



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

FELIPPE FERREIRA DA SILVA ARAÚJO

**DISTRIBUIÇÃO DA TEMPERATURA DO AR MENSAL E ANUAL NO ESTADO DO
RIO DE JANEIRO BASEADA EM MODELOS LINEARES**

**Prof. Dr. GUSTAVO BASTOS LYRA
Orientador**

Seropédica - RJ
Julho – 2010



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

FELIPPE FERREIRA DA SILVA ARAÚJO

**DISTRIBUIÇÃO DA TEMPERATURA DO AR MENSAL E ANUAL NO ESTADO DO
RIO DE JANEIRO BASEADA EM MODELOS LINEARES**

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

**Prof. Dr. GUSTAVO BASTOS LYRA
Orientador**

Seropédica
Julho - 2010

**DISTRIBUIÇÃO DA TEMPERATURA DO AR MENSAL E ANUAL NO ESTADO DO
RIO DE JANEIRO BASEADA EM MODELOS LINEARES**

Felippe Ferreira da Silva Araújo

Comissão Examinadora:

Monografia aprovada em 7 de Julho de 2010

Prof. Dr. Gustavo Bastos Lyra
UFRRJ/IF/DCA
Orientador

Dr. José Francisco de Oliveira Júnior
CNEN
Membro

Prof. Dr. Márcio Rocha Francelino
UFRRJ/IF/DS
Membro

DEDICATÓRIA

A minha avó Palmira. A minha mãe Sílvia. A minhas irmãs, Érika e Beatriz. A minhas tias Angela, Mathilde, Elenice e Eloiza, e meu tio Renato.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ser o responsável por eu ter tanta gente a agradecer.

A minha mãe Sílvia, que sempre acreditou, investiu e apoiou a mim, mesmo quando eu menos mereci. A meu pai Jair.

As minhas irmãs, Érika e Beatriz, que a cada dia me mostram que de nada vale ser inteligente se não se esforçar para chegar onde quer.

As minhas tias (mães), Angela, Elenice, Eloiza e Mathilde por terem me dado tudo o que uma mãe daria a um filho. A meus tios Renato e Jaci, pelo apoio e amizade.

Aos primos, Cláudia, Wagner, João, Fábio, Flávia, Marcele, Edgar, Marcos, Daniel, Rafael e a meu cunhado Rodrigo, obrigado pelo apoio, ainda que não percebam isto.

Aos amigos (irmãos), que dividiram comigo o sonho de sair do colégio e entrar para uma universidade pública: América, Luiza, Gaúcho, Maria, Mayra, Flávia, Juliana, Cangica, Igor, Rafinha, Gabriel e Neumman.

Aos amigos (irmãos), que dividiram comigo as tristezas e alegrias dos anos de Rural: Adriel, Daniel, Denivam, Ana Laura, Bruna, Thiago, Fabiano, Léo, Luiz Guilherme, Pedro, Lucas, Dani, Anderson, Setúbal, Mayra e Rafael, sem eles teria sido tudo mais difícil.

Aos amigos (irmãos) de Rural ou não, presentes e importantes na minha vida: Léo, Fininho, Filipe, Lorena, tia Cirlete, tio Carlinhos, Marquito, Jéssica, Marquinhos e Paçoca.

A amiga Camila Duarte, por ter indicado a mim o professor Gustavo como orientador.

Ao professor Gustavo, pela paciência e dedicação na minha orientação.

A minha avó Palmira e meu avô José. Sei que de onde estão, me ajudaram toda vez que ousei fraquejar. Obrigado.

RESUMO

Foi avaliada a variação espacial da temperatura do ar mensal no Estado do Rio de Janeiro. Para essas avaliações foram ajustados modelos de regressão linear múltipla a séries (mínimo de 15 anos) de temperatura do ar mensal entre 1950 - 2009 obtidas em 24 estações nos estados do Rio de Janeiro, Espírito Santo, Minas Gerais e São Paulo, em função da latitude, longitude e altitude. Na geração dos mapas de temperatura do ar para o estado do Rio de Janeiro, os modelos de regressão mensais foram aplicados, com o auxílio de álgebra de mapas, ao modelo de elevação do terreno *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), reamostrado para 900 m, e a um grid com a latitude e a longitude. O coeficiente de determinação para o ajuste dos modelos mensais foi elevado e variou entre 0,71 e 0,87, o que indicou que os modelos mostraram de forma satisfatória a variabilidade espacial da temperatura do ar mensal e anual. A altitude foi a variável que descreveu a maior parte da distribuição da temperatura, enquanto que a latitude e a longitude foram estatisticamente não significativas ($p < 0,05$). As temperaturas do ar mínimas mensais no estado do Rio de Janeiro foram observadas em julho e as máximas em fevereiro. Relativo às mesorregiões do Estado, as menores temperaturas do ar ocorreram nas mesorregiões Metropolitana, Centro e Sul Fluminense, nas áreas em que se estendem a Serra do Mar e a Serra da Mantiqueira independente do mês. As maiores temperaturas do ar do Estado ocorreram nas baixadas litorâneas, que abrangem parte da mesorregião Norte Fluminense, Baixadas Fluminense até a Mesorregião Metropolitana e o Sul Fluminense, devido aos efeitos continentalidade e maritimidade, associados com baixas altitudes.

Palavras-chave: Sensoriamento remoto, modelo digital de elevação, geoestatística, mapeamento digital

ABSTRACT

The spatial variation of monthly air temperature in Rio de Janeiro was evaluated. Multiple linear regression models were fitted to long time series (minimum of 15 years) of monthly air between 1950 - 2009. The series were obtained at 24 weather stations located in the states of Rio de Janeiro, Espírito Santo, Minas Gerais and São Paulo, Southeast of Brazil, in function of latitude, longitude and altitude. In mapping of air temperature for the state of Rio de Janeiro, the monthly regression models were applied, with the help of map algebra, to the digital elevation model *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), resampled to 900 m, and a grid with the latitude and longitude. The determination coefficient for the models and ranged between 0.71 and 0.87, indicating that the models showed a satisfactory way the spatial variability monthly and annual. The altitude was the variable that described most of the temperature distribution, while the longitude and latitude was not statistically significant ($p < .05$). The minimum monthly air temperatures in the state of Rio de Janeiro were observed in July and the maximums air temperatures in February. For the Mesoregions on the state, the minimum temperatures occurred in Metropolitan regions, Central and South Fluminense, the area extending from the Mar Mountain and Mantiqueira Mountain. The maximum monthly air temperatures occurred in the coastal lowlands, which cover the North Fluminense until Metropolitan and South Fluminense Mesoregions, due to continental and maritime effects associated with low altitudes.

Keywords: Remote sensing, digital elevation model, geostatistic, digital mapping

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE TABELAS	xi
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	2
2.1 Características Fisiográficas do Estado do Rio de Janeiro	2
2.2 Temperatura do ar	4
2.3 Sistemas Produtores de Tempo	6
2.3.1 Sistemas Frontais/Frentes Frias	6
2.3.2 Zona de Convergência do Atlântico Sul – ZCAS	7
2.3.3 Altas Subtropicais do Atlântico Sul – ASAS	8
2.4 Modelos determinísticos para Espacialização da Temperatura do Ar	9
2.5 SIG aplicado a ciências ambientais	10
2.6 Modelo Digital de Elevação – MDE	11
3. MATERIAL E MÉTODOS	12
3.1 Descrição da área de estudo e séries climáticas	12
3.2 Modelo determinístico e espacialização da temperatura do ar mensal	14
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
4.1 Variação da Temperatura do Ar Mensal Observada	16
4.2 Ajuste do modelo determinístico global a temperatura do ar mensal e anual	18
4.3 Distribuição da temperatura do ar para o Rio de Janeiro	20
4.3.1 Temperatura do ar anual	20
4.3.2 Temperatura do ar sazonal	21
4.3.2.1 Verão	21

4.3.2.2 Outono	24
4.3.2.3 Inverno	26
4.3.2.4 Primavera	28
5. CONCLUSÕES	31
6. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	31

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mesorregiões e Microrregiões Geográficas do Estado do Rio de Janeiro	3
Figura 2. Localização das estações meteorológicas dos estados do Rio de Janeiro, São Paulo, Espírito Santo e Minas Gerais utilizadas no ajuste dos modelos lineares	13
Figura 3. Hyspometria do estado do Rio de Janeiro determinada com o modelo digital de elevação SRTM reamostrado para a resolução de 900 m	15
Figura 4. Distribuição da temperatura (C°) mensal a sotavento das principais cadeias montanhosas do Rio de Janeiro	16
Figura 5. Distribuição da temperatura (C°) mensal a barlavento das principais cadeias montanhosas do Rio de Janeiro	17
Figura 6. Distribuição espacial da temperatura do ar (°C) anual no Estado do Rio de Janeiro (1950 – 2009)	21
Figura 7. Distribuição espacial da temperatura do ar (°C) mensal de dezembro no Estado do Rio de Janeiro (1950-2009)	22
Figura 8. Distribuição espacial da temperatura do ar (°C) mensal de janeiro no Estado do Rio de Janeiro (1950 – 2009)	23
Figura 9. Distribuição espacial da temperatura do ar (°C) mensal de fevereiro no Estado do Rio de Janeiro (1950 – 2009)	23
Figura 10. Distribuição espacial da temperatura do ar (°C) mensal de março no Estado do Rio de Janeiro (1950 – 2009)	24
Figura 11. Distribuição espacial da temperatura do ar (°C) mensal de abril no Estado do Rio de Janeiro (1950 – 2009)	25
Figura 12. Distribuição espacial da temperatura do ar (°C) mensal de maio no Estado do Rio de Janeiro (1950 – 2009)	25
Figura 13. Distribuição espacial da temperatura do ar (°C) mensal de junho no Estado do Rio de Janeiro (1950 – 2009)	27
Figura 14. Distribuição espacial da temperatura do ar (°C) mensal de julho no Estado do Rio de Janeiro (1950 – 2009)	28
Figura 15. Distribuição espacial da temperatura do ar (°C) mensal de agosto no Estado do Rio de Janeiro (1950 – 2009)	28

Figura 16. Distribuição espacial da temperatura do ar (°C) mensal de setembro no Estado do Rio de Janeiro (1950 – 2009)	29
Figura 17. Distribuição espacial da temperatura do ar (°C) mensal de outubro no Estado do Rio de Janeiro (1950 – 2009)	30
Figura 18. Distribuição espacial da temperatura do ar (°C) mensal de novembro no Estado do Rio de Janeiro (1950 – 2009)	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Identificador e nome da estação meteorológica relacionada ao mapa da Figura 1, Estado em que estava localizada e série da temperatura do ar	14
Tabela 2. Coeficientes da regressão linear múltipla ajustada à temperatura média mensal do ar na região de estudo e os respectivos erros padrão de estimativa.....	20

1. INTRODUÇÃO

A temperatura do ar é determinante em diversas atividades nos setores agrícola e florestal, pois, influencia diretamente nos processos físicos e fisiológicos de espécies vegetais e animais. Cada espécie vegetal possui temperatura mínima limite, abaixo da qual não se desenvolve; e temperatura máxima, a qual excedida leva a suspensão das suas atividades vitais; e, entre esses extremos, uma temperatura ótima, em torno da qual o desenvolvimento do indivíduo não é restringido (RIZZINI, 1997). A floração e frutificação das espécies vegetais ocorrem de acordo com a alternância da temperatura do ar, denominada termoperíodo. A temperatura pode afetar a indução da folhas ou modificar outras etapas da resposta floral, como a iniciação e o desenvolvimento das gemas florais. Esse elemento meteorológico é também fator condicionante tanto na indução e quebra de dormência de sementes, quanto na germinação do embrião. A temperatura do ar atua sobre a germinação, pela modificação da conformação e estrutura das moléculas, particularmente proteínas e lipídeos, envolvidos em reações químicas durante a germinação e na estrutura das membranas (BEWLEY e BLACK, 1994; LIMA *et al.*, 2006).

Em decorrência de atividades antrópicas a concentração de CO₂ na atmosfera vem aumentando a uma taxa de 0,4-0,5% ano⁻¹ de acordo com IPCC (1995), SOMBROEK & GOMES (1996) e STRECK & ALBERTO (2006), correspondendo a um aumento de 1,0 – 1,8 μmol CO₂ mol⁻¹ ano⁻¹ (IPCC, 1995; UNSWORTH & HOGSETT, 1996; STRECK & ALBERTO, 2006). Segundo MAHLMAN (1997), isto indica um aumento de 1 a 6°C na temperatura média do ar até o final deste século em vários locais do Planeta, incluindo o Brasil. A possível mudança do clima terrestre pode afetar os componentes do ciclo hidrológico de ecossistemas terrestres e conseqüentemente a disponibilidade de recursos hídricos e a duração dos períodos de estiagem e enchente (STRECK & ALBERTO, 2006). Para a América Latina, as projeções futuras mostram que até meados do século XXI, os aumentos de temperatura e as reduções de chuva e de vazões de rios poderão levar a uma substituição gradual da floresta tropical por savana no leste da Amazônia, e a vegetação semi-árida tenderá a ser substituída por vegetação de terras áridas (SALAZAR ET AL., 2007; IPCC, 2007b; VALVERDE & MARENGO, 2010).

Diversos modelos empíricos ou físico-fisiológicos para determinação da evapotranspiração (ET) consideram a temperatura do ar como variável de entrada. Nas análises de incêndios florestais é um dos componentes presentes no triângulo do fogo, conjunto de três fatores (temperatura, combustível e oxigênio) considerados nessas análises (observacional) e nas equações de incêndios (previsão). A variação espacial e a sazonalidade da temperatura do ar são determinantes na distribuição de espécies vegetais nativas e de culturas agrícolas, sendo fundamental em estudos de zoneamento agrícola e ecológico (RIZZINI, 1997; LYRA *et al.*, 2009). Assim, o conhecimento da sua distribuição espacial e sazonal e dos padrões que a condicionam é essencial nas avaliações citadas anteriormente.

Como na maioria dos estados brasileiros, a densidade espacial de estações meteorológicas no Estado do Rio de Janeiro mostra-se insipiente, o que dificulta estudos sobre os temas abordados anteriormente. Uma alternativa para a escassez de dados de temperatura do ar para a região e, ou para as análises espaciais é a utilização de modelos determinísticos de efeito global (modelos lineares e não lineares múltiplos) em conjunto com Modelos Digitais de Elevação (MDE). Essa técnica permite a interpolação regional da temperatura do ar com resultados satisfatórios (SANTOS *et al.*, 2008; LYRA *et al.*, 2009).

A concordância da espacialização da temperatura está condicionada, particularmente, à resolução, à fonte de dados e ao método de obtenção do MDE (SANTOS *et al.*, 2008). O MDE consiste de uma representação numérica digital, da distribuição espacial da elevação da superfície e pode ser gerado de formas distintas, como por exemplo, a partir de dados planialtimétricos, com auxílio de técnicas de interpolação, ou através de dados de sensoriamento remoto, neste as amostras sendo coletadas uniformemente e com alta resolução. Um dos principais MDE disponíveis em formato raster é o SRTM, derivado das observações da missão SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*). A missão SRTM utilizou-se de um radar com abertura sintética por interferometria para realizar observações da elevação com resolução espacial de 30 m na horizontal e disponibilizou um MDE de 90 m para América do Sul (SANTOS *et al.*, 2008).

O presente trabalho tem os seguintes objetivos: (i) aplicar modelos lineares associados ao modelo de elevação SRTM para espacializar a temperatura do ar mensal para o Estado do Rio de Janeiro com suporte de plataformas de Sistema de Informação Geográfica (SIG), (ii) avaliar a variação espacial e mensal da temperatura do ar e (iii) baseado nesses, disponibilizar um banco de dados confiável para subsidiar estudos e tomadas de decisão nos setores industrial, agrícola e florestal no Rio de Janeiro.

2 . REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Características Fisiográficas do Estado do Rio de Janeiro

Situado na região sudeste, entre as latitudes 20° 44' N e 23° 22' S e as longitudes 40° 57' e 44° 53' W, o Estado do Rio de Janeiro possui área de 43.696,054 km² (IBGE, 2002). O Estado é limitado a norte e noroeste por Minas Gerais, a nordeste por Espírito Santo e a sudoeste por São Paulo, sendo as porções sul e leste voltadas ao Oceano Atlântico, que totalizam 636 km de costa.

O Estado é dividido em seis mesorregiões (Baixadas, Centro Fluminense, Metropolitana do Rio de Janeiro, Noroeste Fluminense, Norte Fluminense e Sul Fluminense) (Figura 1), que se subdividem em 18 microrregiões (Bacia de São João, Lagos, Cantagalo-Cordeiro, Nova Friburgo, Santa Maria Madalena, Três Rios, Itaguaí, Macacu-Caceribu, Rio de Janeiro, Serrana, Vassouras, Itaperuna, Santo Antônio de Pádua, Campos dos Goytacazes, Macaé, Baía da Ilha Grande, Barra do Piraí e Vale do Paraíba Fluminense) dentro das quais estão os 92 municípios que compõem o Estado do Rio de Janeiro (IBGE, 2010).

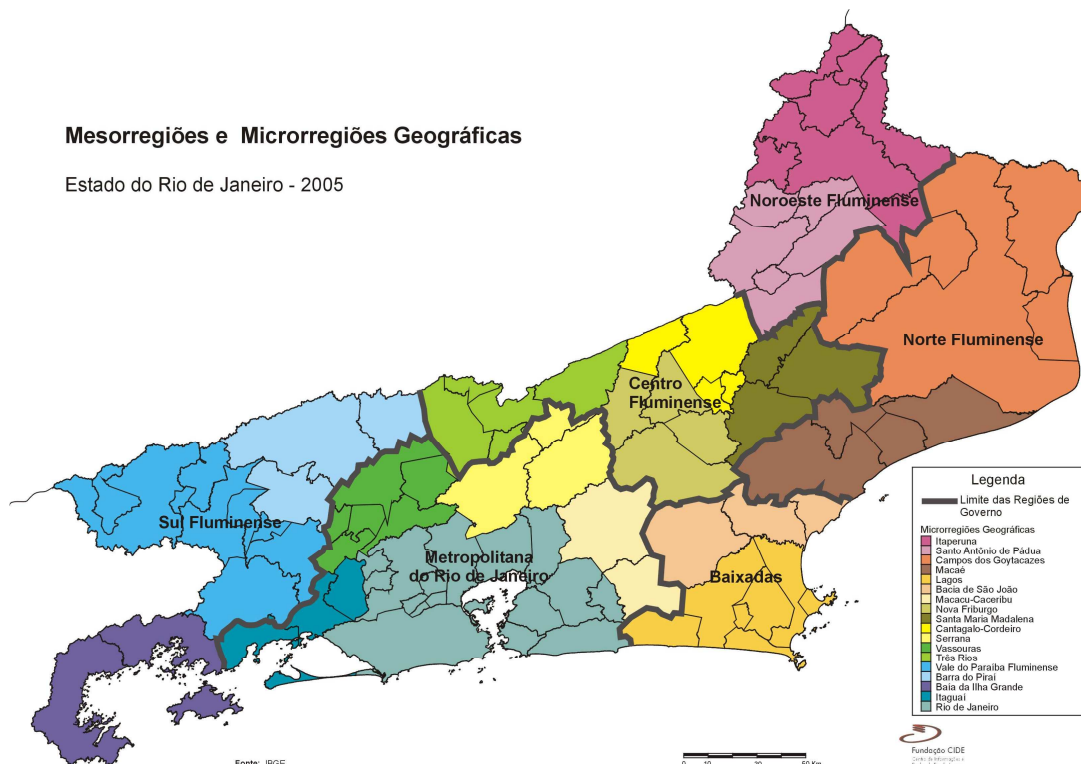


Figura 1 - Mesorregiões e Microrregiões Geográficas do Estado do Rio de Janeiro.
FONTE: CIDE (2010)

O relevo é caracterizado por duas principais formações geológicas: terras altas e baixadas. As terras altas compreendem o Planalto de Itatiaia, cujo ponto culminante é o Pico das Agulhas Negras (2.791,55 m), no município de Itatiaia; Serra dos Órgãos, cujo ponto culminante é a Pedra dos Três Picos (2.310 m), nos municípios de Teresópolis/Nova Friburgo; e Serra da Bocaina, cujo ponto culminante é o Pico do Macela (1.840 m), no município de Parati. As baixadas, embora denominadas de modo genérico de Baixada Fluminense, são mais conhecidas pelas suas denominações locais: Baixada dos Goytacazes, ou Campista, Baixada dos Rios Macaé e São João, Baixada da Guanabara e Baixada de Sepetiba. A denominação Baixada Fluminense fica restrita à porção do território que abrange os Municípios de Belford Roxo, Duque de Caxias, Japeri, Mesquita, Nilópolis, Nova Iguaçu, Seropédica, Queimados e São João de Meriti (CIDE, 2010).

A diversidade climática do estado do Rio de Janeiro deve-se basicamente ao relevo complexo, a altitude e ao fenômeno da continentalidade, que influenciam não apenas a temperatura do ar, mas também o regime e a distribuição dos totais pluviométricos de acordo com a localização (MAIA e ZAMBONI, 2004). André et al. (2008) baseados na precipitação pluvial mensal estratificou o Estado em regiões pluviométricamente homogêneas, o que evidenciou a ampla variabilidade de distribuição das chuvas no estado. Isto fica destacado nos acumulados anuais, que apresentam seu maior valor na região que abrange da encosta sul da Serra do Mar até parte da Serra da Mantiqueira (de 2126,3 a 2605,9 mm), e os menores valores observados na região que compreende o Norte do Estado (766,5 a 945,7 mm).

Segundo o IBGE (2009), no estado do Rio de Janeiro se observam frequentemente às unidades climáticas de Tropical Quente (temperatura do ar mensal > 18 °C) a Mesotérmico Brando (10 – 15 °C) e entre Sub-úmido (três meses secos) a Super-úmido (sem seca). As temperaturas do ar variam entre 25 e 42 °C no verão, e de 15 a 35 °C no inverno, sendo que nas áreas de baixadas predominam o clima Tropical e nas áreas de planalto o Tropical de

Altitude (COSTA, 2010). De acordo com Abreu et al. (2005), baseando-se na classificação climática de Köppen a Região Metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ) é definida como Tropical Atlântico (Aw), isto é, inverno seco e frio e verão chuvoso e úmido. A temperatura do ar média mensal varia entre de 21,1°C (julho) a 27,3 °C (janeiro). A temperatura média anual é de 23,9 °C, enquanto a precipitação total média anual é de aproximadamente 1.258 mm, com cerca de 124 dias de chuvas.

A região Serrana é classificada como Clima Tropical de Altitude, e em função desta altitude são observadas temperaturas do ar inferior a das demais regiões, tendo média anual de 20 a 24 °C, com precipitação total anual de 1.000 a 1.500 mm. Nas baixadas litorâneas, que compreende a Região dos Lagos, o clima é o Tropical Marítimo. As temperaturas médias anuais são de aproximadamente 24 °C, com verão moderadamente quente, devido ao efeito da brisa marítima. No inverno, por influência da Corrente das Malvinas, há incidência do vento frio vindo do mar, o que causa inverno ameno e torna o clima da região um dos mais secos da Região Sudeste. A precipitação pluvial total varia de 750 mm, nos municípios de Arraial do Cabo, Armação do Búzios e Cabo Frio a 1.500 mm, nos municípios de Marica e Saquarema (COSTA, 2010).

A vegetação original Fluminense é a Mata Atlântica, que segundo classificação do Instituto Estadual Ambiental – INEA (2010), se estratifica em Floresta Ombrófila Densa (Floresta das Terras Baixas, Floresta Submontana, Floresta Montana, Floresta Alto-Montana), Floresta Ombrófila Mista (Floresta Montana), Floresta Estacional Semidecidual (Floresta das Terras Baixas, Floresta Submontana, Floresta Montana), Estepe (Caatinga) e Formações Pioneiras (Restingas, Manguezais, Brejos e Lezírias). Segundo dados do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA (1992), originalmente o domínio Mata Atlântica cobria 43.291 km² do Estado do Rio de Janeiro, o que corresponde a 98,59% da área total. Atualmente, estima-se que menos de 17% do Estado esteja coberto por florestas, que se encontram em diferentes estágios de conservação e sucessão (INEA, 2010). Desta área vegetada, 4.300 km², que correspondem a 62,25% do total restante, se encontram em unidades de conservação situadas no Estado, sendo 28 de administração federal, 18 estadual e 42 municipal (VIANA et al., 2007).

2.2 Temperatura do ar

A temperatura do ar é um dos principais efeitos da radiação solar sobre a superfície terrestre. Os raios solares aquecem a superfície terrestre, que por transporte de calor, aquecem a atmosfera adjacente. Este transporte de calor sensível ocorre através de dois processos: i) Condução molecular, no qual o calor sensível é trocado por contato direto entre moléculas de ar. O processo de condução é lento e limitado espacialmente, e assim, se restringi a uma fina camada de ar próxima a superfície; e ii) Difusão turbulenta, que constitui um processo mais rápido de troca de calor, e ocorre quando frações de ar aquecidas entram em movimento convectivo desordenado, e assim transportam calor, vapor d'água, partículas de poeira, propágulos, entre outras propriedades (PEREIRA et al., 2002). A radiação emitida pelo sol, incidindo da mesma forma sobre o planeta é denominada radiação direta; radiação difusa é a denominação que se dá à porção da radiação dispersa pelas moléculas de gás, gotículas de água e partículas presentes na atmosfera (RIZZINI, 1997).

A radiação solar não é o único fator que influencia a temperatura do ar, sendo outros fatores referentes às características geográficas do planeta importantes na distribuição da

temperatura do ar. A latitude tem seu efeito na distribuição dos raios solares incidentes sobre a superfície terrestre, pois devido à curvatura do planeta, determinadas latitudes recebem quantidades diferentes de densidade de fluxo energia. Desta maneira latitudes menores (Zona Tropical) recebem mais energia, devido aos raios solares incidirem sobre estas com menor inclinação, o que torna o ar mais quente nessa região. Em maiores latitudes (Zona Temperada, Círculo Polar Ártico e Círculo Polar Antártico), a incidência dos raios solares é mais tangencial, o que acarreta em menor energia por unidade de área e tempo, tornando assim o ar nestas regiões mais frio.

O efeito da longitude na temperatura do ar é expresso pela continentalidade, que é a distância relativa de determinado ponto na terra em relação a grandes corpos hídricos (mares e oceanos). A continentalidade pode ter seu efeito agravado pela presença de barreiras orográficas que isolem mais as terras interiores de correntes aéreas de origem marinha. A água influencia a temperatura do ar, uma vez que a superfície continental se aquece e se resfria mais rapidamente do que a superfície dos corpos de água. Os ventos predominantes e as correntes oceânicas também interferem na temperatura do ar, pois transportam ou transferem, por advecção, ar mais aquecido ou mais frio de uma área para outra, dependendo das características dos gradientes de pressão envolvidos (FRITZSONS et al., 2008). No Estado do Rio de Janeiro a continentalidade está relacionada também com a latitude, devido ao posicionamento do estado em relação ao ambiente costeiro. As características fisiográficas do Estado do Rio de Janeiro, onde uma face de sua costa é voltada para leste e outra para o sul, interfere consideravelmente no regime de temperatura, principalmente sazonal. Esta interferência ocorre pela criação de zonas de convergência/divergência do escoamento e dado fato de estarem voltadas para o Oceano Atlântico em duas direções diferentes, ocorre a influência de dois regimes de circulação de brisa marítima.

A altitude é outro fator que interfere na temperatura do ar, sendo inversamente proporcional. Para uma parcela de ar seco, a temperatura do ar decresce conforme a elevação da altitude a uma taxa de aproximadamente 0,98 °C/100m, denominada de gradiente adiabático do ar seco, ou simplesmente adiabática seca. Esta taxa de arrefecimento ocorre, pois uma massa de ar seco em ascensão está sujeita a pressão cada vez menor, aumentando seu volume e diminuindo sua temperatura. Como este gradiente térmico depende da saturação do ar, o decréscimo da temperatura média com a altitude se situa em torno de 1 °C a cada 180 metros (DURY, 1972; FRITZSONS et al., 2008).

A temperatura não está apenas associada a eventos climáticos e estende sua influência a fisiologia de animais e vegetais. A elevação da temperatura aumenta a atividade celular, vegetal ou animal, até determinado ponto ótimo, após o qual, ocorre declínio. Cada espécie vegetal possui temperatura mínima limitante, abaixo da qual não se desenvolve; uma temperatura máxima, a qual excedida leva a suspensão das suas atividades vitais; e uma temperatura ótima, em torno da qual se dá o melhor desenvolvimento do indivíduo (RIZZINI, 1997). Certas estruturas reprodutivas das plantas têm seu surgimento muitas das vezes ligado a determinados limites de temperatura, aos quais essas estruturas são submetidas alternadamente, ou seja, sem a ocorrência desta alternância de temperatura, denominada termoperíodo, em muitos casos não há floração ou frutificação. A temperatura pode afetar a indução da folhas ou modificar outras etapas da resposta floral, como a iniciação e o desenvolvimento das gemas florais. As temperaturas ótimas de cada planta também podem variar segundo a idade e o desenvolvimento fisiológico de cada indivíduo (KERBAUY, 2004).

Segundo Kerbauy (2004), na semente, a temperatura atua tanto na indução, como na quebra de dormência e no crescimento embrionário. A temperatura atua sobre a germinação e

modifica a conformação e estrutura das moléculas, particularmente proteínas e lipídeos, envolvidas em reações químicas durante a germinação e na estrutura das membranas (BEWLEY e BLACK, 1994; LIMA et al., 2006).

Os incêndios são problema recorrente para plantios florestais comerciais e áreas de preservação, causando danos às árvores, ao solo, a fauna, ao planejamento florestal, entre outros sinistros. A temperatura é um dos três fatores necessários para o início do fogo, juntamente com o combustível e o oxigênio, pois proporciona o calor necessário para tal. Para prevenir incêndios foram criados os índices de perigo de incêndio, sendo que três deles (Índice de Angstron, Índice Logarítmico de Telicyn e Índice de Nesterov, diferenciados entre si pelas variáveis utilizadas nos calculos) **usam a temperatura do ar como uma de suas variáveis**. A estrutura dos índices de perigo de incêndio é baseada fundamentalmente na relação entre os incêndios florestais e os elementos meteorológicos, dentre eles a temperatura (UFPR, 2010).

Segundo Rizzini (1997), a distribuição da vegetação é induzida, sobretudo por fatores climáticos, entre eles a temperatura do ar. É prática recorrente dividir as plantas segundo sua tolerância ou exigência térmica, em: megatérmicas (que vivem sob temperaturas relativamente altas), microtérmicas (que habitam regiões frias) e mesotérmicas (que crescem sob condições intermediárias).

A temperatura do ar é utilizada como variável em diversos modelos empíricos, como Método de Blaney-Criddle e Thornthwaite, ou físico fisiológicos para estimativa da evapotranspiração, como o método de Penman e Penman-Monteith. A elevação da temperatura torna maior a quantidade de vapor d'água que pode estar presente no mesmo volume de ar, o que estimula a transpiração e aumenta o poder evaporante da atmosfera.

2.3 Sistemas Produtores de Tempo

2.3.1 Sistemas Frontais/Frentes Frias

Duas massas de ar de características diferentes, ao se encontrarem não se misturam de imediato. A mais quente, menos densa, se sobrepõe a menos quente, mais densa, o que origina uma superfície de transição. Essa superfície causa variações bruscas nos campos de temperatura do ar, pressão atmosférica e ventos (velocidade e direção). A superfície de transição entre essas massas de ar é denominada Zona Frontal ou Frente. A entrada de uma frente causa modificações nas condições do tempo local e na qualidade do ar. Associada as frentes, ocorre à formação de ondas frontais, que evoluem no tempo e passam pelas seguintes etapas: origem (frontogênese), desenvolvimento (importante por ser a fase onde ocorrem a formação de nuvens e precipitações) e dissipação (VIANELLO e ALVES, 2000).

Baseado no deslocamento das massas de ar, as frentes podem ser classificadas como quentes, frias ou oclusas. Existem diferentes tipos de frentes, que dependem das condições físicas das massas (VIANELLO e ALVES, 1991; FEDOROVA, 1999; PEREIRA, ANGELOCCI e SENTELHAS, 2002). O fenômeno da oclusão é a atuação de três massas de ar, em que a mais quente entre as duas massas mais frias, o que acaba por caracterizar o sistema de oclusão como quente ou frio (FEDOROVA, 1999; PEREIRA, ANGELOCCI e SENTELHAS, 2002).

A frente fria de deslocamento lento causa chuvas intensas, com trovoadas em todos os seus estágios, seguindo até a passagem imediata da frente pelo local. Sua formação de nuvens se caracteriza por formações de forte desenvolvimento vertical, sendo do tipo cumulonimbus (Cb). Na condição pré-frontal é marcada por nuvens dos tipos cirrus (Ci) e cirrostratus (Cs) e causa redução na pressão atmosférica e forte aquecimento locais. Seu afastamento permite a entrada de uma nova frente na região, processo caracterizado pelo rápido aumento da pressão atmosférica, diminuição da temperatura do ar, e mudança na direção dos ventos.

As frentes frias de deslocamento rápido provocam chuvas antes da chegada da massa fria, o que caracteriza chuvas pré-frontais. Em decorrência disto o tempo é bom durante a passagem da frente. As nuvens pré-frontais são do tipo cumulonimbus e se estruturam como colunas. Antes da ocorrência das chuvas, devido à elevação da massa de ar, ocorre aumento da temperatura do ar, este fenômeno é conhecido como aquecimento pré-frontal, análogo a observada em frentes frias de deslocamento lento.

As frentes quentes formam chuvas de intensidades e durações diferentes, que dependem da estabilidade do ar no local. Caso seu avanço se dê sobre área de ar estável, são formadas chuvas leves e contínuas. Ocorrendo seu avanço sobre área de ar instável, formam-se chuvas intensas com trovoadas, antecipando-se a chegada da frente de 200 a 300 km. As nuvens deste tipo de frente cobrem completamente o céu local e possuem pouco desenvolvimento vertical, sendo dos tipos alostratus (As) e nimbostratus (Ns).

As massas de ar associadas às frentes oclusas se alternam sucessivamente e causam chuvas leves e contínuas por um período de dias em determinado local. Há ocorrência de chuvas mais fortes e prolongadas com presença de trovoadas no verão, o que acaba por causar enchentes e desmoronamentos.

Em média no Estado do Rio de Janeiro, passam quatro sistemas frontais (SF's) durante a primavera e o inverno, ocorrendo diminuição da frequência de passagens no verão e no outono, diminuindo para três SF's mensalmente (OLIVEIRA, 1986; LEMOS e CALBETE, 1996; DA SILVA, 2003; COSTA, 2010).

2.3.2 Zona de Convergência do Atlântico Sul – ZCAS

A Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) é um dos fenômenos mais importantes que ocorrem na escala intra-sazonal no verão sul-americano, e resulta em estiagens prolongadas e altos índices pluviométricos, o que causa enchentes que atingem diversas regiões do Brasil. Sua principal característica é uma larga faixa de nebulosidade que se estende desde o sul da Região Amazônica até o Atlântico Sul-central, identificada na composição de imagens de satélite, como uma banda de nebulosidade de orientação NW/SE (LUCAS e ABREU, 2007). Kodama (1992) identificou características coincidentes entre as ZCAS, a Zona de Convergência do Pacífico Sul (ZCSP) e a Zona Frontal de Baiu, estas chamadas de Zonas de Convergência Subtropical (ZCST). Estas características são: estendem-se para leste, nos Sub-tropicais, a partir de regiões tropicais específicas de intensa atividade convectiva; formam-se ao longo de jatos subtropicais em altos níveis e a leste de cavados semi-estacionários; são zonas de convergência em uma camada inferior úmida, espessa e baroclínica; estão localizadas na fronteira de massas de ar tropical úmida, em regiões de forte gradiente de umidade em baixos níveis, com geração de instabilidade convectiva por processo de advecção diferencial.

Embora ainda não estejam totalmente definidos, estudos observacionais e numéricos mostram que o sistema de ZCAS sofre influências tanto de fatores remotos, como de fatores locais. Seguindo estes estudos, as influências remotas seriam responsáveis por modular o início, duração e localização da ZCAS, e os fatores locais por sua vez seriam fundamentais para a ocorrência do fenômeno em questão. Em relação aos fatores remotos a convecção na ZCPS, resultava em uma posterior intensificação da ZCAS, o que evidenciaria um mecanismo de propagação do tipo 30-60 dias (CASARIM e KOUSKY, 1986). Com um modelo de circulação geral da atmosfera Kalnay et al. (1986), simulou-se uma onda estacionária com padrão definido pela ZCPS/ZCAS, constatando-se que esta onda ocorria sob influência da convecção na região tropical e nas próprias Zonas de Convergência.

Dentre os vários fatores locais, o único aceito com unanimidade é a atuação da convecção na região amazônica. Kodama (1993) através de estudo observacional das Zonas de Convergência Sub-Tropicais, explicou que estas zonas ocorrem apenas quando duas condições de grande escala se dão: o escoamento de ar quente e úmido, em baixos níveis, em direção às altas latitudes; e um Jato Sub-Tropical (JST) em altos níveis escoamento em latitudes subtropicais. O escoamento em baixos níveis intensifica a convergência de umidade enquanto, combinado com o JST, intensifica a frontogênese no campo da temperatura potencial equivalente, o que influi na geração da instabilidade convectiva. O estabelecimento desse padrão de circulação está claramente associado à atividade convectiva na Amazônia e Brasil Central, que intensifica o JST em altos níveis, em um processo de conversão de energia cinética divergente em energia cinética rotacional (HURRELL e VINCENT, 1991).

2.3.3 Altas Subtropicais do Atlântico Sul – ASAS

Localizadas aproximadamente a 30 graus de latitude sobre os principais oceanos do planeta, há sistemas de alta pressão denominados Altas Subtropicais. As altas surgem em resposta à circulação das células de Hadley e estão associadas a circulação média meridional da atmosfera. A Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS) possui grande importância no clima sul-americano. O clima no Brasil é afetado tanto no inverno quanto no verão, pois segundo Vianello e Alves (1991), ocorre mudança nos centros de alta pressão do inverno para o verão, o que causa uma diferença sazonal de temperatura.

No inverno as temperaturas são mais baixas no continente, por conseguinte os centros de alta pressão se deslocam para o continente. Este fato impede a entrada de frentes nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, e causam nevoeiros de radiação, inversões térmicas e acúmulo de poluentes, e geadas, se o ar for úmido. Já na região Nordeste, a ASAS contribui para o regime de chuvas no litoral (BASTOS e FERREIRA, 2000).

No verão, o oceano se encontra mais frio do que o continente, o que causa a migração dos centros de alta pressão para o oceano. Durante o período de verão, os ventos de superfície associados a ASAS enfraquecem à medida que se aproximam do continente. Esta característica diminui o transporte de vapor de água na costa do NE (BASTOS e FERREIRA, 2000). No verão o transporte de umidade nos baixos níveis troposféricos, ao longo da ZCAS, são afetados pela circulação associada a ASAS, pois ao longo da região Sudeste os ventos predominantes são de NE, o que favorece o transporte de umidade do Oceano Atlântico equatorial para o ramo oceânico da ZCAS (KODAMA, 1993; BASTOS e FERREIRA, 2000). Segundo BASTOS e FERREIRA (2000), relativo a circulação, ao se comparar as situações de inverno e verão, a ASAS está melhor configurada no verão, pois desloca-se ligeiramente para sudoeste.

Na maior parte do ano o Estado do Rio de Janeiro se encontra sobre influência da ASAS, sendo esta responsável pelas condições de céu claro com pouca nebulosidade e ventos de direção nordeste de fraca intensidade, predominantes na região nordeste do Estado. A ação de Sistemas Transientes como Sistemas Frontais (SFs), Ciclones Extratropicais, Vórtices Ciclônicos Dos Altos Níveis (VCANs) de origem subtropical, Sistemas Convectivos De Mesoescala (SCMs) e outros sistemas alteram este panorama, promovendo o aumento da nebulosidade, a ocorrência de precipitação e intensificação dos ventos (FIDERJ, 1978; COSTA, 2010).

2.4 Modelos determinísticos para Espacialização da Temperatura do Ar

Os modelos determinísticos de efeito global consistem em superfícies de tendência, como regressão múltipla linear ou não linear. A utilização de modelos determinísticos globais, tendo como variáveis independentes as coordenadas geográficas (latitude e longitude) e a altitude se configuram alternativa eficiente e relativamente simples no tocante a estimativa da temperatura do ar. Modelos determinísticos locais também são alternativas para se estimar a temperatura do ar, como por exemplo, o inverso da distância ponderada e o vizinho mais próximo (DRUNCK et al., 2004). Contudo, de acordo com PEZZOPANE et al. (2004), por não considerarem a altitude, os modelos determinísticos locais, apresentam resultados inferiores aos proporcionados por modelos determinísticos globais.

Ao se estimar a temperatura do ar, baseado nas variáveis independentes latitude, longitude e altitude, os seguintes preceitos são o que na prática, relativo a cada variável são os responsáveis pela variação da temperatura: i) Latitude - a irradiância solar é o principal fator que influencia a temperatura do ar, isto se deve a incidência dos raios solares sobre a superfície terrestre e da inclinação do eixo de rotação da Terra (sazonalidade); ii) Longitude - exerce seu efeito pela continentalidade, que é à distância de um ponto na terra para grandes corpos de água (mares, oceanos, lagos e outros), pois a elevada umidade desses resulta em diminuição da amplitude da temperatura. Assim sendo a amplitude térmica aumenta da costa para o interior do continente. iii) Segundo DODSON e MARKS (1997), uma parcela de ar úmida em ascensão se resfria a uma taxa média de $0,60\text{ }^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$, em resposta a relação hidrostática e a primeira lei da termodinâmica, desta forma, as regiões de maior elevação tendem a registrar menores temperaturas.

A utilização de modelos determinísticos globais normalmente estão associados à MDE, e tem se mostrado expediente valoroso para se estimar a temperatura do ar em locais onde a distribuição de estações meteorológicas é insipiente. Segundo Santos et al. (2008) e Lyra et al. (2009), tal técnica permite a interpolação regional da temperatura do ar com resultados satisfatórios. Em estudo que visou espacializar a temperatura do ar no estado de Alagoas, Lyra et al. (2009), utilizando tal técnica concluíram que os modelos de regressão em função latitude, longitude e altitude mostram-se adequados para explicar a variabilidade espacial da temperatura mensal do ar no estado de Alagoas. Lado et al. (2007) realizaram estudos semelhantes no estado de São Paulo, utilizando equações de regressão linear em conjunto com mapas de resíduos elaborados por krigagem para elaborar mapas de temperatura do ar sobre um MDE, concluindo neste caso, que latitude e altitude são variáveis significativas no estudo da temperatura. Pezzopane et al. (2004), gerou um MDE a partir de carta planialtimétrica do estado do Espírito Santo, para espacializar a temperatura do ar para este Estado e concluiu que tal procedimento resultou em melhor espacialização da

temperatura do ar em relação à interpolação, utilizando-se os dados observados em estações meteorológicas (método do inverso do quadrado da distância). Diedrich et al. (2007) pelo método de regressão linear, espacializam as estimativas das temperaturas máximas, médias e mínimas anuais para o Vale do Taquari, no Rio Grande do Sul, utilizando-se de um MDE gerado a partir das curvas de nível das cartas topográficas na escala 1:50.000.

2.5 SIG aplicado a ciências ambientais

Um Sistema de Informações Geográficas – SIG, pode ser definido como um sistema destinado à aquisição, armazenamento, manipulação, análise e apresentação de dados georeferenciados na superfície terrestre, e que integram diversas tecnologias (ROSA, 2004). Na prática, o que o SIG faz é integrar grande gama de informações sobre o ambiente e permitir que estes dados sejam analisados através de ferramentas analíticas proporcionadas por esse. A utilização atual do SIG no setor público e privado possui aplicações distintas, segundo Rosa (2004), sua utilidade abrange análise de recursos ambientais, planejamento de uso do solo, análise locacional, avaliação de impostos, planejamento de infra-estrutura, análise de bens imóveis, marketing, análise demográfica entre outras.

Dentro das ciências ambientais o SIG é amplamente utilizado em diversos segmentos e tipos de estudos dentro da área. Dentro do segmento da hidrologia e do manejo de bacias hidrográficas, Silveira e Ramos (2007) discutiram a influência da distribuição dos padrões ambientais na dinâmica hidrológica de chuva vazão na bacia do rio Paquequer, no município de Teresópolis, RJ. Baseado na plataforma SIG, Beskow et al. (2009) aplicaram os modelos hidrológicos Curva Número (CN-SCS) e Curva-Número Modificado (CN-MMS) para estimar o escoamento superficial em uma bacia hidrográfica no município de Nazareno, Minas Gerais. Visando apresentar metodologia de apoio ao zoneamento territorial de uma sub-bacia hidrográfica no município de Uberlândia, MG, Rosa (2004), afirmou que o sensoriamento remoto e os SIG's, aliados à tecnologia computacional, demonstraram que podem auxiliar na coleta, armazenamento e análise do volume e complexidade dos dados básicos necessários para a elaboração do zoneamento.

O SIG é ferramenta útil no processo de zoneamento ecológico, prática que por questões legais, econômicas e conservacionistas adquiriu importância em território nacional. Ribeiro e Campos (2007), visando futuros zoneamentos ecológicos da bacia do Alto Rio Pardo, Pardinho, SP, elaboraram um mapa temático e um banco de dados com informações cadastrais sobre áreas vulneráveis a erosão. Bastos et al. (2009), utilizaram-se de um SIG para obter o zoneamento pedoclimático do Rio de Janeiro, objetivando a regionalização da produção de sementes florestais de espécies nativas.

No que diz respeito a manejo florestal, o SIG pode ser empregado como auxiliar quando este manejo é baseado em princípios de ecologia da paisagem, o que atualmente é tendência no setor florestal. Utilizando-se do recurso de decisão multicritérios na plataforma SIG, Ferraz e Vettorazzi (2003) analisaram os fatores fertilidade dos solos, mata nativa existente, corpos d'água, declividade e suscetibilidade à erosão, para desenvolver metodologia capaz de aplicar os conceitos de ecologia de paisagem no planejamento do uso de terra em áreas de reflorestamento.

O estudo de Grigio (2003), em ambiente SIG identificou, mapeou e interpretou a evolução do uso e ocupação do solo e a vulnerabilidade ambiental do município de Guamaré, RN, visando simular os riscos as atividades petrolíferas na região. Isto ilustra tendência da

utilização do SIG na análise de riscos e o posterior uso dos dados disponibilizados para possíveis intervenções. O mesmo princípio pode ser aplicado em zonas urbanas que padecem de problemas ambientais decorrentes da ocupação desordenada do solo, como evidencia Guimarães (2004), que utilizou um SIG para identificar áreas suscetíveis a deslizamentos e desmoronamentos em decorrência da favelização no bairro de Santa Teresa, na cidade do Rio de Janeiro.

2.6 Modelo Digital de Elevação – MDE

O MDE é uma representação numérica, em formato digital, da distribuição espacial da elevação da superfície. Este pode ser gerado a partir de dados planialtimétricos, com auxílio de técnicas de interpolação (LYRA et al., 2009), sendo esse complementados com a rede hidrográfica, ambos obtidos de cartas topográficas (CHAGAS et al., 2010). Segundo LYRA et al. (2009) dados de sensoriamento remoto são outra forma de se gerar MDE, no qual as amostras são coletadas uniformemente e com alta resolução espacial, sendo assim utilizados em estudos mais detalhados. A qualidade do modelo original é o que atesta a validade e utilização dos dados oriundos dos MDE's. Segundo CHAGAS et al. (2010), a qualidade de um MDE depende do tipo e da magnitude dos erros a ele relacionados. Em formato raster os principais MDE's disponíveis são o GTOPO30 (USGS, 2009a) e o SRTM (USGS, 2009b).

O GTOPO30 foi desenvolvido pela *Earth Resources Observation and Science* (EROS) do *U.S Geological Survey* (USGS), sendo um derivado de diversas fontes de informações topográficas no formato raster e vetorial, e disponibilizado na resolução de três segundos de grau, aproximadamente 900 m (LYRA et al., 2009). Dados de altitude oriundos do GTOPO30 vêm sendo utilizados para subsidiar estudos referentes a climatologia, PAIVA et al. (2007) obteve mapas representativos da distribuição espacial da evapotranspiração potencial para o estado da Bahia baseando-se nessas informações associadas com mapas de temperatura. LYRA et al. (2009) utilizou-se de dados provenientes do GTOPO30 para estimar a temperatura do ar anual baseada em modelos de regressão linear múltipla para o estado de Alagoas. Lado et al. (2007) basearam-se em MDE de 0,5 km² de resolução espacial, obtido de dados advindos do GTOPO30, para através técnicas de análise de regressão linear múltipla e krigagem ordinária, modelar espacialmente as temperaturas máximas, mínimas, médias do Estado de São Paulo.

Resultado de uma parceria das agências espaciais dos Estados Unidos (*National Aeronautics and Space Administration* - NASA), Alemanha (*Deutsches Zentrum für Luft – und Raumfahrt* - DLR) e Itália (*Agenzia Spaziale Italiana* - ASI), a missão SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) utilizou um radar de abertura sintética por interferometria para realizar medidas de elevação com resolução espacial de 30 m na horizontal e disponibilizou um MDE de 90 m para América do Sul (LYRA et al., 2009). Os dados altimétricos obtidos pela SRTM tem servido como base para diferentes estudos ambientais. A pesquisa realizada por Bispo et al. (2008), objetivou avaliar o uso isolado das variáveis geomorfológicas locais extraídas de modelos digitais de elevação SRTM na identificação dos tipos vegetacionais de uma área no sul do interflúvio Madeira-Purus, nos estados de Rondônia e Amazonas. O estudo conduzido por Chagas et al. (2010), avaliou MDE's gerados por dados SRTM, dentre outros, com o intuito de auxiliar na escolha do modelo digital de elevação mais adequado para derivar atributos topográficos primários e secundários para utilização em um mapeamento digital de solos por redes neurais. Lyra et al. (2009), concluiu que espacialização da

temperatura anual do ar para o estado de Alagoas baseada em modelos de regressão linear múltipla aplicados ao modelo digital de elevação SRTM mostra concordância superior à espacialização obtida com o GTOPO30. Através da técnica de interpolação bilinear os dados SRTM podem ser reamostrados para resoluções inferiores a de 90 m disponibilizadas. Lyra et al. 2009 reamostrou a resolução original do SRTM (90 m), para as resoluções de 125, 250, 500, 750 e 900 m, e concluiu que não apresentam diferenças estatísticas significativas nas espacializações da temperatura anual do ar para Alagoas. Objetivando apresentar uma metodologia para a geração de modelo numérico do terreno (MNT), com estimativa da temperatura do ar, Valladares et al. (2004), utilizou-se de dados SRTM para tal e conclui que havendo a disposição equações de regressão múltipla confiáveis, pode ser utilizado para todo o território nacional devido a acurácia e homogeneidade dos dados do SRTM. Utilizando-se de um MDE gerado a partir de dados SRTM associados a coordenadas geográficas e altitude, Ferreira et al. (2006), distribuíram espacialmente a temperatura média mensal do ar para os meses de julho e dezembro, para os estados do Pará e Minas Gerais, que apresentam características bem distintas. Atualmente há dados SRTM disponíveis na resolução de 30m, contudo sua obtenção só é possível mediante a compra do material.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Descrição da área de estudo e séries climáticas

A área de estudo foi compreendida entre as latitudes -23° e $-20,5^{\circ}$, e as longitudes $-45,5^{\circ}$ e -41° . Foram utilizadas 24 estações meteorológicas situadas no estado do Rio de Janeiro e em regiões limítrofes a este, nos estados de Minas Gerais, São Paulo e Espírito Santo. Para a espacialização e análise da variabilidade espacial da temperatura do ar mensal no estado do Rio de Janeiro, ajustou-se para cada mês um modelo de regressão linear múltipla a séries de temperatura do ar média mensal obtidas em vinte e quatro estações meteorológicas (Figura 2). As estações estavam localizadas nos estados do Rio de Janeiro, Espírito Santo (ES), São Paulo (SP) e Minas Gerais (MG). Foram consideradas estações dos estados ES, SP e MG e próximas a divisa com o Rio de Janeiro, com objetivo de obter melhor correlação da temperatura do ar com a latitude e, ou longitude. As estações utilizadas apresentaram séries de no mínimo 15 anos, com máximo de 40 anos. As estações pertenciam ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e a Rede Meteorológica do Comando da Aeronáutica (REDEMET), disponibilizadas nas bases de dados da *Food and Agriculture Organization* (FAO) e *National Climatic Data Center* da *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NCDC/NOAA) e nas normais climatológicas do INMET.

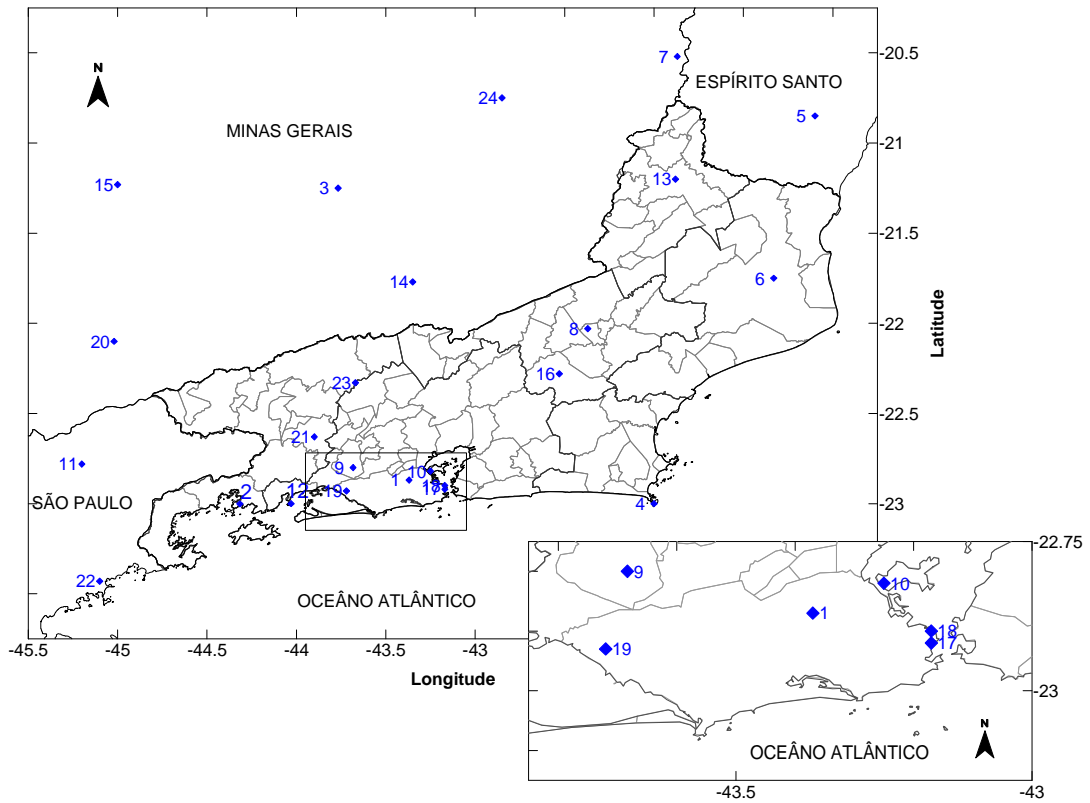


Figura 2. Localização das estações meteorológicas dos estados do Rio de Janeiro, São Paulo, Espírito Santo e Minas Gerais utilizadas no ajuste dos modelos lineares.

Tabela 1. Identificador e nome da estação meteorológica relacionada ao mapa da Figura 1, Estado em que estava localizada e série da temperatura do ar.

<i>ID</i>	<i>Estação</i>	<i>Estado</i>	<i>Série</i>	<i>Altitude(m)</i>
1	Afonsos (Aero)	RJ	1973-2008	34,0
2	Angra dos Reis	RJ	1961-2009	2,80
3	Barbacena	MG	1961-1990	1171,0
4	Cabo Frio	RJ	1961-1990	7,0
5	Cachoeiro do Itapemirim	ES	1961-1991	77,0
6	Campos	RJ	1973-2009	11,0
7	Caparaó	MG	1973-1990	843,0
8	Cordeiro	RJ	1972-1990	485,0
9	Ecologia Agrícola	RJ	1961-1990	34,0
10	Galeão	RJ	1973-2008	6,0
11	Guaratinguetá	SP	1983-2009	537,0
12	Ilha do Guaiúba	RJ	1972-1990	65,20
13	Itaperuna	RJ	1969-1990	123,0
14	Juiz de Fora	MG	1950-2009	939,0
15	Lavras	MG	1965-1990	919,0
16	Nova Friburgo	RJ	1961-1990	856,0
17	Rio de Janeiro	RJ	1950-1989	5,0
18	Rio de Janeiro (Aero)	RJ	1973-2009	3,0
19	Santa Cruz (Aero)	RJ	1973-2009	3,0
20	São Lourenço	MG	1961-1990	900,0
21	Tremembé (Pirai)	RJ	1961-1990	545,0
22	Ubatuba	SP	1961-1991	8,0
23	Vassouras	RJ	1961-1992	437,0
24	Viçosa	MG	1961-1993	690,0

3.2 Modelo determinístico e espacialização da temperatura do ar mensal

O modelo determinístico global utilizado no ajuste entre temperatura do ar mensal (variável dependente) e as variáveis independentes latitude, longitude e altitude foi um modelo de regressão linear múltipla apresentado, o qual, foi LIMA & RIBEIRO (1998), utilizaram para estimar a temperatura do ar para o Estado do Piauí, e LYRA ET AL. (2009), utilizaram com a mesma finalidade para o Estado de Alagoas, estando representado a seguir:

$$T_i = \beta_0 + \beta_1 \text{LAT}_i + \beta_2 \text{LONG}_i + \beta_3 \text{ALT}_i + \varepsilon_i$$

em que, T_i (°C) é a temperatura média mensal do ar; LONG (graus) é a longitude; LAT (graus) é a latitude, ALT (m) é a altitude, ε_i é o erro aleatório, suposto independente e com distribuição normal da média e variância constante, e β_0 , β_1 , β_2 e β_3 são os coeficientes de ajuste do modelo a serem determinados. O termo subscrito i representa a i -ésima estação meteorológica ($i = 1, 2, \dots, 24$). O ajuste dos modelos foi avaliado pelo coeficiente de determinação (R^2) e pela análise de variância (ANOVA) a $p < 0,05$.

Na geração dos mapas de temperatura do ar para o estado do Rio de Janeiro, aplicou-se o modelo de regressão linear múltipla de cada mês a um grid da latitude e longitude e outro com o MDE. Esta operação se deu com o auxílio do módulo *Math* do aplicativo SURFER. O MDE considerado na espacialização foi o da missão *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) tratados pela EMBRAPA para eliminar falhas, sombras e distorções (MIRANDA, 2005; LYRA et. al., 2009) e com resolução espacial original de 90 m. Seguindo metodologia de Lyra et. al. (2009), as imagens do SRTM disponibilizados pela EMBRAPA foram transformadas do formato TIFFGEO para grid e depois reamostrados pelo método da interpolação bilinear para uma resolução espacial de 900 m (Figura 3).

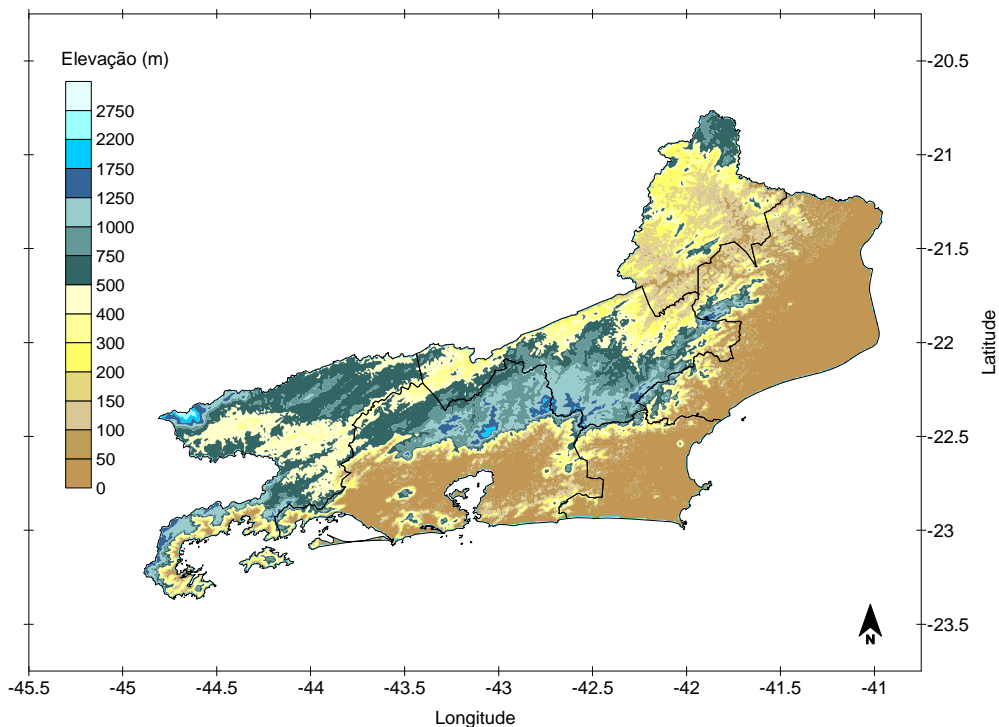


Figura 3. Hipsometria do estado do Rio de Janeiro determinada com o modelo digital de elevação SRTM reamostrado para a resolução de 900 m.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Variação mensal da temperatura do ar observada

Os dados observados de temperatura do ar para a região Sul Fluminense (Figura 4) foram obtidos nas estações de Angra dos Reis, Tremembé (Piraí) e Vassouras. Angra dos Reis foi à localidade onde se observaram as maiores temperaturas do ar mensal entre as estações dessa mesorregião para todos os meses, sendo a máxima mensal de 26,4 °C, observada para fevereiro, enquanto a mínima (20,2 °C) foi observada em julho. Essa estação apresentou a menor amplitude de temperatura (6,2 °C) dentre as estações analisadas para a mesorregião. Estes resultados podem ser explicados devido a estação se situar próximo ao ambiente costeiro, e com baixa altitude (2,8 m). Ou seja, a baixa amplitude térmica foi resultado da influência conjunta da baixa elevação e, principalmente do aporte de umidade, que se apresenta como reguladora térmica, devido a circulação da brisa marítima. Tremembé e

Vassouras registraram médias anuais próximas e de 20,9 e 20,8 °C, respectivamente. As mínimas, nessas estações ocorreram em julho (16,7 °C, Tremembé e 17,2 °C, Vassouras), e máximas iguais para as ambas as estações (24 °C), observadas no mês de fevereiro. Angra dos Reis registrou temperaturas do ar mensal superiores a das demais estações, enquanto as estações de Tremembé e Vassouras apresentaram alternância das menores temperaturas mensais. Isso é explicado pelo fato das estações de Tremembé e Vassouras estarem situadas a altitudes superiores a 400 m.

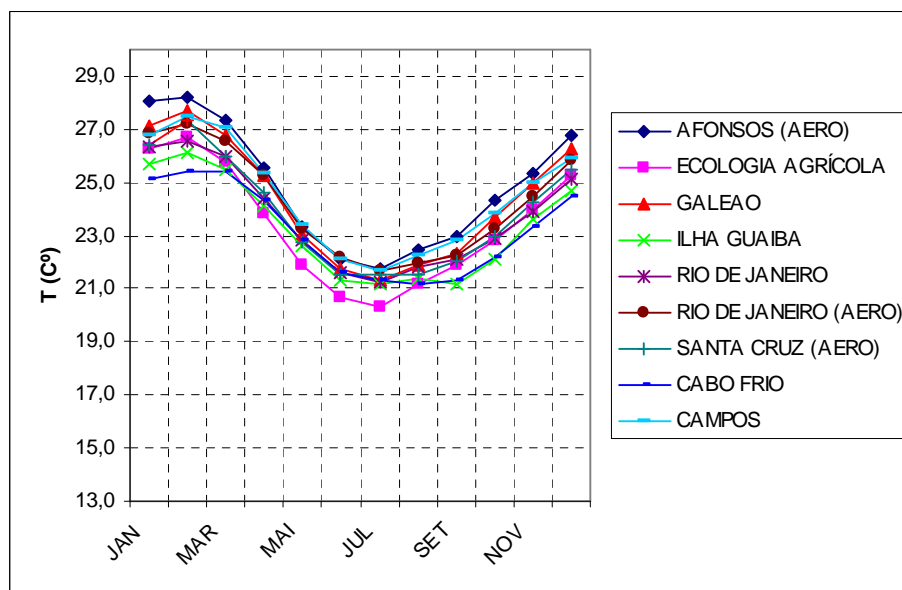


Figura 4. Distribuição da temperatura (C°) mensal a sotavento das principais cadeias montanhosas do Rio de Janeiro.

A RMRJ (Figura 4), onde se situam as estações Ecologia Agrícola, Afonsos (Aeroporto), Rio de Janeiro, Rio de Janeiro (Aeroporto), Santa Cruz (Aeroporto), Galeão e Ilha Guaíba, apresentou os maiores valores de temperatura do ar mensal dentre as estações consideradas no estudo para o Estado do Rio de Janeiro. Janeiro, fevereiro e março foram os meses mais quentes, em função da maior incidência de raios solares nesta estação do ano (verão), tendo sido registrada em fevereiro a maior temperatura mensal (28,2 °C), na estação Afonsos (Aero), na qual se observou também a maior média anual (24,9 °C). Junho, julho e agosto foram os meses mais frios, em função da menor incidência de radiação solar sobre o Hemisfério Sul nesta estação do ano (inverno), registrados em todas as estações, tendo sido observado na estação Ecologia Agrícola a menor média anual (23,4 °C) e a menor mínima mensal (20,3 °C), para a mesorregião em questão. A estação situada na Ilha da Guaíba apresentou a menor amplitude térmica (4,9 °C) da mesorregião, isto pode ser explicado pelo efeito pelo maior aporte de umidade do oceano para essa estação, em função de estar inserida próxima a baía de Sepetiba, e assim umidade elevada no município onde esta se encontra (Mangaratiba), que embora geopoliticamente seja considerado parte da mesorregião RMRJ, está localizada na região conhecida como Costa Verde, onde há elevada presença de vegetação e pluviosidade elevada. Os maiores valores de médias, máximas e mínimas desta mesorregião em relação às outras mesorregiões é devido a baixa elevação das estações no

geral, sendo Ilha da Guaíba (65,2 m) a mais elevada e Rio de Janeiro (Aero) e Santa Cruz (Aero), ambas a 3 m de altitude, as de menor elevação.

A mesorregião Centro Fluminense (Figura 5), onde se encontram duas estações utilizadas no estudo, Cordeiro e Nova Friburgo, foi a mesorregião que apresentou as menores temperaturas do ar dentre as outras analisadas para o Estado do Rio de Janeiro. Cordeiro para o mês de fevereiro registrou a temperatura máxima mensal da mesorregião (24 °C), com média anual de 20,6 °C, sendo o mês com a máxima mensal. A amplitude térmica observada na estação de Cordeiro (7,3 °C) foi similar a de Nova Friburgo (7,4 °C). Nova Friburgo, dentre as 15 estações estudadas no estado do Rio de Janeiro, apresentou as menores temperaturas mensal (14 °C), observada em julho, e média anual de 21,4 °C. Os baixos valores de mínima, média e máxima, registrados para esta mesorregião são explicados pela altitude que suas estações se situam, Cordeiro a 485 m e Nova Friburgo, a mais elevada dentre todas (856 m).

A única estação situada na mesorregião das Baixadas (Figura 5) foi Cabo Frio. Nesta as maiores temperaturas registradas foram nos meses de fevereiro e março (25,4 °C), que juntamente com janeiro foram os meses mais quentes. A estação obteve média anual de 25,4 °C e amplitude térmica de 4,2 °C, sendo a menor amplitude entre as estações analisadas, devido a proximidade do município de Cabo Frio com o oceano, o que lhe confere maior umidade do ar e assim, menor variação da temperatura do ar. Julho, agosto e setembro, registraram as menores temperaturas, sendo o mês de agosto o mais frio (21,2 C°), diferente das demais mesorregiões, nas quais esse resultado ocorreu em julho. Os valores de mínima, média e máxima para a localidade são explicados pela baixa altitude (7 m) em que se situa Cabo Frio.

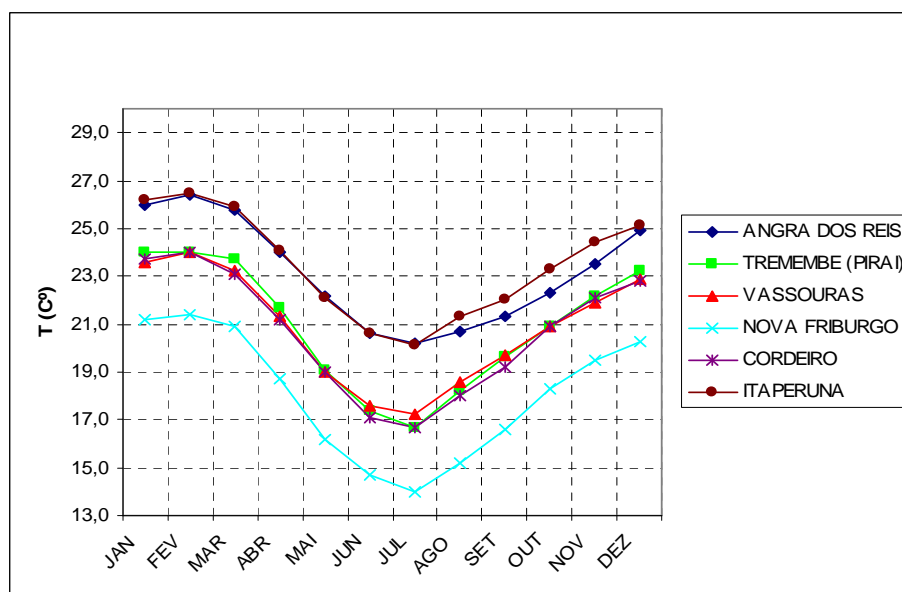


Figura 5. Distribuição da temperatura (C°) mensal a barlavento das principais cadeias montanhosas do Rio de Janeiro.

A mesorregião Norte Fluminense (Figura 5) foi representada pela estação de Campos. Os meses mais quentes foram janeiro, fevereiro e março, sendo fevereiro o mais quente (27,5 °C, tendo a estação registrado média de 24,2 °C. Os meses de junho, julho e agosto foram os de menores temperaturas mensais, sendo o valor mínimo de 21, °C, observado em julho. Campos está localizado em baixa altitude (11 m), o que contribui para os elevados valores de mínima, média e máxima obtidos.

A única estação considerada na mesorregião Noroeste (Figura 5) foi a de Itaperuna. Nesta as maiores temperaturas mensais foram registradas nos meses de janeiro, fevereiro e março, sendo a o extremo superior de temperatura observado em fevereiro (26,5 °C), sendo a média anual para esta estação de 23,5 °C. As menores temperaturas foram registradas em junho, julho e agosto, tendo sido em julho a menor temperatura mensal (20,1 °C). A estação de Itaperuna está situada a 123 m de altitude, o que pode explicar os valores relativamente altos de mínima, média e máxima.

4.2 Ajuste do modelo determinístico global a temperatura do ar mensal e anual

Os modelos de regressão linear ajustados mostraram a maior parte da variabilidade espacial da temperatura do ar mensal para a região considerada, com coeficientes de determinação (R^2) entre 0,71 (outubro) e 0,88 (março) para os modelos mensais e de 0,85 para o anual (Tab. 2). Valores similares para a análise da temperatura do ar mensal foram obtidos por Lyra et. al. (2009) para o estado de Alagoas (0,73 - 0,90), por Sedyama e Melo Jr. (1998) para o estado de Minas Gerais (0,74 - 0,92) e por Pezzonapane et al. (2004) (0,89 - 0,92) para o Espírito Santo. Os maiores R^2 ($\geq 0,86$) mensais foram obtidos entre março e maio, compreendendo os meses de outono, estação de transição para o inverno, enquanto os menores ($\leq 0,78$) ocorreram nos meses de primavera (setembro a novembro), estação de transição para o verão. O erro padrão de estimativa (EPE) variou de 0,86 (março) a 1,25 °C (julho), representando no máximo 6,7 % da média da temperatura do ar mensal para os sítios utilizados nos ajustes dos modelos e de 0,94 °C para a temperatura do ar anual. Em relação à média os maiores EPE ($> 5,6$ %) foram observados nos meses de inverno (junho a agosto), sendo os menores (3,5 %) nos meses de janeiro a março, ou seja, parte do verão e do outono. Os maiores EPE coincidiram com os meses de maiores coeficientes de variação, assim, esse resultado foi condicionado pela maior variabilidade espacial dos dados nos meses de janeiro a março. Baseado no estudo de Costa (2009) a estação maiores acumulados mensais de chuva chuvosa, coincidiu com o verão e a mais seca com o inverno.

Para todos os meses, tanto o intercepto (β_0), quanto o gradiente vertical da temperatura do ar (β_3), se mostraram estatisticamente significativos (teste-t, $p < 0,05$), o mesmo não ocorreu para os coeficientes de latitude (β_1) e longitude (β_2), sendo estatisticamente não significativos para todos os meses. No caso do modelo ajustado a temperatura do ar anual, todos os coeficientes foram estatisticamente significativos ($p < 0,05$). O gradiente vertical de temperatura apresentou valores próximos a adiabática úmida, em média -0,60 °C/100m. De janeiro a março, o gradiente oscilou entre -0,56 °C/100m, com amplitude inferior ao seu erro padrão de estimativa. A partir de abril, β_3 apresentou tendência crescente até julho (-0,64 °C/100m), tornando a diminuir de agosto (-0,59 °C/100m) a outubro, onde atingiu o mínimo mensal (-0,46 °C/100m). Posterior a outubro, o padrão foi de diminuição novamente. A variação mensal do gradiente foi inversamente proporcional a variação da chuva mensal, com exceção de novembro e dezembro, onde se observaram aumento dos totais mensais de chuva,

mas β_3 apresentou tendência de aumento. Esse padrão entre chuva e β_3 é esperado, devido o aumento de umidade de uma parcela de ar em ascensão na atmosfera resultar em diminuição no gradiente de variação vertical de temperatura, ou seja, o resfriamento da parcela com a altitude é menor. Os valores de β_3 apresentados foram próximos dos determinados por Sedyama e Melo Jr. (1998) (-0,47 a -0,60 °C/100m) e Pezzopane et al. (2004) (-0,65 a -0,76 °C/100m) e inferiores ao intervalo obtido por Lyra et. al. (2009) (-0,60 a -0,90 °C/100m). As diferenças entre os resultados observados por Lyra et al. (2009) foram condicionados pelas diferenças entre os regimes pluviométricos das regiões analisadas. No presente caso, os totais mensais de chuva são superiores aos observados na região considerada por Lyra et al. (2009) e assim os β_3 foram mais próximos da adiabática úmida.

Para todos os meses e para o anual, os coeficientes dos modelos referentes à latitude (β_1) foram positivos, o que indicou declínio da temperatura do ar, em função do aumento da latitude, visto que nos ajustes dos modelos a latitude foi considerada negativa para o Hemisfério Sul. Ou seja, a temperatura do ar diminui de norte para sul. Isto se deve, principalmente, a menor incidência de radiação solar, nas localidades mais afastadas do Equador, as quais recebem menor densidade de fluxo de energia. Verificou-se que a orientação da cadeia montanhosa existente no estado do Rio de Janeiro, em relação ao ângulo de incidência da radiação solar tem influência importante, pois mostrou padrões (núcleos) frios ao longo da cadeia que permanecem na região, independente da sazonalidade (Figura 2 e 3). Resultados análogos foram observados por Lyra *et al.* (2009) para o estado de Alagoas, apesar da influência do planalto da Borborema (< 600 m) ser menor em comparação as Serras do Mar e da Mantiqueira (estado do Rio de Janeiro). Os valores do coeficiente da longitude (β_2) foram negativos de janeiro a abril, e de agosto a dezembro, similar ao observado para o anual. Como considerado as longitudes negativas para localidades a leste do meridiano de *Greenwich*, estes resultados ($\beta_2 < 0$) sugerem aumento da temperatura do ar com aumento da longitude, ou seja, aumenta de leste para oeste, que no caso do estado do Rio de Janeiro representa aumento do continente em direção ao oceano. Isso ocorre devido o continente, nesta época do ano (verão), se encontrar mais quente do que o oceano adjacente. Nos meses de maio, junho e julho, β_2 apresentou valores positivos, o que sugere diminuição da temperatura conforme aumenta a longitude. O resultado obtido confirma a transição do outono para o inverno (maio) e o inverno (junho e julho), quando o continente se encontra mais frio do que o oceano, o que causa menores temperaturas no continente.

Tabela 2. Coeficientes da regressão linear múltipla ajustada à temperatura média mensal do ar na região de estudo e os respectivos erros padrão de estimativa.

Mês	β_0 (°C)	β_1 (latitude)	β_2 (longitude)	β_3 (altitude)	R^2	EPE (°C)
Janeiro	22,48(±7,54)	0,1764(±0,4020)	-0,1854(±0,2438)	-0,0056(±0,0007)	0,85	0,93
Fevereiro	22,23(±7,60)	0,1925(±0,4054)	-0,2089(±0,2459)	-0,0057(±0,0007)	0,85	0,94
Março	26,52(±6,94)	0,0856(±0,3700)	-0,0377(±0,2245)	-0,0055(±0,0007)	0,88	0,86
Abril	22,96(±7,66)	0,1478(±0,4084)	-0,1154(±0,2477)	-0,0059(±0,0007)	0,86	0,95
Mai	27,10(±7,82)	0,1592(±0,4171)	0,0199(±0,2530)	-0,0062(±0,0008)	0,87	0,97
Junho	25,96(±8,95)	0,0927(±0,4773)	0,0604(±0,2896)	-0,0063(±0,0009)	0,85	1,11
Julho	24,78(±10,08)	0,0874(±0,5378)	0,0444(±0,3262)	-0,0064(±0,0010)	0,82	1,25
Agosto	21,73(±8,82)	0,4189(±0,4705)	-0,2140(±0,2854)	-0,0059(±0,0009)	0,81	1,09
Setembro	21,15(±7,81)	0,5462(±0,4167)	-0,3055(±0,2528)	-0,0050(±0,0008)	0,78	0,97
Outubro	22,41(±8,28)	0,6400(±0,4416)	-0,3517(±0,2679)	-0,0046(±0,0008)	0,71	1,03
Novembro	24,35(±8,38)	0,3655(±0,4469)	-0,1890(±0,2711)	-0,0047(±0,0008)	0,74	1,04
Dezembro	19,03(±7,93)	0,1566(±0,4232)	-0,2313(±0,2567)	-0,0050(±0,0008)	0,81	0,98
Anual	22,65(±7,56)	0,2806(±0,4032)	-0,1728(±0,2446)	-0,0056(±0,0007)	0,85	0,94

4.3 Distribuição da temperatura do ar para o Rio de Janeiro

4.3.1 Temperatura do ar anual

De acordo com a Figura 6, as maiores temperaturas do ar anual (> 22 °C) foram observadas na região litorânea, que abrange parte da região Sul Fluminense, passando pelas regiões Metropolitana do Rio de Janeiro e Baixadas e terminando na região Norte Fluminense, que coincidem com as áreas de menor elevação, com altitude inferiores a 100 m, a barlavento das principais cadeias montanhosas. Devido elevações inferiores a 400 m, a maior parte da região Noroeste Fluminense e pequena fração da Centro Fluminense apresentaram médias anuais nas classes de temperatura entre 21 e 24 °C, a sotavento das cadeias montanhosas. As menores temperaturas do ar (< 13 – 21 °C) ficaram restritas as áreas de maior elevação do estado (500 a 2.750m). Estas áreas compreenderam a Serra da Mantiqueira, na região Sul Fluminense, e Serra do Mar, que engloba as regiões Sul Fluminense, Metropolitana do Rio de Janeiro, Centro Sul Fluminense e reduzida área da região Norte Fluminense. Estes resultados ocorrem devido a elevada amplitude espacial da temperatura do ar anual (14,6 °C) no Estado, dado o relevo acidentado da região, que é capaz de registrar temperaturas médias mensais abaixo de 5 °C nas regiões mais elevadas na estação mais fria do ano e temperaturas próximas ao valor máximo da escala utilizada (29 °C), nas

regiões mais baixas nos meses mais quente do ano, como discutido no próximo tópico. Baseado no mapa anual de temperatura do ar para o Estado, as temperaturas variaram de 9,3 a 23,9 °C.

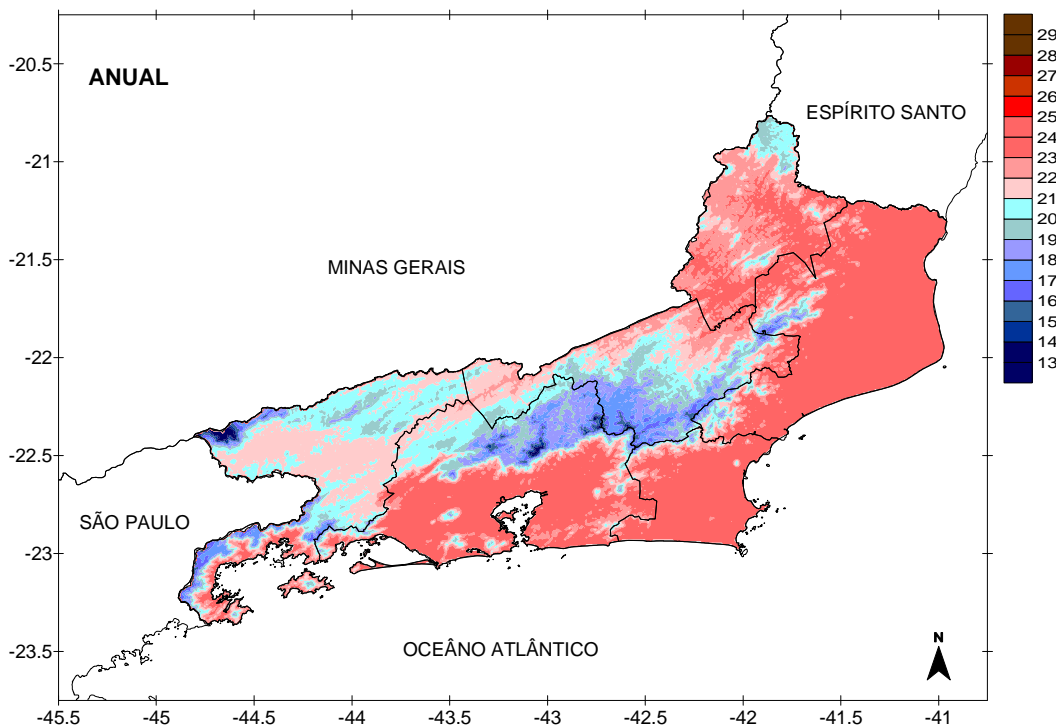


Figura 6. Distribuição espacial da temperatura do ar (°C) anual no Estado do Rio de Janeiro (1950 – 2009).

O relevo com elevada variação de altitude em curtas distâncias na horizontal é o responsável pelas mudanças bruscas de temperatura observadas na distribuição espacial da temperatura do ar no estado, sendo evidente nas regiões Sul Fluminense, principalmente no litoral, onde se situam os municípios da assim conhecida região da Costa Verde, e na região Metropolitana do Rio de Janeiro, onde o fato mencionado anteriormente se evidencia no contraste na variação de temperatura formado pela baixada litorânea com a presença da Serra do Mar, da qual faz parte a Serra dos Órgãos, onde estão encerrados os municípios da região serrana do Rio de Janeiro. Esta brusca mudança de temperatura do ar também pode ser observada na cidade do Rio de Janeiro, onde os maciços da Pedra Branca, Gericinó e Tijuca, apresentam temperaturas entre 18 e 20° C pontos, em contraste com o intervalo de temperatura para o restante da cidade, com temperaturas entre 21 e 23 °C.

4.3.2 Temperatura do ar sazonal

4.3.2.1 Verão

De forma geral, dentre os meses da estação de verão (dezembro, janeiro e fevereiro), dezembro (Figura 7) foi o que apresentou o menor valor (25,8 °C) de temperatura máxima para o Estado, sendo janeiro (Figura 8) o segundo mês mais quente do ano (máxima de 26,7 °C), com temperaturas menores apenas que fevereiro (máxima de 27,1 °C) (Figura 9), sendo este o mês mais quente do ano. O mês de dezembro foi o que registrou o menor intervalo de temperatura do ar (13,2 °C), e também as menores temperaturas na maior parte do Estado. Em janeiro observou-se amplitude de temperatura do ar de 14,5 °C, sendo a temperatura mínima registrada 12,2 °C, enquanto fevereiro apresentou amplitude superior (14,9 °C) a janeiro, ao passo que registrou temperatura mínima equivalente (12,2 °C) ao mês, contudo com a máxima superior dentre todos os meses do ano.

A distribuição da temperatura do ar se mostrou similar nos três meses de verão, com as maiores temperaturas do estado nas áreas de baixada litorânea, devido a menor altitude (< 50m) e a influência da costa no padrão de temperatura, e as regiões montanhosas com as menores temperaturas, associadas as maiores elevações. Entre as mesorregiões, as maiores temperaturas (22 - 25 °C), relativas ao mês de fevereiro, foram registradas na RMRJ, Baixadas e Norte Fluminense, com algumas áreas dentro desse intervalo de temperatura na região Sul Fluminense, próximo ao litoral e nas menores altitudes da região Noroeste. As menores temperaturas (13 - 20 °C) foram registradas nas localidades de maior altitude das mesorregiões Sul Fluminense, nas áreas composta pela Serra do Mar e Serra da Mantiqueira, Metropolitana do Rio de Janeiro, Centro Sul Fluminense e Norte Fluminense, na área cortada pela Serra do Mar.

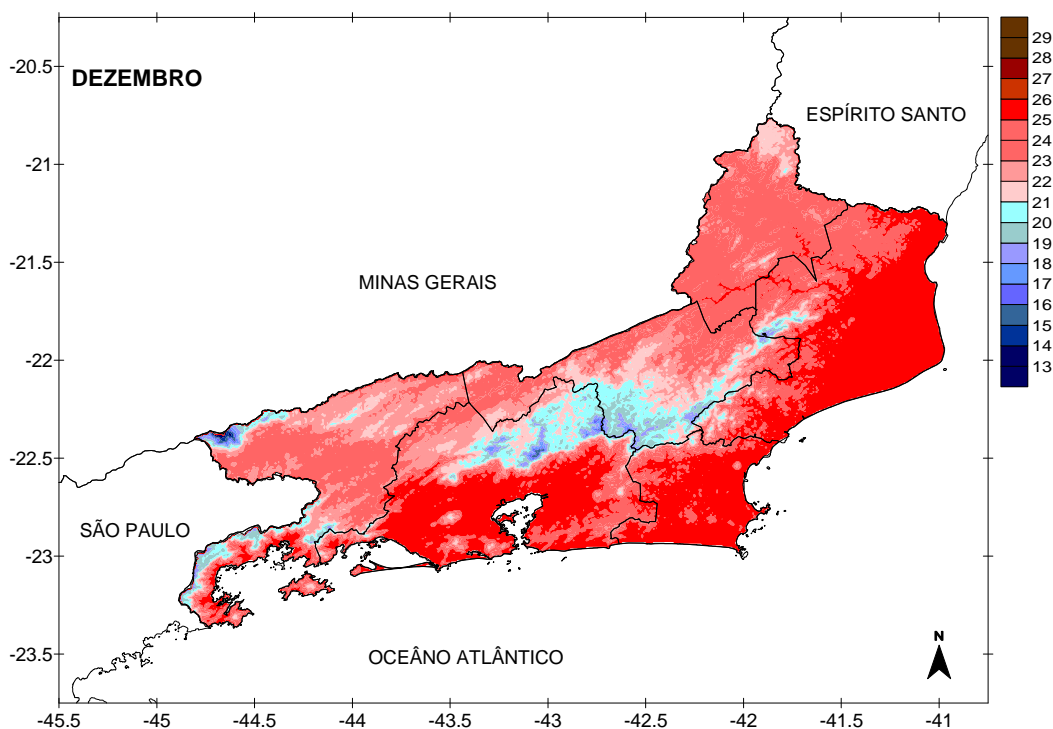


Figura 7. Distribuição espacial da temperatura do ar (°C) mensal de dezembro no Estado do Rio de Janeiro(1950 – 2009).

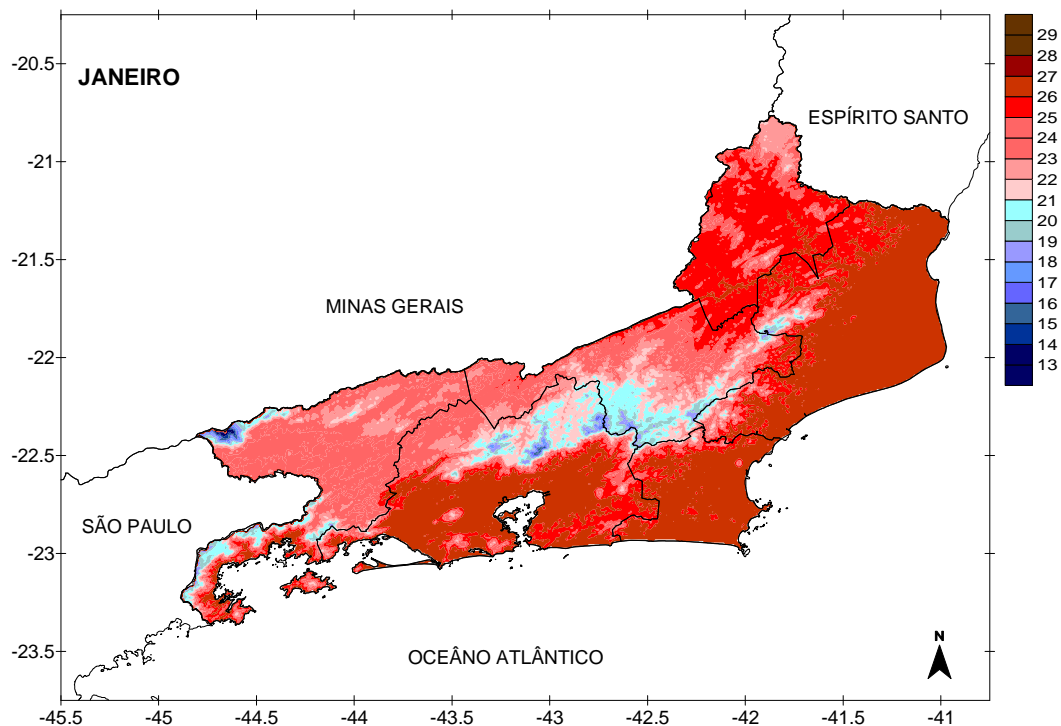


Figura 8. Distribuição espacial da temperatura do ar (°C) mensal de janeiro no Estado do Rio de Janeiro (1950 – 2009).

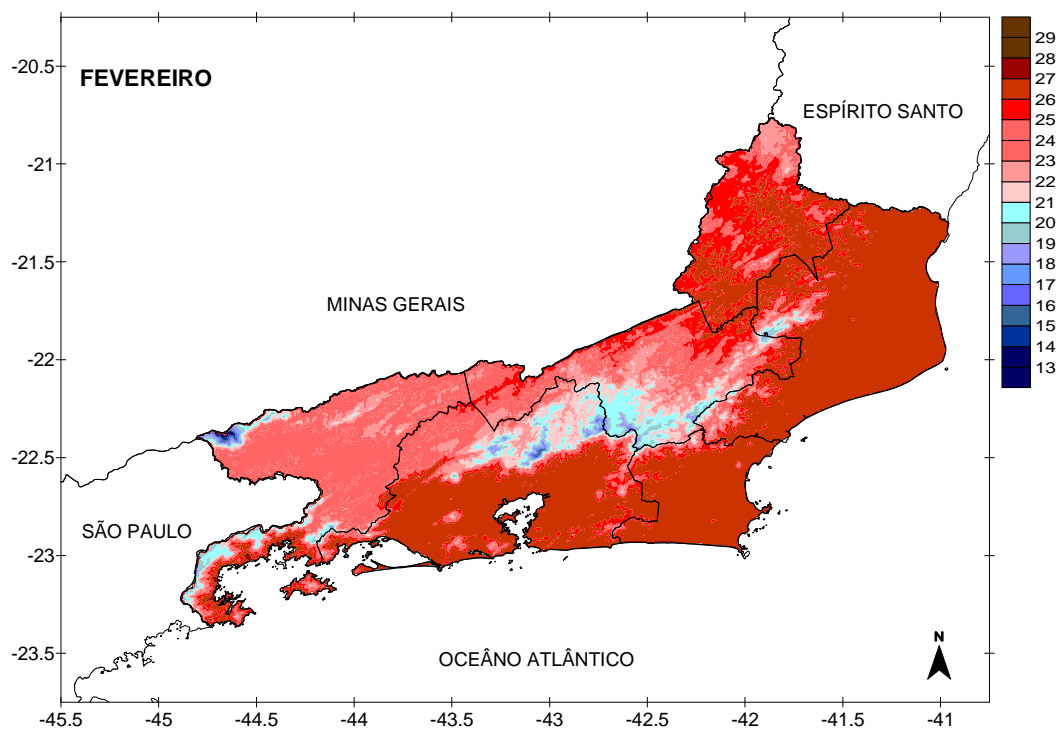


Figura 9. Distribuição espacial da temperatura do ar (°C) mensal de fevereiro no Estado do Rio de Janeiro (1950 – 2009).

4.3.2.2 Outono

O mês de março (Figura 10) no qual ocorre a transição do verão para o outono, apresentou a máxima (26,5 °C) e mínima (11,7 °C) mais elevadas, e a menor amplitude espacial de temperatura (14,8 °C) dentre os meses que compõe a estação do outono. O mês de abril (Figura 11) registrou máxima inferior (24,7 °C) ao mês anterior, visto que já se encontra inteiramente inserido na estação do outono. O intervalo de temperatura para este mês (15,4 °C) foi superior ao do mês anterior. Maio (figura 12) refletiu a transição do outono para o inverno na máxima de temperatura registrada (22,9 °C), menor do que a dos meses supracitados. Seguindo esta tendência neste mês foi registrada a menor temperatura da estação (6,3 °C), com variação de temperatura (16,6 °C), a maior da estação.

Relativo às mesorregiões, as maiores temperaturas (22 a 25 °C) em março ocorreram na região litorânea, composta por parte da região Sul Fluminense, RMRJ, Baixadas e Norte, e mais ao interior do estado, nas áreas de baixa cota da região Noroeste Fluminense. As menores temperaturas (13-20 °C) ficaram praticamente restritas às regiões de maiores elevações das regiões Sul Fluminense, RMRJ, Centro Sul e Norte Fluminense. A exceção foi o mês de maio, mês que é marcado pelo aumento considerável da entrada de Sistemas Frontais no Estado do Rio de Janeiro, principalmente de trajetória continental, quando essas classes abrangeram quase a totalidade da região Sul Fluminense, e parte da RMRJ, mesmo em cotas menos elevadas.

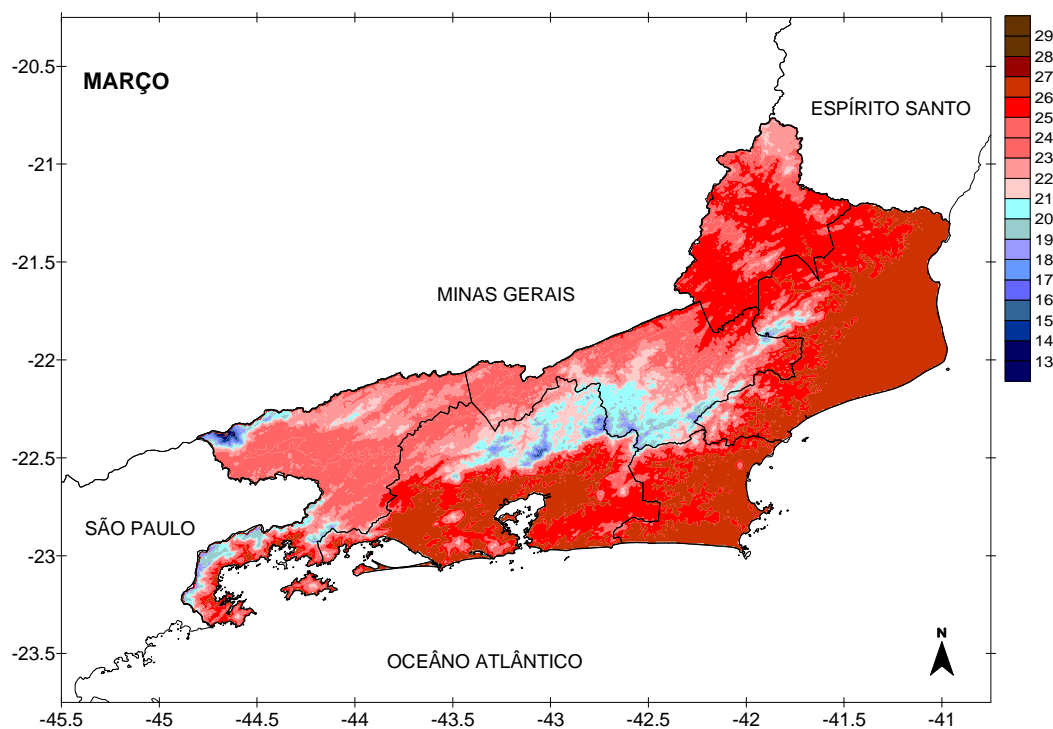


Figura 10. Distribuição espacial da temperatura do ar (°C) mensal de março no Estado do Rio de Janeiro (1950 – 2009).

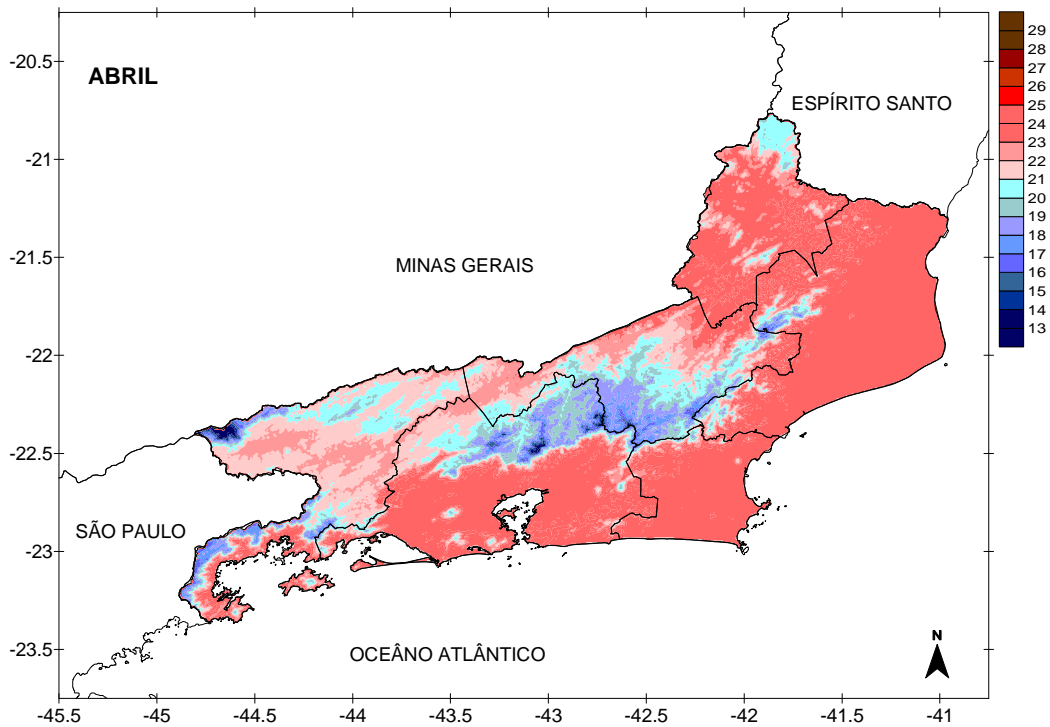


Figura 11. Distribuição espacial da temperatura do ar (°C) mensal de abril no Estado do Rio de Janeiro (1950 – 2009).

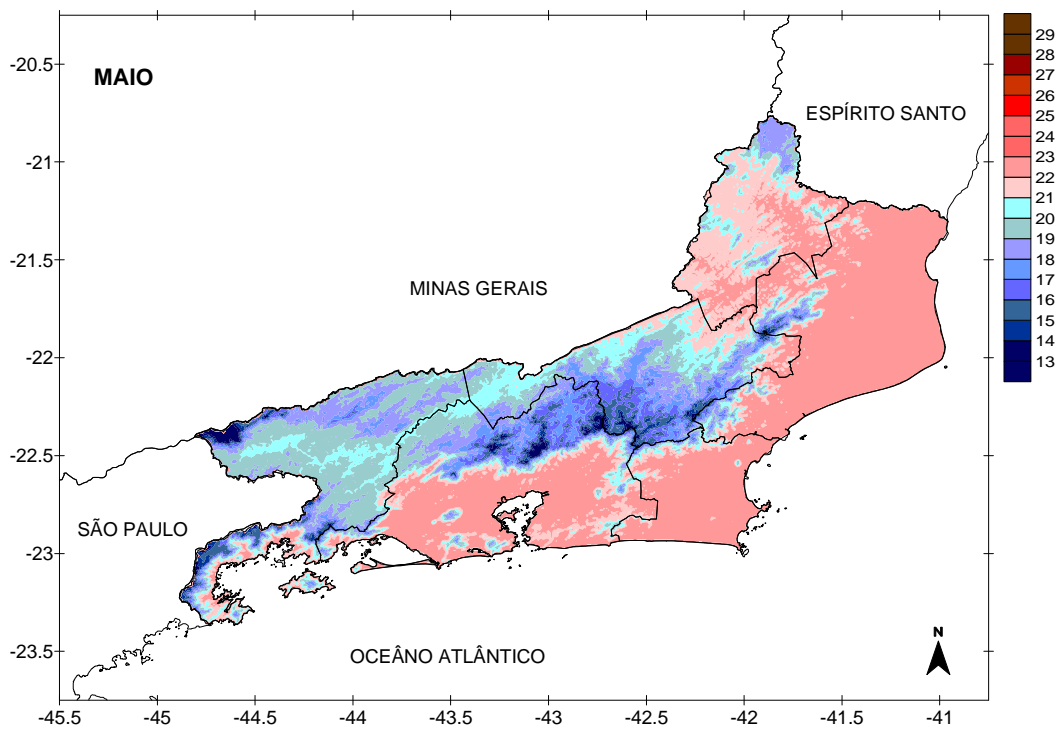


Figura 12. Distribuição espacial da temperatura do ar (°C) mensal de maio no Estado do Rio de Janeiro (1950 – 2009).

4.3.2.3 Inverno

O mês de junho (Figura 13) apresentou máxima de 21,5 °C, com intervalo de temperatura de 17 °C, e mínima de 4,5 °C, quase dois graus abaixo do mês anterior. O mês de julho (Figura 14) mostrou as menores temperaturas para todo o ano, com máxima de 21,1 °C, e mínima de 3,9 °C, tendo sido relativo a este mês dentre todos os outros do ano, a maior variação de temperatura (17,2 °C). No mês de transição do inverno para a primavera, agosto (figura 15) observou-se a maior máxima de temperatura (21,6 °C) dentre os meses considerados para a esta estação. Neste mês, observou-se menor intervalo (15,1 °C) do que os citados anteriormente e a maior mínima registrada para a estação (6,5 °C).

No que tange as mesorregiões, as maiores temperaturas (21 °C) foram registradas na região litorânea, de menor cota, em áreas da mesorregião Sul e Noroeste Fluminense, grande parte da RMRJ e quase toda a totalidade das Baixadas e Norte Fluminense, como evidenciado no mapa para agosto. Analisando-se as menores temperaturas, a mesorregião Sul Fluminense se destaca pelo fato de quase toda sua totalidade registrar temperaturas abaixo de 18 °C no mês mais frio do ano (julho), sendo que esses valores não ficaram restritos as porções relativas a Serra do Mar e Serra da Mantiqueira. A região centro Sul Fluminense apresentou valores similares, no entanto grande parte desta mesorregião se situa em cota superior a 500m, não sendo observada qualquer porção ao nível do mar, o que justifica as baixas temperaturas do ar registradas. Na RMRJ registraram temperaturas que variaram de 13 °C, nas regiões de cota mais elevada (Serra do Mar, Maciços da Pedra Branca, Gericinó e Tijuca), a 19 °C, nas regiões de menor cota. A região das Baixadas apresentou quase que toda sua totalidade temperaturas mínimas de 20 °C. A região Noroeste Fluminense apresentou temperatura semelhante a região anteriormente citada, com áreas que chegaram ao mínimo de 14 °C nas maiores altitudes. A região Norte Fluminense na porção de território onde se situa parte da Serra do Mar, mostrou temperaturas inferiores a 13 °C, no entanto em sua maior parte o valor mínimo registrado ficou em 20 °C. Notou-se que nesta mesorregião, em área situada ao norte, a temperatura registrou valor mínimo de 21 °C, sendo esta temperatura a mais na localidade para todos os meses do ano. Isto se deve por esta porção do estado ser a que se situa mais ao leste, ou seja, além da baixa altitude relativa a estar em ambiente costeiro, é a mesorregião que mais sofre influência da continentalidade em todo o estado.

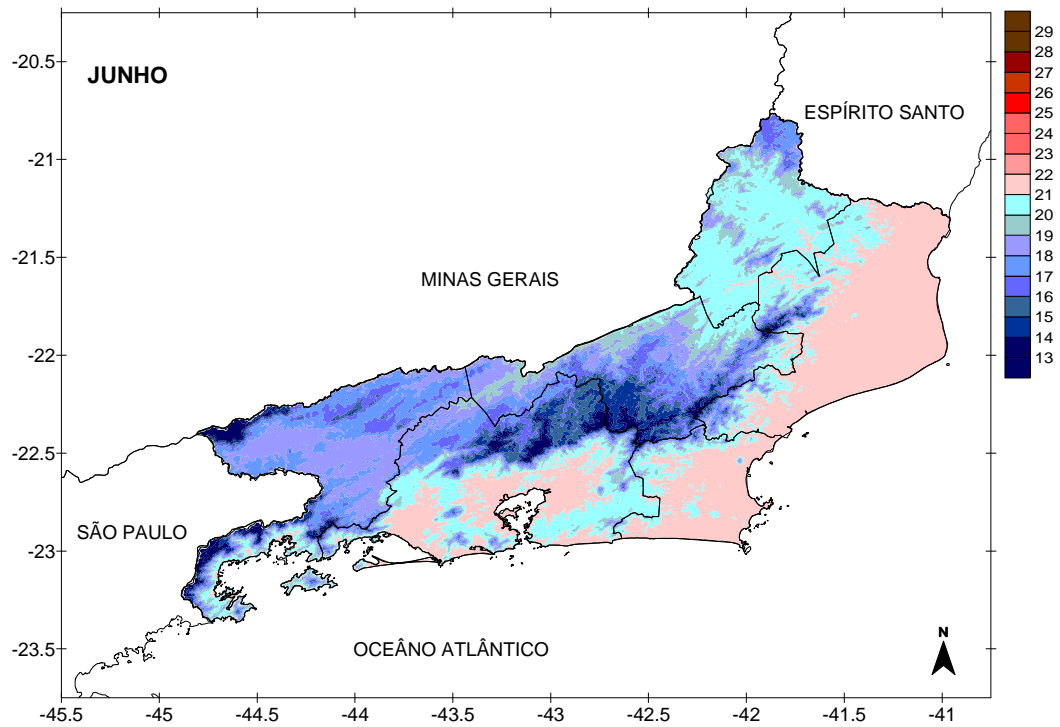


Figura 13. Distribuição espacial da temperatura do ar (°C) mensal de junho no Estado do Rio de Janeiro (1950 – 2009).

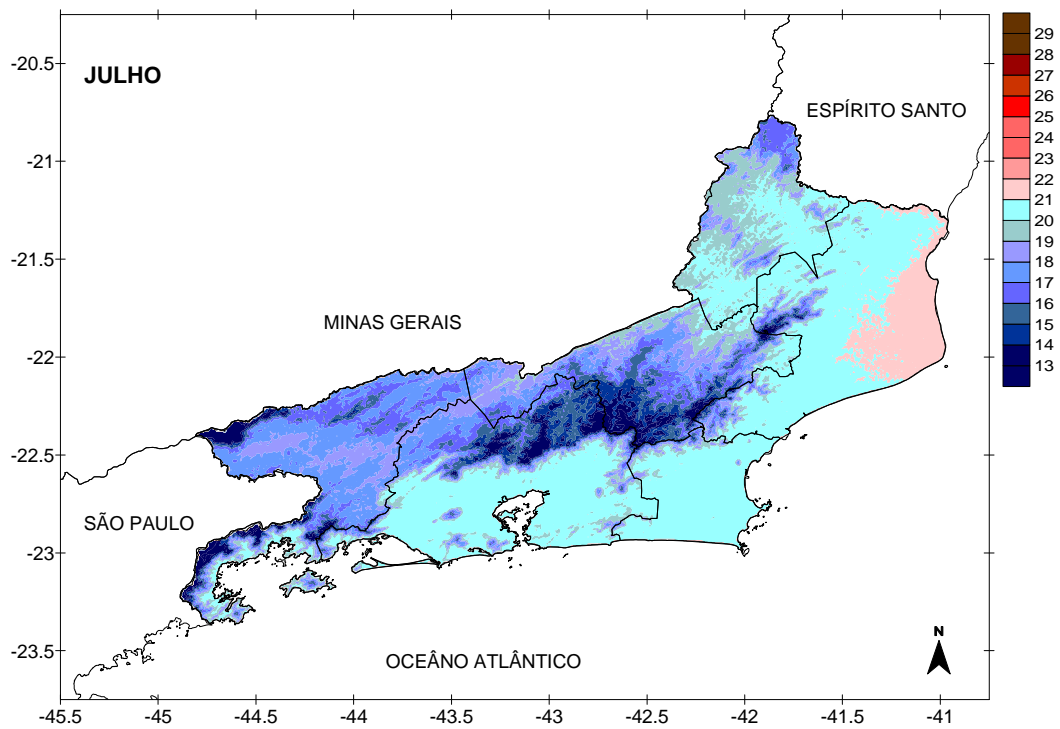


Figura 14. Distribuição espacial da temperatura do ar (°C) mensal de julho no Estado do Rio de Janeiro (1950 – 2009).

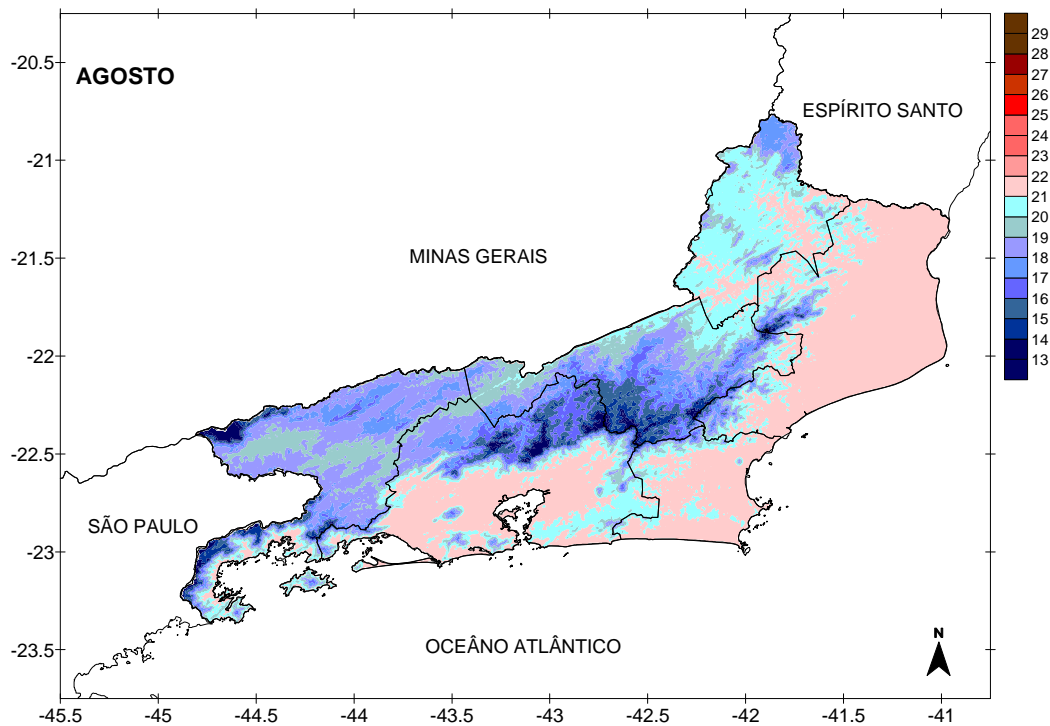


Figura 15. Distribuição espacial da temperatura do ar (°C) mensal de agosto no Estado do Rio de Janeiro (1950 – 2009).

4.3.2.4 Primavera

O mês de setembro (figura 16) apresentou a menor temperatura máxima do ar (22,2 °C) dentre os meses considerados para a estação da primavera. A temperatura mínima observada (9,4 °C) a menor dentre os meses da estação, pode ser explicada pelo fato deste mês ser de transição do inverno para a primavera. A variação de temperatura foi de 12,8 °C. O mês de outubro (figura 17) registrou máxima de 23,4 °C e com a temperatura mínima registrada de 11,6 °C, apresentou a menor variação de temperatura dentre todos os meses do ano, com amplitude de 11,8 °C. O mês de novembro (figura 18) foi o mais quente da estação, evidenciando a proximidade do verão. Neste mês foi obtida máxima de temperatura de 23,4 °C, tendo a temperatura mínima sido registrada em 12,3 °C, a maior da estação. A variação de temperatura foi de 12,1 °C.

A respeito das mesorregiões, as maiores temperaturas (21-24 °C) foram registradas nas regiões das Baixadas, Norte, Noroeste e Metropolitana, nas regiões de baixada litorânea. A região Sul Fluminense registrou com maior frequência temperaturas entre 21 e 22 °C nas áreas de menor cota no interior da região, ocorrendo uma faixa quase que contínua na casa de 23 °C na porção da região referente ao litoral. Grande parte da região Centro Sul Fluminense registrou valores entre 21 e 23 °C, referentes às áreas de menor cota e próximas as mesorregiões Noroeste e Norte do Estado. Quase toda a totalidade das mesorregiões Centro Sul e Sul Fluminense, apresentaram mínimas entre 13 e 20 °C, sendo o limite inferior da escala relativo a Serra do Mar em ambas as regiões, e Serra da Mantiqueira, Sul Fluminense. A região Metropolitana registrou temperaturas entre 13 e 20 °C na porção territorial relativa a

Serra do Mar, os mesmos valores sendo observados na pequena área que a mesma formação geológica ocupa na região Norte Fluminense. A região Noroeste apresentou pequena região, relativa as maiores cotas com a temperatura variando entre 18 e 20 °C. A mesorregião das Baixadas registrou minúsculas áreas com temperatura em torno de 20 °C, relativa as áreas de maior elevação da mesorregião em questão.

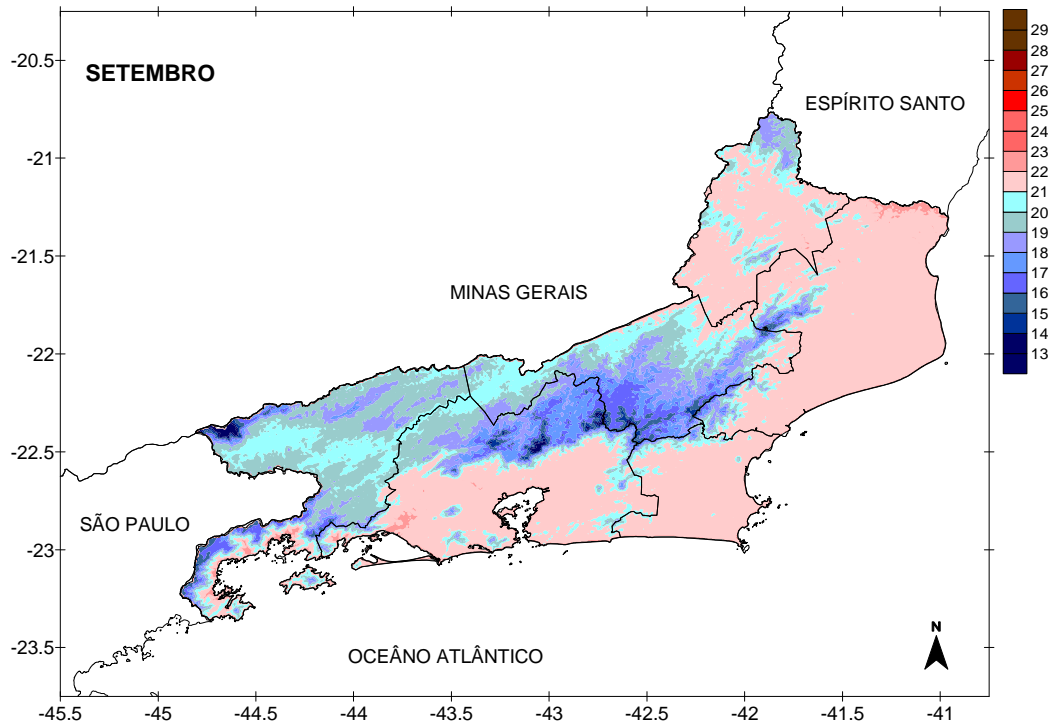


Figura 16. Distribuição espacial da temperatura do ar (°C) mensal de setembro no Estado do Rio de Janeiro (1950 – 2009).

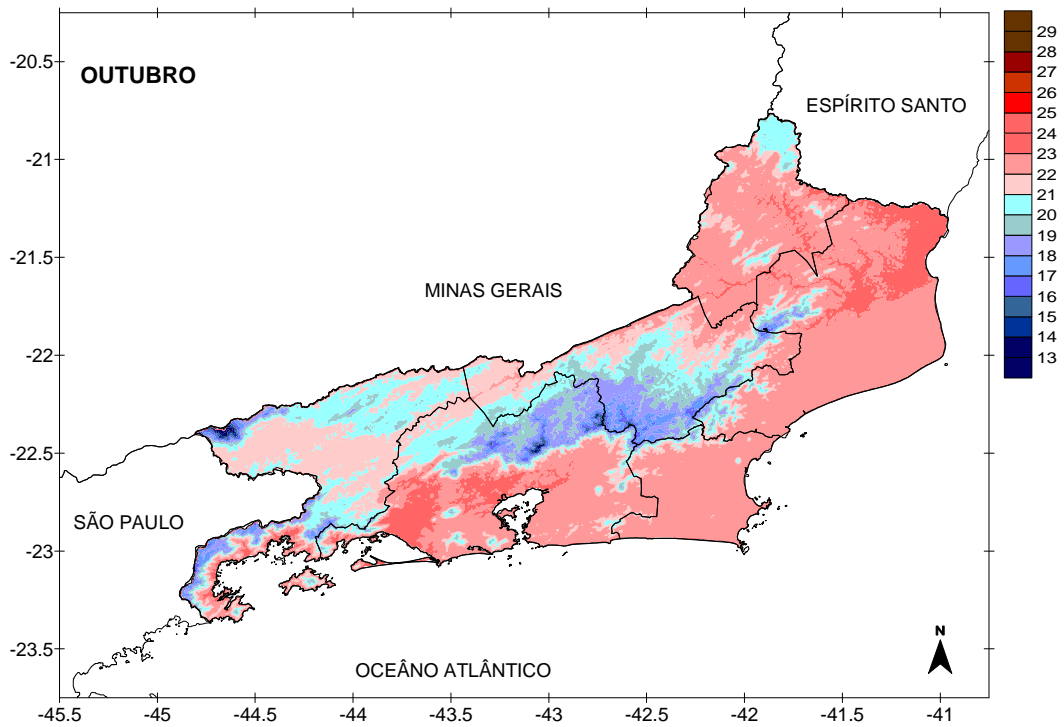


Figura 17. Distribuição espacial da temperatura do ar (°C) mensal de outubro no Estado do Rio de Janeiro (1950 – 2009).

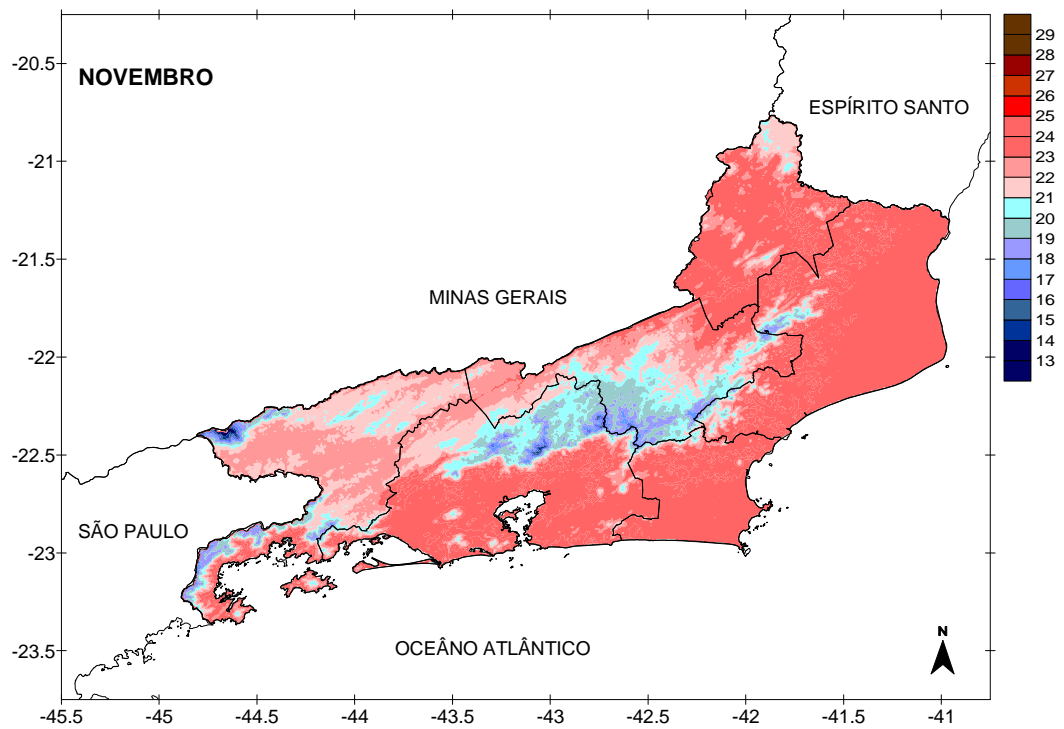


Figura 18. Distribuição espacial da temperatura do ar (°C) mensal de novembro no Estado do Rio de Janeiro (1950 – 2009).

5. CONCLUSÃO

O modelo determinísticos global descreve a maior parte da variabilidade espacial da temperatura do ar mensal e anual no estado do Rio de Janeiro.

Foi observado aumento da temperatura do ar de acordo com o aumento da latitude, isto devido a maior incidência de radiação solar sobre o planeta á medida que se aproxima do equador;

Constatou-se que a temperatura do ar decaía de acordo com a diminuição da longitude, como consequência do fenômeno da continentalidade.

Dentre as variáveis em estudo a altitude foi a que mais influenciou na variação da temperatura.

As menores temperaturas foram ocorrem nas Regiões Metropolitana e Centro Fluminense, nas localidades que compõe a Região Serrana, e Região Sul Fluminense, nas áreas onde se situam a Serra da Mantiqueira e a Serra do Mar.

As maiores temperaturas ocorrem nas Regiões Metropolitana, Norte e Noroeste Fluminense e nas Baixadas Litorâneas, em quase toda suas totalidades, e porção situada em ambiente costeiro da Região Sul Fluminense.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, M.L. **Ocorrência de chuva ácida em unidades de conservação da natureza urbanas – estudo de caso no Parque Estadual Da Pedra Branca – Rio de Janeiro – RJ.** 2005. 137p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental – Recursos Hídricos, Universidade Estadual do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2005.

ANDRÉ, R. G. B.; MARQUES, V. S.; PINHEIRO, F. M. A.; FERRAUDO, A.S. Identificação de regiões pluviometricamente homogêneas no estado do Rio de Janeiro, utilizando-se valores mensais. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.23, n. 4, p. 501-509, 2008.

BASTOS, C. C.; FERREIRA, N. J. Análise climatológica da alta subtropical do Atlântico Sul. In: XI Congresso Brasileiro de Meteorologia, **Anais...** pp. 612-619, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2000.

BASTOS, F. D.; FRANCELINO, M. R.; MOURA, P. A. Zoneamento pedoclimático do estado do Rio de Janeiro para a regionalização da produção de sementes florestais nativas. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, **Anais...** pp. 3543-3549, Natal, RN, Brasil, 25-30 abril 2009.

BESKOW, S.; MELLO, C. R.; COELHO, G.; SILVA, A. M.; VIOLA, M. R. Estimativa do escoamento superficial em uma bacia hidrográfica com base em modelagem dinâmica e distribuída. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.33, p. 169-178, 2009.

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. Seeds: physiology of development and germination. **New York: Plenum Press**, 1994. 445p.

BISPO, P. C.; VALERIANO, M. M.; KUPLICH, T. M. Variáveis geomorfométricas locais e sua relação com a vegetação da região do interflúvio Madeira-Purus (AM-RO). **Acta Amazônica**, v. 39, p. 81 – 90, 2009.

CHAGAS, C. S.; FILHO, E. I. F.; FRANCELINO, M. R.; JÚNIOR, W. C.; NETO, N. C. S. Avaliação de modelos digitais de elevação para aplicação em um mapeamento digital de solos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.14, p.218–226, 2010.

CIDE – CENTRO DE INFORMAÇÕES E DADOS DO RIO DE JANEIRO. <http://www.cide.rj.gov.br>. Último acesso em 26/06/2010.

COSTA, C.D. **Variabilidade intranual da precipitação pluvial mensal no estado do Rio de Janeiro**. Monografia (Engenharia Florestal), Departamento de Ciências Ambientais, Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica: UFRRJ, 2009, 42 p.

CONAMA – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. <http://www.mma.gov.br/conama/>. Último acesso em 26/06/2010.

CPTEC - CENTRO DE PREVISÃO DE TEMPO E ESTUDOS CLIMÁTICOS. <http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/boletim/cliesp10a/16.html>. Último acesso em 26/06/2010.

DA SILVA, M. G. A. A J. **Frequência de Fenômenos Meteorológicos na América do Sul: Climatologia e Previsibilidade**. Tese (Doutorado em engenharia mecânica) – Coordenação dos Programas de Pós Graduação em Engenharia. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2003, 120p.

DRUNCK, S. *et al.* **Análise espacial de dados geográficos**. 1º ed. Planaltina, DF: EMBRAPA, 2004. 209 p.

DODSON, R.; MARKS, D. Daily air temperature interpolated at high spatial resolution over a large mountainous region. **Climate Research**, Oldendorf/Luhe, v. 8, n. 1, p. 1-20, mar./abr. 1997.

DURY, G. H. High temperature extremes in Australia. **Annals of the Association of American Geographers**. 62 (3), 388–400. 1972.

DIEDRICH, V. L.; FERREIRA, E. R.; ECKHARDT, R. R. Espacialização das estimativas das temperaturas máximas, médias e mínimas anuais para o Vale do Taquari - RS - Brasil, pelo método de regressão linear. In: XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, **Anais...** INPE, pp. 153-159, Brasil, 21-26 abril 2007.

FERRAZ, F. S. B.; VETTORAZZI, C. A. Identificação de áreas para recomposição florestal com base em princípios de ecologia de paisagem. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.27, n.4, p.575-583, 2003.

FERREIRA, W. P. M.; VALLADARES, G. S.; HOTT, M. C. Estimativa da temperatura média mensal do ar para os Estados de Minas Gerais e do Pará, utilizando-se Modelos digitais de elevação. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, MG, v.14, n.4, 293-303, Out./Dez, 2006.

FINDERJ - FUNDAÇÃO INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SOCIAL DO RIO DE JANEIRO. **Indicadores Climatológicos do Estado do Rio de Janeiro**. Governadoria do Estado do Rio de Janeiro, Secretaria de Planejamento e Coordenação Geral (SECPLAN), Fundação Instituto de Desenvolvimento Econômico e Social do Rio de Janeiro (FIDERJ). Sistemas de Informação para o Planejamento Estadual (SIPE), 1978. Rio de Janeiro, 1978.

FRITZSONS, E.; MANTOVANI, L.E.; AGUIAR, A.V. Relação entre altitude e temperatura: uma contribuição ao zoneamento climático no Estado do Paraná. **REA – Revista de Estudos Ambientais**, v.10, n. 1, p. 49-64, jan./jun. 2008.

GRIGIO, A. M. **Aplicação de sensoriamento remoto e sistema de informação geográfica na determinação da vulnerabilidade natural e ambiental no município de Guamaré (RN): simulação de risco às atividades da indústria petrolífera**. Dissertação (Mestrado em geodinâmica) - Programa de Pós- Graduação em Geodinâmica e Geofísica da UFRN, Natal, Rio Grande do Norte, 2003, 222p.

GUIMARÃES, L. M. **Uso de sig para identificar áreas suscetíveis a deslizamentos e desmoronamentos: aplicação nas favelas da serra de Santa Teresa, Cidade do Rio de Janeiro**. Dissertação (Mestrado em Ciência Ambiental) – Curso de Pós-graduação em ciência Ambiental, Universidade Federal Fluminense, Niterói, Rio de Janeiro, 2004, 100p.

HURRELL, J. W., VINCENT, D. G. On the maintenance of short-term subtropical westerly maxima in the Southern Hemisphere during SOP-1, FGGE. **J. Climate**, s.l., 1991, 4, p. 1009-1022.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. <http://www.ibge.gov.br/>. Último acesso em 26/06/2010.

INEA – INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. <http://www.inea.rj.gov.br/>. Último acesso em 26/06/2010.

INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. <http://www.inmet.gov.br/>. Último acesso em 26/06/2010. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. *Normais Climatológicas (1961-1990)*. Brasília: SPI/EMBRAPA, 1992. 84p.

INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. *Normais Climatológicas (1961-1990)*. Brasília: SPI/EMBRAPA, 1992. 84p.

IPCC - INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate change – The IPCC scientific assessment**. Cambridge: Cambridge University, 1995. 288p.

IPCC - INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE : **Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability-Working Group II Contribution to the IPCC Fourth Assessment Report**. Brussels, April 2007b.

KODAMA, Y.M. Large-scale common features of sub-tropical precipitation zones (the Baiu Frontal Zone, the SPCZ, and the SACZ). Part I: characteristics of subtropical frontal zones. **J. Meteor. Soc. Japan**, 1992. 70, p. 813-835.

KODAMA, Y.M. Large-scale common features of sub-tropical precipitation zones (the Baiu Frontal Zone, the SPCZ, and the SACZ). Part II: Conditions of the circulations for generating the STCZs. **J. Meteor. Soc. Japan**, 1993. 71, p. 581-610.

LABORATÓRIO DE PROTEÇÃO FLORESTAL – UFPR. <http://www.floresta.ufpr.br/~lpf/>. Último acesso em 26/06/2010.

LADO, L. R.; SPAROVEK, G.; TORRADO, P. V.; NETO, D. D.; VÁZQUEZ, F. M. Modelling air temperature for the state of São Paulo, Brazil. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, MG, v.64, n.5, p.460-467, Setembro/Outubro, 2006.

LEMOS C. F.; CALBETE, N. O. Sistemas Frontais que atuaram no litoral de 1987 a 1995. **Climanálise Especial**, Edição Comemorativa de 10 anos.

LIMA, M. G.; RIBEIRO, V. Q. Equações de estimativa da temperatura do ar para o estado do Piauí. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 6, n. 2, p. 221-227, 1998.

LIMA, J. D.; ALMEIDA, C. C.; DANTAS, V. A. V.; SILVA, B. M. S.; MORAES, W. S. Efeito da temperatura e do substrato na germinação de sementes de *Caesalpinia ferrea* mart. Ex tul. (Leguminosae, Caesalpinoideae). **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.30, n.4, p.513-518, 2006.

LUCAS, T. P. B. **Chuvvas Persistentes e Ação da Zona de Convergência do atlântico Sul na Região Metropolitana de Belo Horizonte**. Dissertação (Mestrado em geografia) - Programa de Pós- Graduação do Departamento de Geografia da Universidade Federal de Minas Gerais. Minas Gerais: Universidade Federal de Minas Gerais, 2007, 158p.

LYRA, G. B. *et al.* Variação espacial e temporal da temperatura mensal do ar no estado de alagoas, In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 16, 2009. Belo Horizonte. **Anais...** XVI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, Belo Horizonte, 2009.

MAHLMAN, J.D. Uncertainties in projections of human induced climate warnings. **Science**, v.278, n.5342, p.1416 - 1417, 1997.

MAIA , L. F. P. G.; ZAMBONI , W. **Monitoramento da qualidade das águas das chuvas na cidade do Rio de Janeiro**. Departamento de Meteorologia- UFRJ, p. 3, 2004.

MIRANDA, E.E.; (Coord.). Brasil em Relevo. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 1 jun. 2007.

PAIVA, Y. G.; SILVA, K. B.; CECÍLIO, R. A.; PEZZOPANE, J. E. M.; MOREIRA, M. C. Uso de dados GTOPO 30 e redes neurais para espacialização de elementos climáticos. parte II – evapotranspiração potencial para o Estado da Bahia. XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, **Anais...** INPE, p. 4129-4134, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007.

PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R. & SENTELHAS, P.C. **Agrometeorologia: Fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba, Agropecuária, 2002. 478p.

PEZZOPANE, J. E. M.; SANTOS, E. A.; ELEUTÉRIO, M. M.; REIS, E. F.; SANTOS, A. R. Espacialização da temperatura do ar no estado do espírito santo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 12, n. 1, p. 151-158, 2004.

RIBEIRO, L. F.; CAMPOS, S. Vulnerabilidade à erosão do solo da região do Alto Rio Pardo, Pardinho, SP. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** v.11, n.6, p.628–636, 2007.

RIZZINI, C. T. **Tratado de Fitogeografia do Brasil**. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural Edições, 1997, Cap. D, p. 614 – 616.

ROSA, R. **Sistema de informação geográfica**. Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Geografia, Laboratório de Geoprocessamento, 2004, 49 p.

SALAZAR, L. NOBRE, C.; OYAMA, M. Climate Change consequences on the biome distribution in tropical South America. **Geophysical Research Letters** vol. 34, doi:10.1029/2007GLO29695, 2007.

SANTOS, M.J. et al. Espacialização da temperatura mínima do ar anual para o estado de Alagoas utilizando dois modelos digitais do terreno. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 15, 2008. São Paulo. **Anais...** XV Congresso Brasileiro de Meteorologia, São Paulo, 2009.

SEDIYAMA, G.C.; MELO JUNIOR, J.C.F. Modelos para estimativa das temperaturas normais mensais médias, máximas, mínimas e anual no estado de Minas Gerais. **Engenharia na Agricultura**, v. 6, n. 1, p. 57-61, 1998.

SILVEIRA, C. S.; RAMOS, J. A. S. Análise espacial com sig de parâmetros ambientais e comportamento hidrológico (chuva-vazão) de uma bacia de drenagem montanhosa na serra dos órgãos: bacia do Paquequer, município de Teresópolis, RJ. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.8, n.1, p.23-34, 2007.

SOMBROEK, W.G.; GOMES, R. The climate change-Agriculture conundrum. In: BAZZAZ, F.; SOMBROEK, W. **Global climate change and agricultural production**. New York: John Wiley & Sons, 1996. Cap.1, p.1-14.

STRECK, N. A.; ALBERTO, C. M. Simulação do impacto da mudança climática sobre a água disponível do solo em agroecossistemas de trigo, soja e milho em Santa Maria, RS. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.2, p.424-433, mar-abr, 2006.

OLIVEIRA, A. **Interações entre sistemas frontais na América do Sul e a convecção da Amazônia**. Dissertação (Mestrado em meteorologia) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1986.

UFPR – UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ. <http://www.floresta.ufpr.br/firelab/>. Último acesso em 26/06/2010.

VALLADARES, G. S.; MARIN, F. R.; OSHIRO, O. T.; GUIMARÃES, M. Uso de imagens de radar na estimativa da temperatura do ar. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 3**, ISSN 1806-3322, EMBRAPA, Campinas, SP, Jul., 2004, 103p.

VALVERDE, M. C.; MARENGO, J. A. Mudanças na circulação atmosférica sobre a América do Sul para cenários futuros de clima projetados pelos modelos globais do IPCC AR4. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.25, n.1, 125 - 145, 2010.

VIANA, D.P.C. **Gestão participativa em unidades de conservação no estado do Rio de Janeiro**. Monografia (Engenharia Florestal), Departamento de Ciências Ambientais, Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica: UFRRJ, 2007, 36p.

VIANELLO, R. L.; ALVES, A. R. **Meteorologia Básica e Aplicações**. Viçosa, MG: UFV, 1991. 449 p.

VIANELLO, R. L.; ALVES, A. R. **Meteorologia Básica e Aplicações**. Viçosa, MG: UFV, 2006 p.281-284.