapa Solos. Brasília, 2006.

SOUZA, C.M.P; SILVA, K.F.M.C; MOREAU, A.M.S.S; FONTES, E.O; MOREAU, M.S; GÓES, L.M. Zoneamento Agroecológico da Bacia Hidrográfica do Rio Colônia-Bahia. **Revista de Ciências Ambientais**, v.3, n.2, p. 49-66, 2009.

SPERANDIO, H.V. Zoneamento agroecológico para espécies de eucalipto no estado do Espírito Santo. **Revista Caminhos da Geografia**, v. 11, n.34, p 203-216, 2010.

STAPE, J.L. Planejamento Global e Normatização de Procedimentos Operacionais da Talhadia Simples em Eucalyptus. **Série Técnica IPEF**, v. 11, n. 30, p. 51-62. 1997.

TEBALDI, F.L.H; SILVA, J.F.C; VASQUEZ, H.M; THIEBAUT, J.T.L. Composição Mineral das Pastagens das Regiões Norte e Noroeste do Estado do Rio de Janeiro. Matéria Orgânica, Alumínio e pH dos Solo.**Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.2, p.382-386, 2000.

TOLEDO, J.V. **Avaliação do Estabelecimento de Mudas de Eucalipto sobre déficit hídrico**. 2012. 58 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais)-Universidade Federal do Espírito, Jerônimo Monteiro.

TONINI, H; FINGER, C.A.G; SCHNEIDER, P.R; SPATHELF, P. Índice de Sítio para *Pinus elliottii* Engelm, em Três Unidades de Mapeamento de Solo, nas Regiões da Serra do Sudeste e Litoral, no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Ciência Florestal**, v.12, n.2, p.61-73, 2002.

VALVERDE, R. S. As Plantações de Eucalipto no Brasil. Texto **Técnico do Centro de Inteligência em Florestas-CIFlorestas**, 2009. Disponível em:<http://www.ciflorestas.com.br/arquivos/doc_as_brasil_31441.pdf.> Acessado em 24 de Maio de 2013.

VITAL, M.H.F. Impacto Ambiental de Florestas de Eucalipto. **Revista do BNDES**, v. 14, n. 28, p. 235-276, 2007.

Zoneamento ecológico Econômico para o estado do Espírito Santo. Disponível em: <http://zee.es.gov.br/> Acessado em: 19 de Maio de 2013.