

GIULIANO TOSTES NOVAIS

***CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA DA MESORREGIÃO DO
TRIÂNGULO MINEIRO/ALTO PARANAÍBA E DO
ENTORNO DA SERRA DA CANASTRA (MG)***

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Geografia.

Área de Concentração: Geografia e Gestão do Território.

Orientador: Prof. Dr. Washington Luiz Assunção

Uberlândia/MG
INSTITUTO DE GEOGRAFIA
2011

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Sistema de Bibliotecas da UFU, MG, Brasil.

N935c Novais, Giuliano Tostes, 1974-
Caracterização climática da mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto
Paranaíba e do entorno da Serra da Canastra (MG) [manuscrito] / Giuliano
Tostes Novais. - 2011.
175 f.: il.

Orientador: Washington Luiz Assunção.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Programa de
Pós-Graduação em Geografia.
Inclui bibliografia.

1. Classificação climática - Triângulo Mineiro - Teses. 2. Classificação
climática - Alto Paranaíba (MG) - Teses 3. Parque Nacional da Serra da
Canastra (MG) – Teses. 4. Climatologia – Teses. I. Assunção, Washington
Luiz. II. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação
em Geografia. III. Título.

CDU: 551.58 (815.1)

AGRADECIMENTOS

As palavras são insuficientes para descrever a orientação do professor Washington, que me ajudou tanto neste trabalho, desde o trabalho de campo a defesa final e tornou possível a minha realização acadêmica. Aos professores Vanderlei, Luiz Antônio e Roberto Rosa pelas dicas valiosas na qualificação deste trabalho, os meus sinceros agradecimentos pela acolhida para com esta Dissertação. A professora Claudete que me abriu as portas da geografia me dando a oportunidade de trabalhar com ela no laboratório de geomorfologia ainda na graduação. A professora Katia Gisele, pessoa que me apoiou desde o início do mestrado e me ajudou a elaborar este tema que saiu do nosso artigo da “subtropicalidade das serras mineiras”, agradeço pela sua atenção e incentivo. Orgulho-me de tê-los como atentos mestres em toda a trajetória deste trabalho. Muito obrigado pela confiança e pela amizade!!

Nesta retomada a instituição, obtive na condição de mestrando um “porto seguro” no Laboratório de Climatologia e Recursos Hídricos, onde pude conviver com os companheiros do laboratório – Nathalie, Aline, Emerson e principalmente o Arlei que agradeço ao pouso em sua fazenda durante o trabalho de campo além das interessantes discussões climáticas.

Um reconhecimento especial ao meu amigo Daniel Huertas, o “Paulista”, que tive a satisfação de conhecê-lo ainda na graduação e carregá-lo para o resto da vida como meu padrinho de casamento, um orgulho para mim, e como

ele mesmo fala, “com a imaginação e um atlas nas mãos nos transportávamos aos lugares mais recônditos do planeta”.

De maneira alguma posso me esquecer dos amigos da cidade de Prata (MG), em especial Oziel, Vinicius e Donato, época na qual o “morrinho” era nossa inspiração para as “observações geográficas”, principalmente astronômicas e climáticas.

Aos meus queridos pais, Renato e Lêda, o privilégio de sempre ter contado com todo o apoio, presença e carinho, indispensáveis à minha formação. É a eles, reconhecidamente, que preservo o mais profundo respeito e o exemplo de uma vida digna, movida pelas forças mais valorosas do ser humano. Minhas irmãs, Cintya e Renata, sobrinhas Deborah, Luana e a mais nova integrante da família, Marcella. A minha querida vó Terezinha que nos deixou à poucos dias e que agradeço por tudo que me ensinou na vida, um exemplo de dignidade, amor e carinho.

A Vânia e ao Zeti, pais da Taís, e João Carlos, que sempre me incentivaram nessa minha jornada, um grande abraço. Minha querida e amada Taís, companheira dos últimos cinco anos, que desde o primeiro encontro, em Prata, me incentivou na volta à academia, acompanhando intensamente toda esta “trajetória geográfica”. A ela, um beijo especial por todo o amor, respeito e paciência dispensados à minha pessoa.

RESUMO

Para caracterizar e definir climaticamente a mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba e também o entorno da Serra da Canastra, este trabalho foi dividido em três capítulos.

A caracterização física da área de estudo foi abordada no Capítulo 1, sendo dividida em geologia, geomorfologia, vegetação e hidrografia. O Capítulo 2 é dividido em dois itens, população e atividades econômicas. A caracterização climática da região é abordada no Capítulo 3, sendo que a temperatura estimada para todas as áreas da região juntamente com a precipitação é analisada por vários mapas climáticos.

Foi elaborado neste trabalho um mapa topográfico detalhado com a utilização de 15 imagens SRTM na escala de 1:250.000, cobrindo toda a região, e outras dezenas de mapas de distribuição de elementos climáticos na área de estudo como de isotermas (temperaturas) e isoietas (precipitações pluviométricas).

No final do trabalho é proposta uma classificação climática para a área de estudo, com um nível de detalhamento superior em relação às classificações mais utilizadas no país, expandindo as condições climáticas temperadas para região.

Palavras-chave: Caracterização climática, temperatura, precipitação, Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, Serra da Canastra, SIG.

ABSTRACT

To characterize and define the meso-climate of the Triangulo Mineiro / Alto Paranaiba and also the surroundings of the Serra da Canasta, this work was divided into three chapters.

Physical characterization of the study area was covered in Chapter 1, being divided into geology, geomorphology, vegetation and hydrography. Chapter 2 is divided into two items, population and economic activities. The climatic characterization of the region is discussed in Chapter 3, where the estimated temperature for all areas of the region together with the precipitation is analyzed by various weather maps.

It was developed in this paper a detailed topographic map with the use of SRTM 15 images on a scale of 1:250,000, covering the entire region, and tens of distribution maps of climatic elements in the study area isotherms (temperature) and isohyetal (rainfall).

At the end of the work is proposed a climatic classification for the study area, with a higher level of detail regarding the most used classifications in the country, expanding to the temperate climate region.

Keywords: Characterization climate, temperature, precipitation, Triangulo Mineiro / Alto Paranaiba, Serra da Canastra, GIS.

LISTA DE MAPAS, FIGURAS, FOTOS, GRÁFICOS, QUADROS E TABELAS

MAPA 1 – Roteiro do trabalho de campo	04
MAPA 2 – Localização da área de estudo.....	09
MAPA 3 – Hipsometria do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba e Serra da Canastra (MG).....	10
MAPA 4 – Geomorfologia do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba e Serra da Canastra (MG).....	23
MAPA 5 – Vegetação original da área de estudo.....	33
MAPA 6 – Hidrografia da área de estudo.....	43
MAPA 7 – Potencial hidrelétrico instalado no país e UHE instaladas na área de Estudo.....	44
MAPA 8 – Microrregiões e municípios que compõem a área de estudo.....	50
MAPA 9 – Área plantada de grãos por município na região.....	56
MAPA 10 – Área plantada de café por município na região.....	58
MAPA 11 – Área plantada de cana-de-açúcar por município na região.....	60
MAPA 12 – Área plantada de cítricos por município na região.....	62
MAPA 13 – Quantidade de bovinos por município na região.....	63
MAPA 14 – Municípios utilizados nos mapas climáticos.....	93
MAPA 15 – Temperatura média – janeiro.....	97
MAPA 16 – Temperatura média – fevereiro.....	98
MAPA 17 – Temperatura média – março.....	99
MAPA 18 – Temperatura média – abril.....	100
MAPA 19 – Temperatura média – maio.....	101
MAPA 20 – Temperatura média – junho.....	102
MAPA 21 – Temperatura média – julho.....	104

MAPA 22 – Temperatura média – agosto.....	105
MAPA 23 – Temperatura média – setembro.....	106
MAPA 24 – Temperatura média – outubro.....	107
MAPA 25 – Temperatura média – novembro.....	108
MAPA 26 – Temperatura média – dezembro.....	109
MAPA 27 – Temperatura média anual no Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba e Serra da Canastra (MG).....	111
MAPA 28 – Temperatura máxima extrema anual.....	113
MAPA 29 – Temperatura mínima extrema anual.....	114
MAPA 30 – Pluviosidade média – janeiro.....	116
MAPA 31 – Pluviosidade média – fevereiro.....	117
MAPA 32 – Pluviosidade média – março.....	118
MAPA 33 – Pluviosidade média – abril.....	119
MAPA 34 – Pluviosidade média – maio.....	120
MAPA 35 – Pluviosidade média – junho.....	121
MAPA 36 – Pluviosidade média – julho.....	122
MAPA 37 – Pluviosidade média – agosto.....	124
MAPA 38 – Pluviosidade média – setembro.....	125
MAPA 39 – Pluviosidade média – outubro.....	126
MAPA 40 – Pluviosidade média – novembro.....	127
MAPA 41 – Pluviosidade média – dezembro.....	128
MAPA 42 – Pluviosidade média no verão.....	129
MAPA 43 – Pluviosidade média no outono.....	130
MAPA 44 – Pluviosidade média no inverno.....	131
MAPA 45 – Pluviosidade média na primavera.....	132

MAPA 46 – Pluviosidade média anual no Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba e Serra da Canastra (MG).....	133
MAPA 47 – Quantidade de meses secos por ano.....	135
MAPA 48 – Excedente hídrico anual no Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba e Serra da Canastra (MG).....	136
MAPA 49 – Déficit hídrico anual no Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba e Serra da Canastra (MG).....	137
MAPA 50 – Direção predominante e velocidade média dos ventos no verão.....	141
MAPA 51 – Direção predominante e velocidade média dos ventos no outono.....	141
MAPA 52 - Direção predominante e velocidade média dos ventos no Inverno.....	142
MAPA 53 - Direção predominante e velocidade média dos ventos na Primavera.....	142
MAPA 54 - Direção predominante e velocidade média anual dos ventos.....	143
MAPA 55 - Classificação climática de Nimer para o Brasil.....	154
MAPA 56 - Classificação climática para o Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba e Serra da Canastra (MG).....	165
FIGURA 1 - Massas de ar que atuam no Estado de Minas Gerais.....	75
FIGURA 2 - Carta sinótica da ação da massa TA	76
FIGURA 3 - Carta sinótica da ação da massa TAC	77
FIGURA 4 - Carta sinótica da ação da massa TC.....	78

FIGURA 5 - Carta sinótica da ação da massa EC.....	79
FIGURA 6 - Carta sinótica da ação da massa PA.....	81
FIGURA 7 - Curvas de nível da Carta Topográfica de Prata (MG) sobreposta a imagem SRTM utilizada na elaboração dos mapas físico e de temperatura da área de estudo para efeito de análise.....	91
FIGURA 8 - Circulação geral dos ventos no globo terrestre.....	138
FOTO 1 - Inscrições rupestres desenhadas em rochas da Formação Adamantina sustentada pela Formação Marília no município de Prata.....	14
FOTO 2 - Extração de basalto próximo ao rio Verde em São Francisco Sales.....	16
FOTO 3 - Rocha do Grupo Araxá no leito de um rio em Sacramento.....	19
FOTO 4 - Serra em Tapira.....	24
FOTO 5 - Serra Negra em Guimarães.....	24
FOTO 6 - Serra da Canastra em São Roque de Minas.....	25
FOTO 7 - Aspecto da chapada do São Francisco em Rio Paranaíba.....	26
FOTO 8 - Curso d'água dentro da depressão do São Francisco em São Roque de Minas.....	27
FOTO 9 - Aspecto do patamar do São Francisco em Arapuá.....	28
FOTO 10 – Serra da Boa Vista em Prata, exemplo de relevo residual.....	29
FOTO 11 – Planície do rio da Prata em Gurinhatã.....	30
FOTO 12 - Vegetação de cerrado em Comendador Gomes.....	35
FOTO 13 - Floresta Estacional Semidecidual no verão em Prata.....	38
FOTO 14 - Floresta Estacional Semidecidual no inverno em Araguari.....	39

FOTO 15 - Campos de altitude na serra da Canastra em São Roque de Minas.....	41
FOTO 16 - Ponte sobre o rio Grande na divisa dos Estados de Minas Gerais e São Paulo em Planura.....	45
FOTO 17 - Rio Paranaíba em Patos de Minas.....	46
FOTO 18 - Cachoeira da Casca Danta no rio São Francisco em São Roque de Minas.....	47
FOTO 19 - Lavoura de trigo em Rio Paranaíba.....	57
FOTO 20 - Cafezal em Carmo do Paranaíba.....	59
FOTO 21 - Cana-de-açúcar em Conceição das Alagoas.....	61
FOTO 22 - Plantação de laranja em Frutal.....	62
FOTO 23 - Pecuária extensiva em Uberaba.....	64
FOTO 24 - Lavoura de batata irrigada em Araguari.....	64
FOTO 25 - Interior de um reflorestamento de pinus em Prata.....	65
FOTO 26 - Reflorestamento de eucalipto em Medeiros.....	66
GRÁFICO 1 - Clima Tropical Úmido (Iturama).....	157
GRÁFICO 2 - Clima Tropical Úmido (Uberaba).....	158
GRÁFICO 3 - Clima Tropical Semi-Úmido (Ipiaçu).....	159
GRÁFICO 4 - Clima Tropical Semi-Úmido (Prata).....	159
GRÁFICO 5 - Clima Tropical Semi-Úmido (Uberlândia).....	160
GRÁFICO 6 - Clima Tropical Ameno (Araxá).....	161
GRÁFICO 7 - Clima Tropical Ameno (Serra do Salitre).....	161
GRÁFICO 8 - Clima Tropical Ameno (Pratinha).....	162
GRÁFICO 9 - Clima Subtropical (Serra da Canastra).....	163
QUADRO 1 - Estações pluviométricas utilizadas no estudo.....	96

QUADRO 2 - Estações convencionais utilizadas nas temperaturas extremas.....	112
QUADRO 3 – Comparação entre os climas na área de estudo.....	154
TABELA 1 – Informações gerais dos municípios.....	51
TABELA 2 – Comparação da temperatura real nas estações do INMET com a temperatura estimada pela equação de regressão múltipla linear.....	86
TABELA 3 – Temperatura média mensal/anual e precipitação média mensal/anual de cidades relacionadas da área de estudo.....	92
TABELA 4 - Temperaturas extremas nas estações utilizadas (1980-2009).....	112
TABELA 5 - Média da umidade relativa do ar em meses específicos (em %) nas porções leste e oeste da área de estudo.....	144
TABELA 6 - Posição do Sol em relação ao zênite da área de estudo (paralelo 19°S).....	145

SUMÁRIO

Agradecimentos	i
Resumo	iii
Abstract	iv
Lista de mapas, figuras, fotos, gráficos, quadros e tabelas	v
Sumário	xi
Considerações iniciais.....	1
Capítulo 1 – Caracterização física.....	8
1.1 Localização da área de estudo.....	8
1.2 Geologia.....	10
1.3 Geomorfologia.....	23
1.4 Vegetação.....	31
1.5 Hidrografia.....	42
Capítulo 2 – Caracterização socioeconômica.....	48
2.1 População.....	48
2.2 Atividades econômicas principais.....	54

Capítulo 3 – Caracterização climática.....	67
3.1 Sistemas atmosféricos que afetam o tempo em Minas Gerais.....	67
3.2 Massas de ar que atuam na região.....	71
3.3 Metodologia utilizada na elaboração dos mapas climáticos.....	81
3.4 Análise da temperatura na região.....	96
3.5 Análise da precipitação na região.....	115
3.6 Regime dos ventos na região.....	138
3.7 Outros elementos meteorológicos.....	143
3.8 Classificação climática para a região.....	147
Considerações finais.....	166
Referências.....	168

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Na atualidade, com o aumento da velocidade do sistema de comunicação planetária possibilitado pela internet, inaugurou-se um período de intensa circulação de informações, o que facilitou sobremaneira a difusão de dados meteorológicos e climáticos. O fácil acesso a essas informações possibilitou um melhor conhecimento da dinâmica atmosférica planetária e regional além de contribuir e popularizar a climatologia (MENDONÇA, 2007).

No estudo do clima, tem de ser incluído na análise a abordagem dos seus elementos formadores, assim não se pode esquecer na pesquisa aspectos como a temperatura, precipitação atmosférica, direção dos ventos, pressão atmosférica, nebulosidade etc. Esses elementos sofrem variações de acordo com a latitude, altitude de um ponto, cobertura do local - se este é de vegetação ou se é de deserto, etc. Segundo Vianello et al (1991, p.383), *em escala regional ou local, outros fatores podem ser acrescentados: (...) presença do mar, continentalidade, tipo de solo, rotação da terra, estações do ano (...), etc*". O clima sobre determinada região seria:

"... a síntese de todos os elementos climáticos em uma combinação de certa forma singular, determinada pela interação dos controles e dos processos climáticos. (...) existe uma variabilidade de climas ou de tipos climáticos reinantes sobre a superfície terrestre" (AYOADE, 2001, p.224).

Algumas características são selecionadas para sistematizar e classificar os vários tipos climáticos, de modo a simplificar, organizar e generalizar as condições, sendo, a temperatura e a precipitação os mais usados. Esses elementos são os mais discutidos do tempo atmosférico e como qualquer outro

elemento, a temperatura varia no decorrer do tempo cronológico em uma mesma localidade.

Entre os fatores que podem influenciar a distribuição da temperatura estão a quantidade de insolação recebida, o relevo, a proximidade de corpos hídricos, a natureza da superfície, entre outros. Para a pesquisa, é importante considerar principalmente a variação sazonal dessa temperatura que resulta principalmente da variação sazonal no volume de insolação recebida em qualquer lugar do Estado (BARBOSA, 2006).

A precipitação atmosférica é usada para designar qualquer tipo de deposição que vem da atmosférica: neve, granizo, chuva. O pluviômetro é utilizado para a coleta e medição do volume de precipitações que ocorrem durante um espaço de tempo definido.

Ao delimitar uma determinada área na superfície terrestre é especificada uma área regional singular, que nesta Dissertação se trata da mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba e também do entorno da serra da Canastra. É a descrição dos climas em áreas selecionadas da terra - Climatologia Regional que implica em uma abordagem descritiva a respeito dos fenômenos climáticos juntamente com uma análise estatística. Os elementos aqui abordados são principalmente a temperatura e a precipitação.

Compreender a distribuição espacial de dados oriundos de fenômenos ocorridos no espaço constitui hoje um grande desafio para a elucidação de questões centrais em diversas áreas do conhecimento, como a climatologia e o meio ambiente. Tais estudos vêm se tornando cada vez mais comuns, com a utilização de sistemas de informação geográfica (SIG) de baixo custo e de

interfaces amigáveis (ROSA, 2004). Estes sistemas permitem a visualização espacial de variáveis como a precipitação e temperatura de uma região.

Os SIG têm capacidade de integrar informação de várias bases de dados, converter dados em mapas utilizando os diferentes sistemas de coordenadas e projeções, disponibilizar informação georreferenciada e apoiar tomadas de decisão. As suas potencialidades de utilização e disponibilização de informação nas várias redes de difusão e consulta reforça a sua importância, transformando-os numa ferramenta poderosa. A sua utilização tem sido incrementada com um enorme número de aplicações, nomeadamente nas áreas do clima e hidrologia (ROSA, 2004).

Com o objetivo de caracterizar e definir climaticamente a mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba e também o entorno da Serra da Canastra, foi elaborado neste trabalho um mapa topográfico detalhado com a utilização de 15 imagens SRTM na escala de 1:250.000, cobrindo toda a região, e outros vários mapas de distribuição de elementos climáticos na área de estudo. Os mapas de temperatura foram elaborados a partir do mapa topográfico com a relação temperatura – altitude – latitude – longitude, numa equação de regressão múltipla linear. Estas imagens foram geoprocessadas em programa SIG, o ArcGis.

O levantamento e a quantificação dos dados pluviométricos históricos disponíveis nos últimos 30 anos foram obtidos pela Agência Nacional das Águas (ANA) e pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) com estações espalhadas por toda a região.

Analisando os dados finais para comparação das áreas, foram elaboradas dezenas de mapas climáticos para a mesorregião.

A geomorfologia engloba todas as unidades presentes, desde o Planalto Central da Bacia Sedimentar do Paraná, com seus relevos residuais, passando pela Faixa de Dobramentos do Brasil Central e do Sul-Sudeste caracterizada pela serra da Canastra.

A vegetação original é a do cerrado, na maior parte, em todos os seus níveis: cerradão, cerrado *strictu sensu*, matas galeria, veredas, matas de encosta, campos sujos e campos limpos. A floresta estacional semidecídua, extensão da Mata Atlântica, é presente no vale dos principais rios. A vegetação campestre, principalmente rupestre, é observada no topo do planalto de Araxá e da serra da Canastra.

As duas bacias hidrográficas presentes na área de estudo são a do Paraná e a do São Francisco. Na primeira, os rios Paranaíba e Grande são os principais, e na segunda, além da nascente do maior rio de Minas Gerais e um dos maiores do Brasil, correm três de seus afluentes do alto curso, o Indaiá, o Borrachudo e o Abaeté.

O Capítulo 2 é dividido em dois itens, população e atividades econômicas. A formação da população do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba é contada a partir da entrada dos bandeirantes no século XVIII até a construção de Brasília nos anos 50. Dados de demografia e atividades econômicas principais, sobretudo a produção agropecuária na região, são detalhadas através de mapas, produto por produto, como as áreas plantadas de grãos, café, cana-de-açúcar, frutas cítricas, quantidade de bovinos, hortaliças e silvicultura.

Finalmente no Capítulo 3, a caracterização climática do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba e do entorno da Serra da Canastra é abordada em 8 itens.

O primeiro item trata dos sistemas atmosféricos que afetam o clima no Estado de Minas Gerais, a Zona de Convergência do Atlântico Sul, os Jatos de Altos Níveis, Frentes Frias e os Complexos Convectivos de Mesoescala.

O segundo descreve todas as massas de ar que atuam no Estado e na área de estudo, tais como a Tropical Atlântica, Tropical Continental, Equatorial Continental e Polar Atlântica através de cartas sinóticas.

No terceiro item a metodologia utilizada para a elaboração dos mapas climáticos é mostrada através da análise do software ArcGis, da interpolação de dados ao cálculo da temperatura estimada através da equação de regressão múltipla linear.

No quarto item a temperatura é analisada mensalmente, através de mapas elaborados para melhor visualização dos dados estimados por equação de regressão múltipla linear associada a modelos digitais de elevação. Além destes, foi feito um mapa de temperatura média anual e de temperaturas máximas e mínimas extremas para a região.

No quinto item, as precipitações médias mensais e sazonais foram expressas em mapas de fácil interpretação, finalizado com um mapa de pluviosidade média anual e mais dois mapas, um de excedente e outro de déficit hídrico.

O sexto item descreve as direções e velocidades médias estacionais e anuais dos ventos na região.

No sétimo item uma abordagem geral dos outros elementos meteorológicos que afetam a área de estudo, como a umidade relativa do ar, a insolação, a nebulosidade e a pressão atmosférica.

Finalizando este capítulo, é feita uma análise dos climas regionais encontrados na área de estudo, através de vários gráficos ombrotérmicos (climogramas) e sugerido um mapa de classificação climática para o Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba e do entorno da Serra da Canastra.

Dessa forma, os três capítulos propostos no plano de redação do trabalho estão organizados de acordo com as peculiaridades específicas da área de estudo, com ênfase no clima. Com este intuito, privilegiou-se para a análise: (a) os aspectos físicos da região; (b) a temperatura estimada do ar; e (c) a precipitação atmosférica.

O trabalho pretende proporcionar uma interpretação coerente dos aspectos climáticos de uma porção do Estado de Minas Gerais que carece de informações deste tipo. Um documento essencial, de consulta permanente e obrigatória para todos os que tenham responsabilidade de decidir, desde assuntos setoriais aos mais complexos e gerais problemas do clima.

CAPÍTULO 1 – CARACTERIZAÇÃO FÍSICA

1.1 Localização da área de estudo

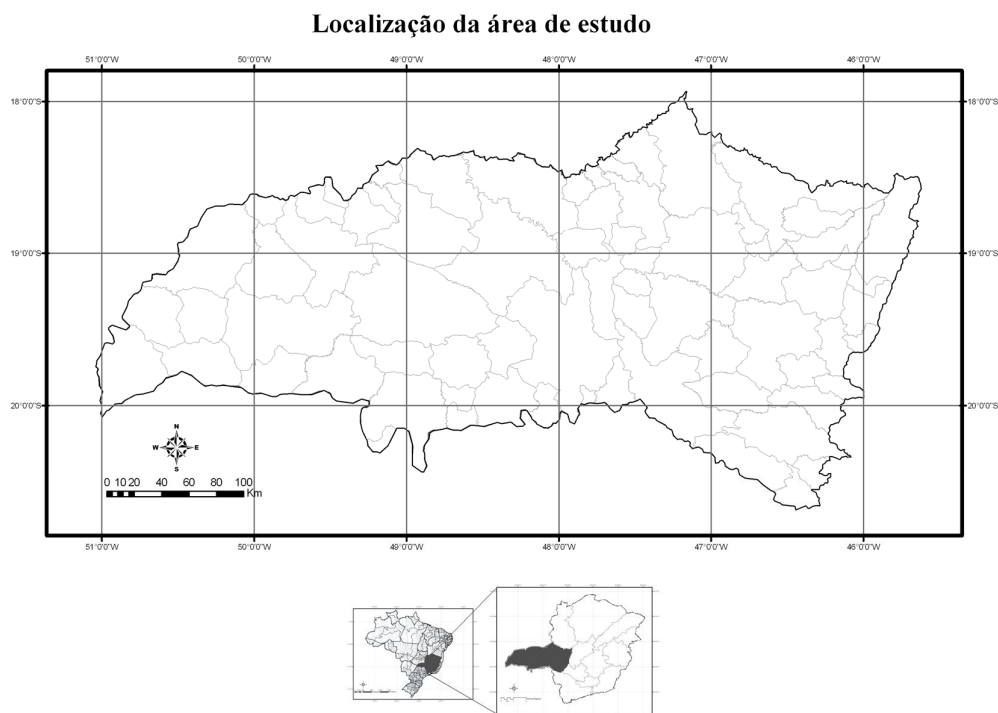
O Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba é uma das 12 mesorregiões do Estado de Minas Gerais. É formada pela contiguidade de 66 municípios agrupados em sete microrregiões, localizada na região oeste de Minas Gerais (Mapa 2). Conta com 2.144.482 habitantes (IBGE 2010) em uma área de 90.545 km², equivalente a 15,4% do território mineiro. Em comparação com as demais mesorregiões do estado, dispõe do terceiro maior contingente populacional e da segunda maior área, mas a maior parte de sua população se concentra em quatro municípios (Uberlândia, Uberaba, Patos de Minas e Araguari). Segunda maior economia do estado, a mesorregião tem hoje forte influência estadual e regional.

Faz divisa ao norte com o Sul Goiano e com o Noroeste de Minas; ao sul com as mesorregiões de Ribeirão Preto e São José do Rio Preto, ambas do Estado de São Paulo e com o Sul e Sudoeste de Minas; a leste com a Central Mineira e com o Oeste de Minas e a oeste com a porção oriental de Mato Grosso do Sul. A mesorregião é circundada pelos rios Grande e Paranaíba.

A região da Serra da Canastra também abordada neste trabalho, faz parte da microrregião de Bambuí e da mesorregião do Oeste de Minas. Com 5.789 km² e 27.883 habitantes, a região possui 6 municípios estudados aqui: Delfinópolis, Medeiros, São João Batista do Glória, São Roque de Minas, Tapiraí e Vargem Bonita.

A utilização da serra da Canastra no trabalho foi motivada pela grande influência do seu maciço rochoso tanto na temperatura quanto na precipitação da região, além de ser o divisor de águas das bacias dos rios Paraná e São Francisco e abrigar o Parque Nacional da Serra da Canastra, a maior unidade de conservação da região.

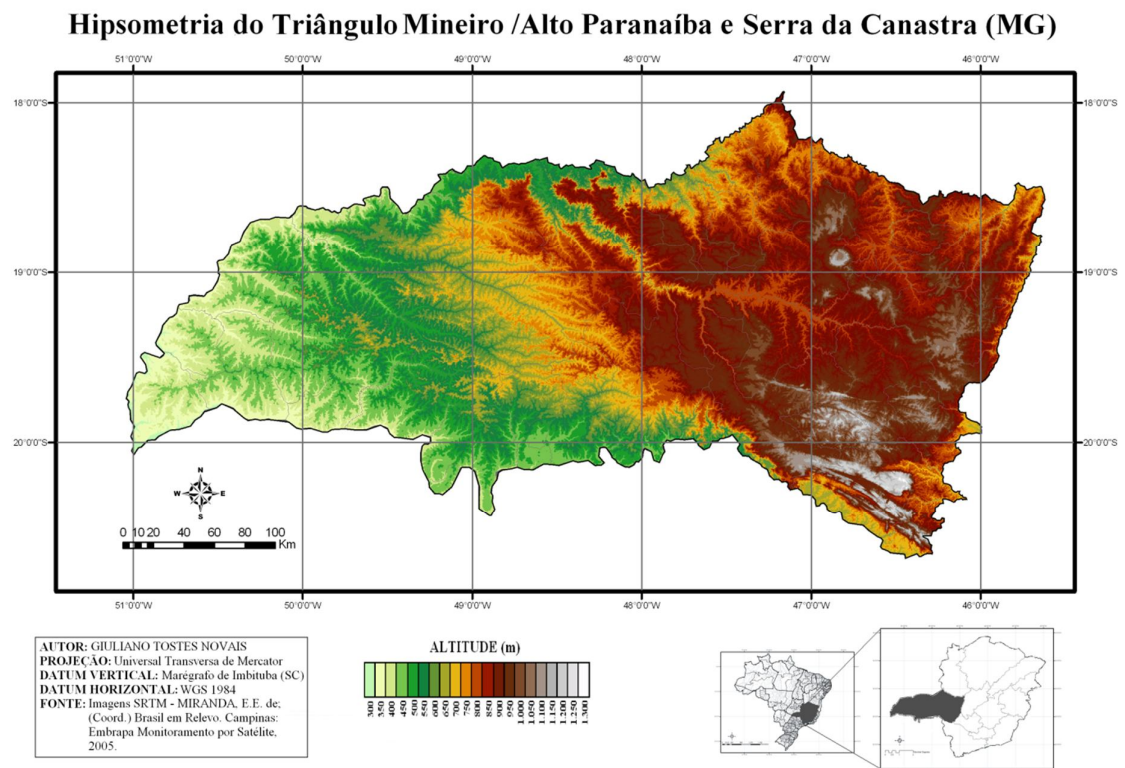
O clima na área de estudo varia desde o Tropical Semi-úmido com seca de inverno e chuvas de verão no oeste, passando pelo Tropical de Altitude no centro-leste até alguns traços de clima subtropical nas regiões altas do Planalto de Araxá e Serra da Canastra a sudeste. O clima será mais bem detalhado no Capítulo 3.



Mapa 2: Elaboração e organização: Giuliano Novais.

A área de estudo está situada entre as coordenadas de 17°55'12" e 20°41'30" de latitude sul do Equador e 45°33'30" e 51°02'18" de longitude oeste de Greenwich. O relevo é caracterizado no geral por superfícies

aplainadas com elevação crescente de oeste para leste. As serras são distribuídas paralelamente aos principais rios que cortam a região e seu nível de base (ponto mais baixo no relevo) situa-se na confluência dos rios Paranaíba e Grande, onde é formado o rio Paraná, numa altitude de 325 metros. O seu ponto culminante está localizado no topo da serra da Canastra, próximo a nascente do rio São Francisco, a uma altitude de 1.510 metros (Mapa 3).



Mapa 3: Elaboração e organização: Giuliano Novais.

1.2 Geologia

As rochas localizadas na área de estudo são principalmente do tipo sedimentar, como os arenitos da Bacia Sedimentar do Paraná na porção ocidental da área, cobrindo praticamente todo o Triângulo Mineiro intercaladas

por rochas magmáticas da Formação Serra Geral presentes no fundo dos vales dos principais afluentes dos rios Paranaíba e Grande, principalmente nos seus baixos cursos. Coberturas detríticas cobrem toda a área de topo dos chapadões desta área e planícies aluviais formam principalmente nas áreas mais baixas e planas às margens dos rios Paranaíba e Grande.

O planalto cristalino ou Faixa de Dobramento Brasília localiza-se no centro do Alto Paranaíba, na porção centro oriental da área de estudo. É caracterizado por rochas do Grupo Araxá e Canastra formadas em meio a falhas e dobramentos. Complexos plutônicos alcalinos são verificados nesta região como os domos de Serra Negra, Araxá e Tapira.

Bacia Sedimentar do Paraná

Grupo Bauru

O Grupo Bauru é representado por uma seqüência sedimentar continental flúvio lacustre, desenvolvida em clima semi-árido, e de idade Cretácea. No Triângulo Mineiro é representada pelas Formações Adamantina, Uberaba e Marília, que formam depósitos discordantes sobre os basaltos da Formação Serra Geral (OLIVEIRA, 2006).

A porção Oeste de Minas Gerais é constituída por unidades sedimentares e magmáticas pertencentes às bacias do Paraná e do São Francisco, com litologias de idade Mesozóica, as quais se encontram discordantemente em repouso sobre o embasamento cristalino de idade Pré-Cambriana, encontrando também rochas magmáticas e sedimentares fanerozóicas do Grupo Bauru, Bacia do Paraná.

A seqüência vulcano-sedimentar da Bacia do Paraná é a de maior extensão na região, seguida por litologias Pré-Cambrianas e sedimentos da Bacia São Franciscana, que ocorre em uma faixa restrita no Alto Paranaíba.

O Grupo Bauru na região do Triângulo Mineiro é composto por sedimentos flúvio-lacustres, depositados sobre basaltos da Formação Serra Geral (Grupo São Bento, Bacia do Paraná) e sotopostos a sedimentos inconsolidados de idade Terciária (OLIVEIRA, 2006).

Formação Marília

A Formação Marília é composta por arenitos imaturos finos a médio, intercalados com níveis de conglomerados superpostos a níveis carbonáticos, constituídos de calcários tipo calcrete associados. A Formação Marília é dividida em três membros no Triângulo Mineiro. *Ponte Alta*, caracterizado por apresentar seixos bem arredondados, quartzo, quartzito e sílex, sendo comum a presença de feições nodulares e calcretes. *Serra da Galga* composto por conglomerados arenosos carbonáticos e arenitos argilosos, predominando seixos de quartzito, sendo os espaços entre os conglomerados preenchidos por cimentação carbonática; ocorre ao norte de Sacramento até a região de Frutal, passando por Uberaba. O *Echaporã* é uma sucessão lamítica com restos de raízes, compostos por frequentes intercalações de níveis conglomeráticos e argilosos, composto por camadas mais arenosas com nódulos carbonáticos (OLIVEIRA, 2006); feição esta que pode ser observada na BR-050 (Uberaba-Uberlândia), no Km 45 e por todas as superfícies de cimeira de Veríssimo, passando por Prata e indo até Gurinhatã.

Formação Uberaba

A Formação Uberaba é constituída por rochas epiclásticas, de fragmentação basal e arenitos conglomerados e conglomerados arenosos, com cimentação carbonática ou matriz argilosa esverdeada, associadas aos argilitos e siltitos, todos sob influência vulcânica. A Formação Uberaba também é composta por calcários e arenitos esverdeados. Essa coloração, possivelmente, é resultante da concentração de materiais alcalino cretáceos do oeste de Minas Gerais. Ainda ocorre a presença de conglomerados basais cimentados por carbonatos de cálcio (SUGUIO, 1980). A Formação Uberaba faz contato gradacional com a Formação Marília, nas proximidades de Ponte Alta (distrito de Uberaba), interdigitando-se com a Formação Adamantina a noroeste de Uberlândia. Podemos encontrar também esta formação nos chapadões de Coromandel. Seguindo em direção à região de Ituiutaba e Veríssimo, não se encontra mais a presença da Formação Uberaba, que está coberta por sedimentos das Formações Adamantina e Marília. Segundo Suguio (1980), a estrutura sedimentar da Formação Uberaba teria ocorrido em condições flúvio-lacustres, com forte contribuição de produtos vulcânicos alcalinos.

Formação Vale do Rio do Peixe (Adamantina)

A Formação Vale do Rio do Peixe (Adamantina) quanto à litologia é caracterizada pela presença de bancos de arenitos de aspecto maciço, com grãos de areia bastante arredondados, dispersos em matriz arenosa de granulação fina a muito fina silticoargilosa, sendo encontradas também feições nodulares e camadas com estratificação cruzada. Sua cor varia do róseo ao

castanho, sendo seu ambiente deposicional de baixa energia, e amplas planícies com lagos formado por represamentos irregulares do substrato basáltico (OLIVEIRA, 2006).

No Triângulo Mineiro, a Formação Adamantina está presente em toda extensão do Grupo Bauru, aflorando nas regiões de Monte Alegre, Prata, Ituiutaba, Campina Verde, Iturama e Santa Vitória, com um relevo suavemente ondulado e marcado pela presença de sedimentos da Formação Marília em alguns momentos (Foto 1). Na região de Veríssimo a Formação Adamantina gradualmente interdigita-se com os sedimentos da Formação Uberaba (OLIVEIRA, 2006).



Autor: Giuliano Novais (Jun/2008).

Foto 1: Inscrições Rupestres desenhadas em rochas da Formação Adamantina sustentada pela Formação Marília no município de Prata.

Grupo São Bento

O Grupo São Bento é composto por sedimentos de idade triássica, representados pelos arenitos das formações Pirambóia e Botucatu, e pelos derrames vulcânicos, do tipo basáltico, da Formação Serra Geral, ocorridos durante os períodos Jurássico e Cretáceo (ARCHELA, 2003).

Formação Serra Geral

A designação de Formação Serra Geral refere-se à província magmática relacionada aos derrames e intrusivas que recobrem $1,2 \times 10^6$ km² da Bacia do Paraná, abrangendo toda a região centro-sul do Brasil e estendendo-se ao longo das fronteiras do Paraguai, Uruguai e Argentina. Esta unidade está constituída predominantemente por basaltos e basalto-andesitos de filiação toleítica, os quais contrastam com riolitos e riodacitos. O sistema de derrames em platô é alimentado através de uma intensa atividade intrusiva, normalmente representada por diques e *sills* que acompanham, grosseiramente, as principais descontinuidades estruturais da bacia (SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL, 2010). Esta formação aflora no vale dos principais rios do Triângulo Mineiro, como os rios Paranaíba, Grande, Araguari, Tejuco, da Prata, Verde e Uberaba (Foto 2).



Autor: Giuliano Novais (Ago/2010)

Foto 2: Extração de basalto na MG-255 próximo ao rio Verde em São Francisco de Sales.

Formação Botucatu

O deserto Botucatu, presente na porção sul da Bacia do Paraná, está constituído por depósitos de areia eólicas formando *sets* e *cosets* de estratos cruzados. Localmente ocorrem depósitos de conglomerados e arenitos conglomeráticos relacionados a presença de correntes efêmeras de drenagem. Litologicamente predominam dunas de areias ortoquartzíticas, contendo estratificações cruzadas de grande porte e zonas de deflação interdunas. A espessura nesta porção sudeste da bacia varia entre zonas de não deposição a horizontes com 100 metros de espessura. Após o início do vulcanismo, encontram-se finos (<15 m) e descontínuos (<1 km) depósitos intercalados com os fluxos de lavas do Serra Geral (SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL, 2010). Sua localização na área de estudo se limita ao sul do município de Sacramento.

Grupo Caiuá

O Grupo Caiuá reúne três unidades de arenitos acumuladas em ambiente desérticas, geneticamente relacionadas, correspondentes a subambientes distintos: zona central *de sand sea*, (Formação Rio Paraná), zona de depósitos eólicos periféricos (Formação Goio Erê) e planícies de lençóis de areia (FERNANDES, 1994).

Formação Santo Anastácio

A Formação Santo Anastácio é constituída por arenitos finos a muito finos com fração siltica subordinada, essencialmente quartzosos, caracteristicamente maciços. As três unidades apresentam cores marron avermelhado a arroxeadado, mais pálido para a última, características de *red beds* (FERNANDES, 1994). Aflora no vale dos rios Paranaíba e Grande nos municípios de Carneirinho e Iturama.

Complexos Plutônicos Alcalinos

Domos

O relevo do tipo dômico corresponde a uma estrutura circular resultante de atividade intrusiva (plutonismo ou fenômenos magmáticos) que provocou arqueamento da paleomorfologia, com conseqüente elaboração de abóbada topográfica. Os melhores exemplos são observados em sequências sedimentares que passaram a ter as sequências litoestratigráficas em conformação com a disposição do corpo intrusivo. A elevada temperatura do material intrusivo gera metamorfismo de contato, alterando o comportamento

físico ou as propriedades geomorfológicas das rochas (CASSETI, 2005). Existem dois tipos de domos na área de estudo. A estrutura elevada de Serra Negra, em Patrocínio; e as estruturas erodidas de Tapira e Araxá.

Faixa de Dobramento Brasília

O Cinturão Brasília desenvolve-se ao longo do limite leste, no bordo do Maciço Central de Goiás, com uma sequência de rochas metassedimentares, com formações carbonáticas e dolomíticas. Esse Cinturão esteve sujeito a processos metamórficos de grau médio e a uma tectônica caracterizada por falhamentos orientados na direção do Cráton de São Francisco (SILVA, 2006).

Grupo Araxá

O litotipo mais frequente é granada-mica xistos, com camadas métricas de granada-quartzo xistos e rochas metaultramáficas. A assembléia metamórfica (granada, clorita, biotita, muscovita, quartzo, oligoclásio) das rochas desta escama remetem a metamorfismo de facies anfibolito inferior (SILVA, 2006). Aflora no cânion do rio Araguari, no entorno da represa de Emborcação, passando pelo entorno da represa de Nova Ponte até os municípios de Araxá e Sacramento (Foto 3). Também aparece na serra da Babilônia, ao sul da serra da Canastra.



Autor: Giuliano Novais (Ago/2010)

Foto 3: Rocha do Grupo Araxá no leito de um rio em Sacramento..

Grupo Ibiá

É formada por calcixistos que ocorrem ao longo do rio Quebra-Anzol e nas proximidades da cidade de Ibiá (SILVA, 2006).

Grupo Canastra

Apresenta na base quartzo-muscovita xistos intercalados por muscovita xistos, que em direção ao topo passam gradativamente a grafitamuscovita xistos. Estas rochas são sobrepostas por quartzomuscovita xistos, com intercalações de quartzitos. No topo desta escama ocorrem quartzitos puros a micáceos com intercalações de quartzo xistos. As associações minerais identificadas para estas rochas (clorita, muscovita, quartzo, biotita, cloritóide, albita) permitem considerá-las como na facies xisto verde inferior a médio

(zonas da clorita e da biotita) (SILVA, 2006). Aflora desde a região da serra da Canastra, passando pela serra do Salitre e indo até as serras de Coromandel.

Cráton do São Francisco

Grupo Bambuí

Marcado por filitos com lentes métricas de mármore calcíticos. As condições metamórficas das rochas deste grupo são de facies xisto verde inferior (zona da clorita) (SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL, 2010). É presente desde o leste da serra da Canastra, passando por Campos Altos e pelo alto curso do rio Paranaíba indo até a divisa de Patos de Minas com o noroeste do Estado.

Grupo Mata da Corda

As rochas deste Grupo assentam-se diretamente sobre as rochas sedimentares do Grupo Areado ou sobre os metassedimentos, metadiamicritos e ardósias do Grupo Bambuí. Este Grupo é constituído de rochas vulcânicas alcalinas que ocorrem na forma de depósitos piroclásticos, além de derrames, condutos vulcânicos e diques (BAPTISTA, 2004). Aparece sobre todo o divisor de águas entre as bacias dos rios Paranaíba e São Francisco, desde o município de Campos Altos até Patos de Minas.

Depósitos Aluviais

Os depósitos aluviais correspondem aos sedimentos recentes aluvionares, inconsolidados, formados nas várzeas dos rios, a base de areia,

cascalhos, argilas, turfas e matéria orgânica. Estes depósitos são muito retrabalhados e mutáveis devido à erosão fluvial. Depositados durante as secas ou nos locais de remansos quando cai a energia da corrente do rio, serão, em seguida, erodidos pela força da água da cheia ou pela mudança do curso do rio. Estruturas de estratificação cruzada de canal *cut and fill* são formadas assim. Normalmente são depósitos clásticos mal classificados e mal selecionados, de cascalho, areias e lamas, podendo ocorrer depósitos de blocos maiores, às vezes bem arredondados nas regiões elevadas das cabeceiras com maior energia fluvial (JUNIOR, 2008). São encontrados nas vertentes do rio Paranaíba, em seu alto curso, em seus afluentes na região como o Espírito Santo e o Dourados, no médio curso do rio Tejuco e baixos cursos dos rios da Prata, Paranaíba e Grande.

Coberturas Detríticas Lateríticas

Estas coberturas estão dispostas em discordância erosiva recobrimdo as áreas de topo nos chapadões de Uberlândia, Araguari e Tupaciguara, aparecendo também dentro do domo de Serra Negra. As espessuras podem variar de 0,5 a 3 metros, estando constituídas por detritos coluvionares. As lateritas constituem crostas de óxido de ferro de cor avermelhada escura, e ocorrem maciçamente, ou em oólitos e psólitos, por vezes irregularmente. As formas maciças estão caracterizadas por níveis de crostas regulares de espessura de alguns centímetros (0,5 a 5 cm). As oóliticas e pisolíticas correspondem a nódulos de segregação de óxido de ferro, e as formas irregulares constituem níveis de crostas irregulares. Em alguns pontos podem

ser encontrados grãos quartzosos dispersos na crosta laterítica. Caracterizam remanescentes de uma superfície de aplanamento (ROSA, 2007).

Análises correlativas da geologia com o clima

Os eventos geológicos ocorreram a partir da influência do clima, portanto é impossível dissociar Geologia e Clima. As alterações do clima terrestre no passado encontram-se gravadas nas rochas (SANTOS, 2005).

A bacia sedimentar localizada no Triângulo Mineiro se formou a partir do desgaste do planalto cristalino, presente no Alto Paranaíba, feito por climas pretéritos. Hoje as altitudes deste planalto cristalino influenciam todo o clima do Alto Paranaíba e também no entorno da serra da Canastra, tanto na altura das precipitações, quanto nas temperaturas médias, principalmente no inverno.

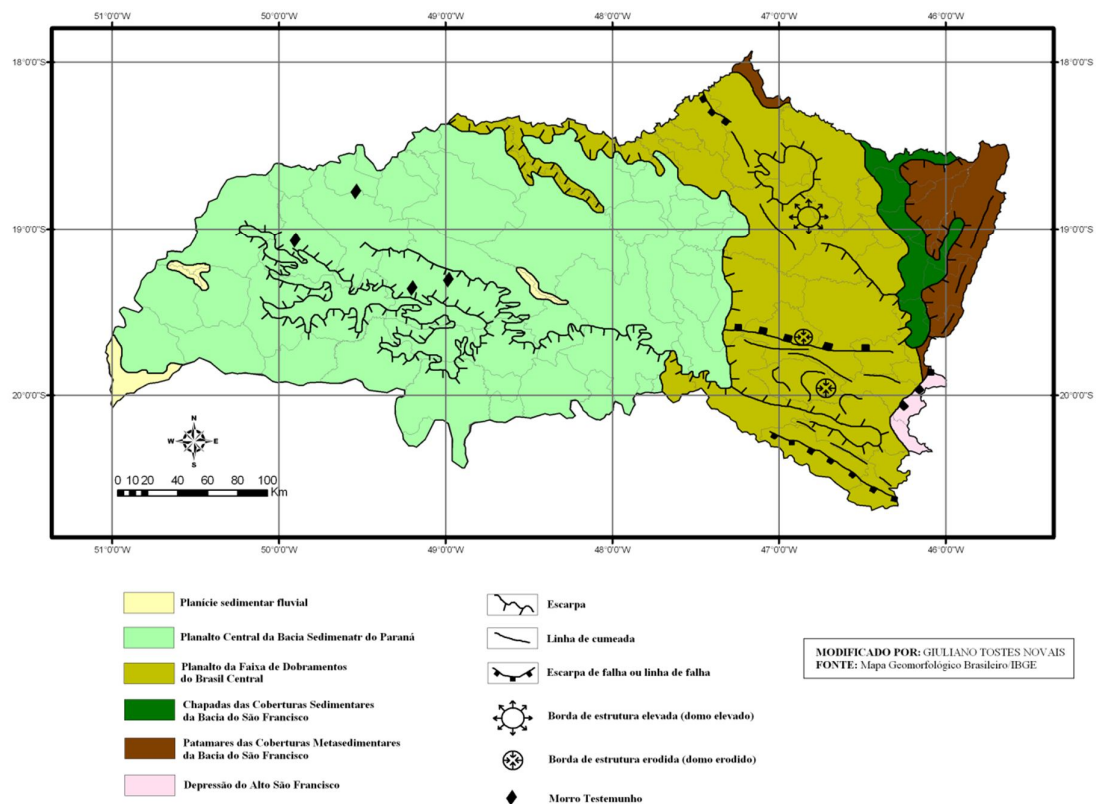
1.3 Geomorfologia

Os Domínios Morfoestruturais constituem a maior divisão taxonômica adotada pela geomorfologia. Esse táxon organiza a causa de fatos geomorfológicos derivados de aspectos geológicos amplos com elementos geotectônicos e eventualmente a predominância de uma litologia conspícua. Tais fatores geram disposições regionais de relevo com formas variadas, mas que guardam entre si relações causais (CASSETI, 2005).

Esses macroconjuntos de formas de relevo compreendem subdivisões que representam o segundo táxon, denominado de Sub-domínios Morfoestruturais, caracterizados por compartimentos que podem apresentar um controle causal relacionados às condições geológicas e secundariamente a fatores climáticos atuais ou pretéritos.

A área de estudo apresenta-se num contexto geomorfológico de dois Domínios Morfoestruturais (IBGE, 1993) denominados "Bacias e Coberturas Sedimentares Inconsolidadas Plio-Pleistocênicas" e "Faixa de Dobramentos e Coberturas Sedimentares Associadas" (Mapa 4). Estes Domínios Morfoestruturais são subdivididos nos Sub-domínios a seguir:

Geomorfologia do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba e entorno da Serra da Canastra (MG)



Mapa 4: Organizado e modificado por: Giuliano Novais.

a.) Faixa de Dobramentos do Brasil Central

Planalto Central

Superfície aplainada bastante fragmentada com formas de relevo bem diversificadas, representadas por alinhamento de cristas assimétricas, escarpas de falha e vales adaptadas a antigas linhas de fraturas.

Os planaltos de Araxá e do Paranaíba, situados no setor leste, são caracterizados por superfícies tabulares (Foto 4) e escarpas com domos de estrutura elevada, como o de Serra Negra (Foto 5), e domos de estrutura erodida, como os domos de Tapira e Araxá. Situados entre as cotas 900 e 1.280 m.

A Depressão do Quebra-Anzol é do tipo periférica e se desenvolveu na borda do Planalto do Paraná, no vale do rio Quebra-Anzol. Abrange desde o município de Ibiá até Nova Ponte, composta por superfícies onduladas desenvolvidas sobre as rochas do Grupo Araxá, situados entre cotas de 750 e 900 m.



Foto 4: Serra em Tapira.

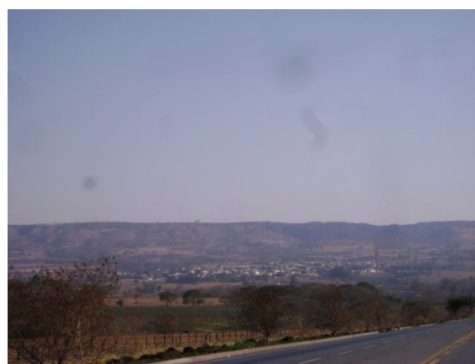


Foto 5 : Serra Negra em Guimarães.

Autor: Giuliano Novais (Ago/2010).

b) Faixa de Dobramentos do Sul – Sudeste

Planalto da Canastra

O planalto é cortado pela drenagem dos rios Grande e São Francisco. O relevo é dissecado em forma colinosas e interflúvios aplainados, com vertentes convexadas e tabulares. Constitui o divisor de águas das bacias dos rios Grande, Paranaíba e São Francisco.

Segundo BACCARO (1996), A serra da Canastra (Foto 6) é constituída por formas mais suaves e planas como as chapadas e formas mais acidentadas como as serras, cristas e as colinas. Na serra da Canastra nasce o rio São Francisco, um dos principais rios brasileiros, no Chapadão da Zagaia o rio Araguari e o rio Quebra-Anzol na serra da Bocaina. Situa-se entre as cotas de 1.280 e 1.510 m.



Autor: Giuliano Novais (Set/2007)

Foto 6: Serra da Canastra em São Roque de Minas..

c) Cobertura Sedimentar da Bacia do São Francisco

Chapadas do São Francisco

Representa superfícies de cimeira, elaboradas por processos de pediplanação, dispostas no sentido N-S. Estão situadas no setor oriental, constituindo o interflúvio dos rios São Francisco e Paranaíba e abrigando inclusive a nascente do rio Paranaíba (Foto 7). São caracterizadas por superfícies tabulares nas cotas mais altas, entre 1.100 e 1.210 m, e por superfícies onduladas em cotas em torno de 1.000 m.



Autor: Giuliano Novais (Ago/2010)

Foto 7: Aspecto da chapada do São Francisco em Rio Paranaíba.

d.) Coberturas Metasedimentares da Bacia do São Francisco

Depressão do Alto São Francisco

Desenvolve-se ao longo do vale do rio São Francisco, cujos afluentes (Foto 8) contribuem na dissecação geral da área. O arranjo espacial das

feições características da área é resultante da dissecação, aplainamento, dissolução e acumulação fluvial desenvolvidos sob climas pretéritos e atuais (GASPAR, 2006).

A depressão localiza-se a leste da serra da Canastra, a jusante da cachoeira da Casca D'anta, a primeira queda d'água do rio São Francisco. As cotas de altitude variam de 550 a 750 m. É caracterizada por um relevo plano a ondulado nas bordas de contato com as serras.



Autor: Giuliano Novais (Ago/2010)

Foto 8: Curso d'água dentro da depressão do São Francisco em São Roque de Minas.

Patamar do São Francisco

Encontra-se à margem esquerda do curso médio do rio São Francisco. Localizado logo abaixo das serras da Saudade e da Mata da Corda, no extremo leste da região, na cabeceira dos rios Abaeté e Indaiá, afluentes do

São Francisco. Superfícies onduladas (Foto 9) caracterizam o patamar, situado entre as cotas de 750 e 1.000m.



Autor: Giuliano Novais (Ago/2010)

Foto 9: Aspecto do patamar do São Francisco em Arapuá.

e.) Bacia Sedimentar do Paraná

Planalto Central da Bacia do Paraná

Ocupa as superfícies internas da Bacia Sedimentar do Paraná, cujas bordas decaem em direção à calha do rio Paraná. O caimento topográfico está relacionado ao mergulho das camadas em direção à calha do rio Paraná, caracterizando um planalto tipicamente monoclinal.

Os Planaltos da Bacia do Paraná estão limitados a leste pela Depressão do Quebra-Anzol e a sudeste pela Serra da Canastra. Correspondem a superfícies tabulares dispostas em degraus e patamares, resultantes da

atuação dos processos erosivos sobre as camadas areníticas alternadas do basalto. Situa-se entre as cotas de 450 e 1.100 m.

Os relevos residuais (Foto 10) são estruturas cujas bordas são escarpadas com altura de até 150 metros, de contornos irregulares, com declividade entre 30° e 90°, correspondendo aos divisores de águas das principais bacias hidrográficas do Triângulo Mineiro. Estas são as “serras” com topos variando de 600 – 850 metros em forma de tabuleiros e mesas.



Autor: Giuliano Novais (Jun/2008)

Foto 10: Serra da Boa Vista em Prata, exemplo de relevo residual.

Depósitos Sedimentares Inconsolidados Quaternários (Planícies Fluviais)

As planícies ribeirinhas aparecem com maior frequência no baixo vale dos rios Paranaíba e Grande, além de regiões aluviais dos rios Tejuco e da Prata (Foto 11), onde estes se tornam extremamente meandrantess formando

lagoas desmembradas do leito normal. São caracterizados por um relevo plano com algumas colinas, nos rios Paranaíba e Grande (entre cotas 350 e 450m), no rio Tejuco (entre 700 e 750 m) e no rio da Prata (entre 450 e 500m).



Autor: Giuliano Novais (Ago/2010)

Foto 11: Planície do rio da Prata em Gurinhatã.

Análises correlativas da geomorfologia com o clima

O clima é responsável pelos ventos e precipitação, que agem na modelagem contínua da superfície da Terra, sendo um fator condicionante da configuração da paisagem (ARAÚJO, 2010).

No início da estação chuvosa as precipitações abundantes do mês de outubro causam grandes impactos no solo, principalmente na região dos relevos residuais no centro do Triângulo Mineiro, onde a erosão ocasionada pela enxurrada vindo de cima das serras modela a paisagem local.

A direção noroeste-sudeste da maioria dos interflúvios também influencia na canalização da umidade para dentro da área de estudo, principalmente no verão. Esta orientação dos interflúvios tem outra consequência no clima local, pegando como exemplo a serra da Canastra. O paredão com mais de 150 metros de altura disposto no sentido leste-oeste impede que os raios solares atinjam o solo abaixo da serra na maioria dos meses, provocando um resfriamento anual atípico, diminuindo ainda mais a temperatura mínima no inverno, onde pode chegar abaixo de zero.

1.1 Vegetação

As áreas de cobertura vegetais naturais remanescentes ocupam pouco mais de 20% da área de estudo (IBAMA, 2010). Nesta categoria estão incluídas as áreas de cerrado, como o *strictu sensu*, campo limpo, campo sujo, as áreas de veredas, as matas de galeria e matas de encosta. Outros tipos de cobertura vegetal encontradas na área de estudo são as florestas estacionais semi decíduas (Mata Atlântica) localizadas principalmente no extremo pontal do Triângulo, e no vale dos principais rios como o Paranaíba, Grande, Araguari, Tejuco, da Prata e Verde; e as áreas de campos rupestres (campos de altitude) situadas em altitudes superiores a 1.000 m, principalmente na região do Planalto de Araxá e Serra da Canastra (Mapa 5).

O Cerrado está localizado essencialmente no Planalto Central do Brasil e é o segundo maior bioma do País em área, apenas superado pela Floresta Amazônica. Trata-se de um complexo vegetacional, que possui relações ecológicas e fisionômicas com outras savanas da América Tropical e também

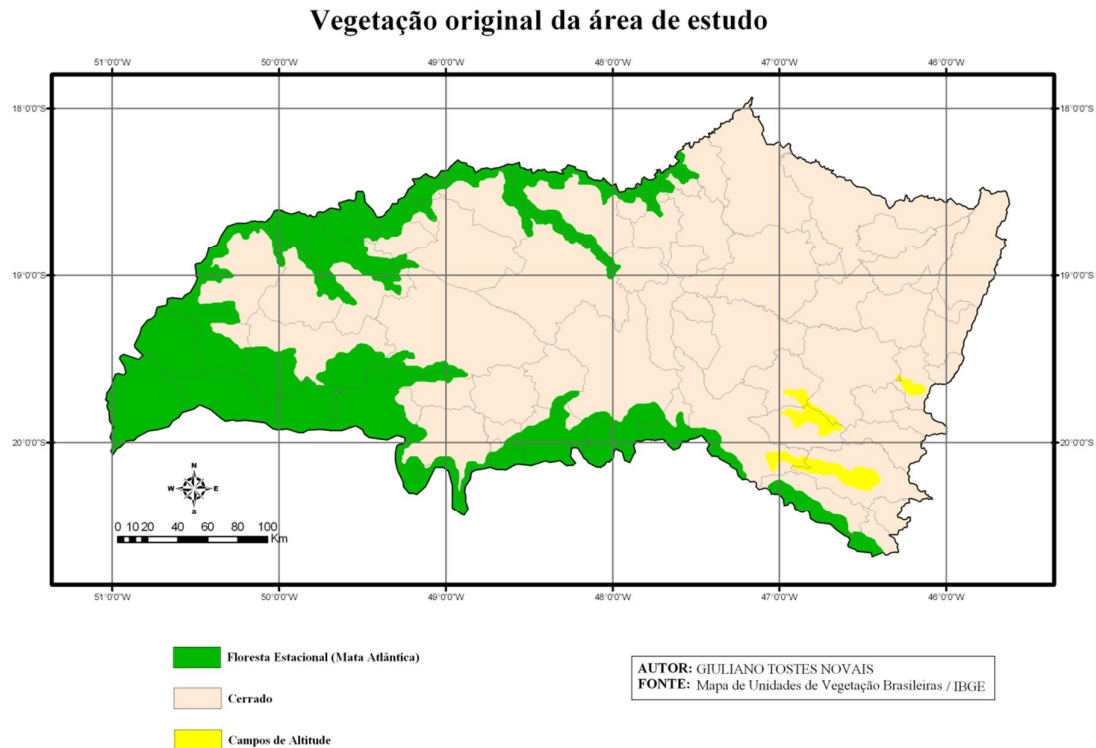
da África, do Sudeste Asiático e da Austrália (BEARD,1955). O Cerrado corresponde a mais de 2.000.000 km², o que representa cerca de 23% do território brasileiro. Ocorre em altitudes que variam desde os 300 m, a exemplo da Baixada Cuiabana (MT), até mais de 1.600 m, na Chapada dos Veadeiros (GO). No bioma, predominam os latossolos, tanto nas áreas sedimentares quanto em terrenos cristalinos, ocorrendo ainda solos concrecionários em grandes extensões.

Como área contínua, o Cerrado abrange o Distrito Federal, o estado de Goiás, parte dos estados da Bahia, Ceará, Maranhão, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Piauí, Rondônia e São Paulo; e também ocorre em áreas disjuntas ao norte nos estados do Amapá, Amazonas, Pará e Roraima, e ao sul, em pequenas “ilhas” no Paraná (SANO, 2008).

A vegetação do bioma Cerrado apresenta fisionomias que englobam formações florestais, savânicas e campestres. Em sentido fisionômico, floresta representa áreas com predominância de espécies arbóreas, onde há formação de dossel, contínuo ou descontínuo. O termo savana refere-se a áreas com árvores e arbustos espalhados sobre um estrato graminoso, sem a formação de dossel contínuo. Já o termo campo designa áreas com predomínio de espécies herbáceas e algumas arbustivas, faltando árvores na paisagem.

A flora do Cerrado é característica e diferenciada dos biomas adjacentes, embora muitas fisionomias compartilhem espécies com outros biomas. Além do clima, que, segundo Eiten (1994), tem efeitos indiretos sobre a vegetação (o clima agiria sobre o solo), da química e da física do solo, da disponibilidade de água e de nutrientes, e da geomorfologia e da topografia, a distribuição da flora é condicionada pela latitude, pela frequência de

queimadas, pela profundidade do lençol freático, pelo pastejo e por inúmeros fatores antrópicos (abertura de áreas para atividades agropecuárias, retirada seletiva de madeira, queimadas como manejo de pastagem, etc.) (SANO, 2008).



Mapa 5: Elaboração e organização: Giuliano Novais

Os Cerrados são assim reconhecidos devido às suas diversas formações ecossistêmicas. Sob o ponto de vista fisionômico temos: o cerradão, o cerrado típico, o campo cerrado, o campo sujo de cerrado, e o campo limpo que apresentam altura e biomassa vegetal em ordem decrescente. O cerradão é a única formação florestal.

O Cerrado típico (Foto 12) é constituído por árvores relativamente baixas (até vinte metros), esparsas, disseminadas em meio a arbustos, subarbustos e uma vegetação baixa constituída, em geral, por gramíneas. Assim, o Cerrado

contém basicamente dois estratos: um superior, formado por árvores e arbustos dotados de raízes profundas que lhes permitem atingir o lençol freático (situado entre 15 a 20 metros); e um inferior, composto por um tapete de gramíneas de aspecto rasteiro, com raízes pouco profundas, no qual a intensidade luminosa que as atinge é alta, em relação ao espaçamento. Na época seca, este tapete rasteiro parece palha, favorecendo, sobremaneira, a propagação de incêndios.

O Cerrado brasileiro é reconhecido como a savana mais rica do mundo em biodiversidade com a presença de diversos ecossistemas, riquíssima flora com mais de 10.000 espécies de plantas, com 4.400 endêmicas (exclusivas). A fauna apresenta 837 espécies de aves; 67 gêneros de mamíferos, abrangendo 161 espécies e dezenove endêmicas; 150 espécies de anfíbios, das quais 45 endêmicas; 120 espécies de répteis, das quais 45 endêmicas (IBAMA, 2010).

Até a década de 1950, os Cerrados mantiveram-se quase inalterados. A partir da década seguinte, com a interiorização da Capital Federal e a abertura de uma nova rede rodoviária, largos ecossistemas deram lugar à pecuária e à agricultura extensiva, com o cultivo de soja, arroz e milho. Tais mudanças se apoiaram, sobretudo, na implantação de novas infra estruturas viárias e de geração e distribuição de energia, bem como na descoberta de novas vocações pedológicas, permitindo atividades agrárias intensivas em tecnologia e capital, em detrimento de uma biodiversidade até então pouco alterada (HUERTAS, 2009).

A Revolução Verde no Brasil assumiu a forma de uma modernização tecnológica socialmente conservadora. Oriundas dos movimentos ecológicos e

afins, as críticas ambientalistas centralizam-se na crítica à produção industrial. No espaço rural, esta produção industrial adquiriu a forma dos pacotes tecnológicos e, no Brasil, assumiu – marcadamente nos anos 60 e 70 – a prioridade do subsídio de créditos agrícolas para estimular à grande produção agrícola, as esferas agroindustriais, as empresas de maquinários e de insumos industriais para uso agrícola – como tratores, herbicidas e fertilizantes químicos –, a agricultura de exportação, a produção de processados para a exportação e a diferenciação do consumo – como de queijos e iogurtes (MOREIRA, 2000).

Durante as décadas de 1970 e 1980 houve um rápido deslocamento da fronteira agrícola, com base em desmatamentos, queimadas, uso de fertilizantes químicos e agrotóxicos, que resultou em 67% de áreas do Cerrado “altamente modificadas”, com voçorocas, assoreamento e envenenamento dos ecossistemas (IBAMA, 2010).

A partir da década de 1990, governos e diversos setores organizados da sociedade debatem como conservar o que restou do Cerrado, com a finalidade de buscar tecnologias embasadas no uso adequado dos recursos hídricos, na extração de produtos vegetais nativos, nos criadouros de animais silvestres, no ecoturismo e outras iniciativas que possibilitem um modelo de desenvolvimento sustentável e justo.

O Ministério do Meio Ambiente tem um plano nacional de combate ao desmatamento no cerrado, semelhante ao que existe para a Amazônia. Entre as ações deste plano está à criação de um sistema permanente de monitoramento do bioma via satélite, nos moldes do que já é feito desde 1988

pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) para a floresta amazônica.

Os dados são cruciais para a elaboração de políticas públicas eficazes para o cerrado, que é o segundo maior bioma do País em extensão, mas costuma ser um dos últimos em prioridade de conservação. O mapeamento mais recente feito pelo ministério indica que 48% do cerrado já foram desmatados, com sua vegetação nativa substituída principalmente por pastagens e plantações (BRASIL, 2010).



Autor: Giuliano Novais (Ago/2010).

Foto 12: Vegetação de cerrado em Comendador Gomes.

As florestas semidecíduais (Fotos 13 e 14) ocorrem na forma de manchas, principalmente na região do cerrado do Brasil Central (Rizzini 1979). Essas formações coincidem com solos férteis e úmidos, características de grande atrativo para a agropecuária, e, assim, foram drasticamente reduzidas

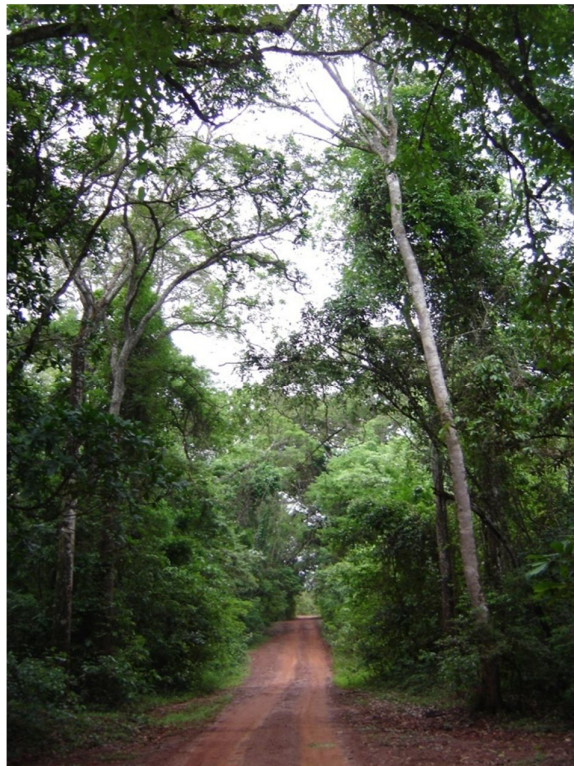
nas regiões do sul e leste de Minas Gerais (Eiten 1982). Esta diminuição fragmentou as florestas, sendo este um dos fatores que comprometem a reprodução das espécies raras, que podem desaparecer em alguns fragmentos (Silva & Soares 2003).

Da mesma forma como ocorreu em outros estados brasileiros, onde o processo de ocupação e exploração remonta ao período colonial, a cobertura florestal primitiva do estado de Minas Gerais foi reduzida a remanescentes esparsos. Atualmente, a maioria dessas fisionomias vegetais encontra-se bastante alterada pela retirada seletiva de madeira ou mais preservada em áreas onde a topografia dificulta o acesso (Oliveira-Filho & Machado 1993). Segundo o mapa da Flora Nativa e dos Reflorestamentos de Minas Gerais, em 2006, 33,8% do território de Minas Gerais mantinham cobertura vegetal nativa e, para a floresta estacional semidecidual, esse percentual era de 8,9% (Scolforo *et al.* 2006).

Apesar da crescente fragmentação, cada remanescente de floresta estacional semidecidual apresenta particularidades históricas e grau de preservação diferentes, refletidos em sua composição florística e estrutura, tornando sua conservação de elevada importância para a manutenção da biodiversidade. Essas florestas apresentam alta diversidade florística e possuem flora arbórea bem estudada, quando comparada com a de outras formações vegetais (Leitão-Filho 1992), mas poucos são os estudos sobre a estrutura fitossociológica destas florestas no Triângulo Mineiro (ARAUJO & HARIDASAN, 1997).

A Mata Atlântica (floresta semidecidual) ocupa, especialmente, a área do entorno dos rios Grande e Paranaíba. As árvores têm folhas grandes e lisas,

que caem durante o período de estiagem. Encontram-se neste ecossistema muitas bromélias, cipós, samambaias, orquídeas e líquens. A biodiversidade animal também é elevada na Mata Atlântica da região, com imensa variedade de mamíferos (macacos, capivaras, onças pardas), de aves (araras, papagaios, beija-flores), de répteis, de anfíbios e diversos invertebrados. As florestas estacionais semidecíduais são caracterizadas pela sazonalidade climática que determina a perda foliar (20 a 50% de deciduidade) dos indivíduos arbóreos dominantes, em resposta à deficiência hídrica ou queda de temperatura nos meses mais frios e secos (Veloso *et al.* 1991). Devido à perda das folhas durante a estação seca, localmente essas matas são conhecidas como “matas secas” (Foto 14).



Autor: Giuliano Novais (Dez/2006).

Foto 13: Floresta Estacional Semidecidual no verão em Prata.



Autor: Giuliano Novais (Ago/2010).

Foto 14: Floresta Estacional Semidecidual no inverno em Araguari.

Os campos rupestres (Foto 15) são formações herbáceo-arbustivas associadas a afloramentos rochosos ou solos geralmente rasos, formados pela decomposição das rochas. No Brasil, eles localizam-se nas serras do sul da Bahia, Goiás e Minas Gerais, em altitudes de 1000 a 1800 m (Eiten 1983).

A vegetação é predominantemente herbáceo-arbustiva, com a presença eventual de arvoretas pouco desenvolvidas de até dois metros de altura. Abrange um complexo de vegetação que agrupa paisagens em microrrelevo com espécies típicas, ocupando trechos de afloramentos rochosos. Geralmente ocorre em altitudes superiores a 900 metros, ocasionalmente a partir de 700 metros, em áreas onde há ventos constantes e variações extremas de temperatura, com dias quentes e noites frias (BRASIL, 2011).

Este tipo de vegetação ocorre geralmente em solos ácidos, pobres em nutrientes ou nas frestas dos afloramentos rochosos. Na Chapada Diamantina,

por exemplo, estes solos são originados da decomposição dos minerais quartzito, arenito ou itacolomito, cujo material decomposto permanece nas frestas dos afloramentos rochosos, ou pode ser carregado para locais mais baixos ou então forma depósitos de areia quando o relevo permite. Em Catolés, nesta mesma Chapada, esse tipo de vegetação restringe-se aos substratos arenosos ou pedregosos com afloramentos rochosos. Em geral, a disponibilidade de água no solo é restrita, pois as águas pluviais escoam rapidamente para os rios, devido à pouca profundidade e reduzida capacidade de retenção do solo (BRASIL, 2011).

A composição da flora em áreas de Campo Rupestre pode variar muito em poucos metros de distância, e a densidade das espécies depende do substrato, da profundidade e fertilidade do solo, da disponibilidade de água, da posição topográfica, etc. Nos afloramentos rochosos, por exemplo, as árvores concentram-se nas fendas das rochas, onde a densidade pode ser muito variável. Há locais em que os arbustos praticamente dominam a paisagem, enquanto em outros a flora herbácea predomina. Também são comuns agrupamentos de uma única espécie, cuja presença é condicionada, entre outros fatores, pela umidade disponível no solo. Algumas espécies podem crescer diretamente sobre as rochas (rupícolas), sem que haja solo, como ocorre com algumas Aráceas e Orquidáceas (BRASIL, 2011).

Pela dependência das condições restritivas do solo e do clima peculiar, a flora é típica, contendo muitos endemismos (espécies com ocorrência restrita a determinados locais) e plantas raras. Entre as espécies comuns há inúmeras características xeromórficas (presença de estruturas que diminuem a perda de

água), tais como folhas pequenas, espessadas e com textura de couro (coriáceas), além de folhas com disposição opostas cruzadas, determinando uma coluna quadrangular escamosa (BRASIL, 2011).

Na área de estudo este tipo de vegetação aparece na serra da Canastra em Sacramento e São Roque de Minas, no Chapadão da Zagaia, em Tapira, na serra da Bocaína, em Araxá, serra do Salitre e nas maiores altitudes do planalto de Araxá em Campos Altos.



Autor: Giuliano Novais (Set/2007).

Foto 15: Campos de Altitude na serra da Canastra em São Roque de Minas.

Análises correlativas da vegetação com o clima

A estreita relação entre clima e vegetação evidencia-se pela coincidência entre zonas climáticas e biomas. A variação do clima no espaço geográfico e

no tempo é determinada em grande medida pela variação da intensidade da radiação solar (PILLAR, 1995).

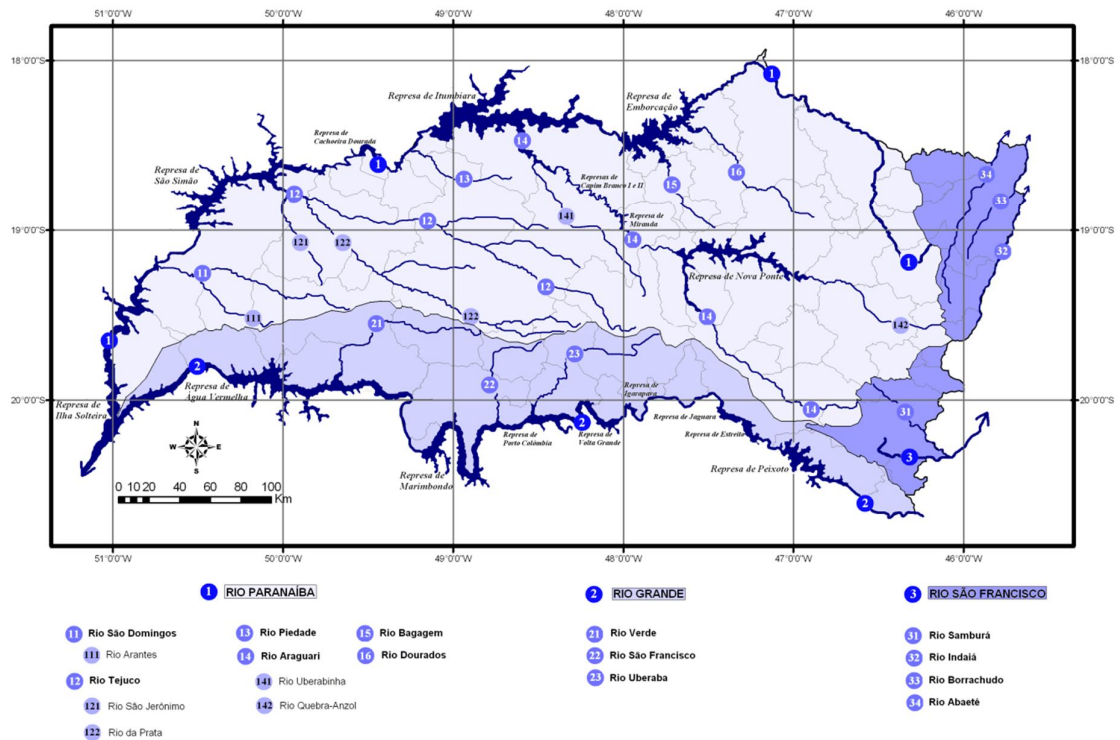
O cerrado, vegetação típica da área de estudo abrange toda a região de clima tropical semi-úmido, com chuvas de verão e seca de inverno. A floresta tropical semi-decídua ocupa os vales dos rios Grande e Paranaíba, onde o clima mais úmido e com menos meses de seca juntamente com solos mais férteis influencia no crescimento de árvores maiores, típicas da Mata Atlântica. Já os campos rupestres aparecem no topo das serras no sudeste da área de estudo, onde as temperaturas médias anuais são bem mais baixas.

1.2 Hidrografia

As cabeceiras de duas das principais bacias hidrográficas do Brasil estão localizadas na área de estudo; a do rio Paraná e a do rio São Francisco (Mapa 6). O nome “Triângulo Mineiro” deriva da forma geométrica que os rios Paranaíba e Grande modelam a região, a forma de um triângulo, com o vértice apontado para o oeste; a confluência deles forma o rio Paraná.

O rio São Francisco nasce na serra da Canastra a mais de 1.500 metros de altitude; correndo para o sul, chega na borda da serra e despenca de uma altura de 180 metros em sua principal cachoeira, a Casca Danta, logo depois faz uma curva em direção ao nordeste do país onde após mais de 2.700 km deságua no oceano Atlântico.

Hidrografia da área de estudo



Mapa 6: Elaboração e organização: Giuliano Novais.

Uma grande quantidade das centrais hidrelétricas brasileiras localiza-se na bacia do Paraná, particularmente nas sub-bacias do Paranaíba e Grande. Com isso, a área de estudo possui um enorme potencial para geração de energia hidráulica para o país, pois seus rios situam em um relevo planáltico com muitas cachoeiras e correntezas propício para construção de usinas hidrelétricas.

Na região estão duas das dez maiores usinas hidrelétricas do país, a de Itumbiara com 2.082 MW e São Simão com 1.710 MW, as duas no rio Paranaíba (ANEEL, 2008). Pode-se destacar também as usinas de Emborcação, no rio Paranaíba, Água Vermelha, Marimbondo e Peixoto, no rio Grande com potência instalada acima de 1.000 MW (Mapa 7).



Mapa 7: Potencial hidrelétrico instalado no país e usinas situadas na área de estudo.

Fonte: Atlas de Energia Elétrica do Brasil, 2008. **Organização:** Giuliano Novais.

O clima afeta diretamente a produção de energia hidrelétrica pois a precipitação é que condiciona o enchimento e o esvaziamento das represas nos anos úmidos e secos. O grande apagão e o racionamento de energia no Brasil de 2.001 foi provocado pela seca que vinha desde o ano de 1999, com índices pluviométricos bem abaixo das médias anuais e também ao crescente aumento no consumo de energia no país o que propiciou o esvaziamento das represas chegando a níveis abaixo de 20% da capacidade. Os detalhes da precipitação na área de estudo serão discutidos no capítulo 3. A seguir são apresentadas as características das bacias hidrográficas da área de estudo.

Bacia do rio Grande

Ocupa toda a porção sul da área de estudo. O rio Grande (Foto 16) nasce na serra da Mantiqueira na Zona da Mata Mineira e tem aproximadamente 1.589 km de extensão e deságua na confluência com o rio Paranaíba na divisa dos estados de Minas Gerais, São Paulo e Mato Grosso do Sul formando o rio Paraná. Possui várias usinas hidrelétricas (Furnas, Peixoto, Mascarenhas, Igarapava, Volta Grande, Porto Colombia, Marimbondo e Água Vermelha), todas na área de estudo exceto a de Furnas.

Seus principais afluentes na região (margem direita) são os rios: Verde ou Feio, São Francisco, Uberaba e o Babilônia .



Autor: Giuliano Novais (Ago/2010).

Foto 16: Ponte sobre o rio Grande na divisa dos Estados de Minas Gerais e São Paulo em Planura (MG).

Bacia do rio Paranaíba

Localizada em toda a porção centro – norte da área de estudo, o rio Paranaíba (Foto 17), nasce na serra da Mata da Corda na altitude de 1.115 metros no município de Rio Paranaíba e tem aproximadamente 1.070 km de

curso até a junção com o rio Grande, onde ambos passam a formar o rio Paraná. Este ponto marca o encontro entre os estados de São Paulo, Minas Gerais e Mato Grosso do Sul. O Paranaíba é conhecido principalmente pela sua riqueza diamantífera e pelas grandes possibilidades hidrelétricas que apresenta (usinas de Emborcação, Itumbiara, Cachoeira Dourada e São Simão). E de uma série de outras, construídas em seus principais afluentes (mineiros e goianos)

Seus principais afluentes na região (margem esquerda) são: o rio Dourados, Bagagem, Araguari que possui quatro usinas hidrelétricas (Nova Ponte, Miranda, Capim Branco I e II), Tejuco e o rio São Domingos.



Autor: Giuliano Novais (Ago/2010).

Foto 17: Rio Paranaíba em Patos de Minas..

Bacia do rio São Francisco

Ocupa a faixa leste-sudeste da área de estudo. A nascente do Velho Chico, nome popular do rio, fica na Serra da Canastra á uma altitude de 1.501 metros no município de São Roque de Minas. Sua principal cachoeira, a Casca Danta (Foto 18) á a principal atração do Parque Nacional da Serra da Canastra

criado com o intuito de preservar a biodiversidade local, incluindo as suas nascentes. Seus principais afluentes na área de estudo são: rios Samburá, Indaiá, Borrachudo e o rio Abaeté.



Autor: Giuliano Novais (Set/2007).

Foto 18: Cachoeira da Casca Danta no rio São Francisco em São Roque de Minas.

Análises correlativas da hidrografia com o clima

A correlação entre a hidrografia da área de estudo e o clima é enorme. Por situar numa região de clima tropical típico, com uma estação mais chuvosa que vai de outubro a março e outra estação mais seca de abril a setembro, o nível d'água das drenagens e represas varia muito nestas épocas. No início de março a vazão é máxima em todas as drenagens da região, provocada pelas chuvas acumuladas desde outubro o mesmo acontecendo com o nível dos reservatórios das usinas hidrelétricas. Já no início de outubro a situação se inverte, mas não tendo nenhum caso de seca total de drenagens na região.

CAPÍTULO 2 – CARACTERIZAÇÃO SOCIOECONÔMICA

2.1 População

A formação da população do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba pode ser dividida em quatro fases segundo Bessa (2007): ocupação, expansão comercial, transição e diversificação produtiva.

Primeiramente, a região desempenhou papel de área de passagem pelos bandeirantes paulistas rumo a Goiás e Mato Grosso, momento em que não se visava a ocupação do território, seguido por um breve êxito na mineração e, posteriormente, por sua efetiva ocupação pelos geralistas, desenvolvendo a atividade pastoril, que encerram o movimento de ocupação colonial e imperialista, cuja base da organização socioespacial foi centrada na pecuária extensiva (BESSA, 2007).

Num segundo período, observa-se a condição de entroncamento, dada pela ampliação da circulação, graças a extensão dos trilhos da Estrada de Ferro Mogiana (EFM), vinda de São Paulo, mais especificamente de Campinas com extensão em um primeiro momento até Uberaba e depois Uberlândia e Araguari, e a implantação de estradas de rodagem e de pontes.

Posteriormente, verifica-se a consolidação do papel de entreposto comercial, com a expansão do comércio, assim como a produção agropecuária e do beneficiamento industrial, com uma importante retenção e acumulação de excedentes regionais, indicando mudanças na articulação anterior.

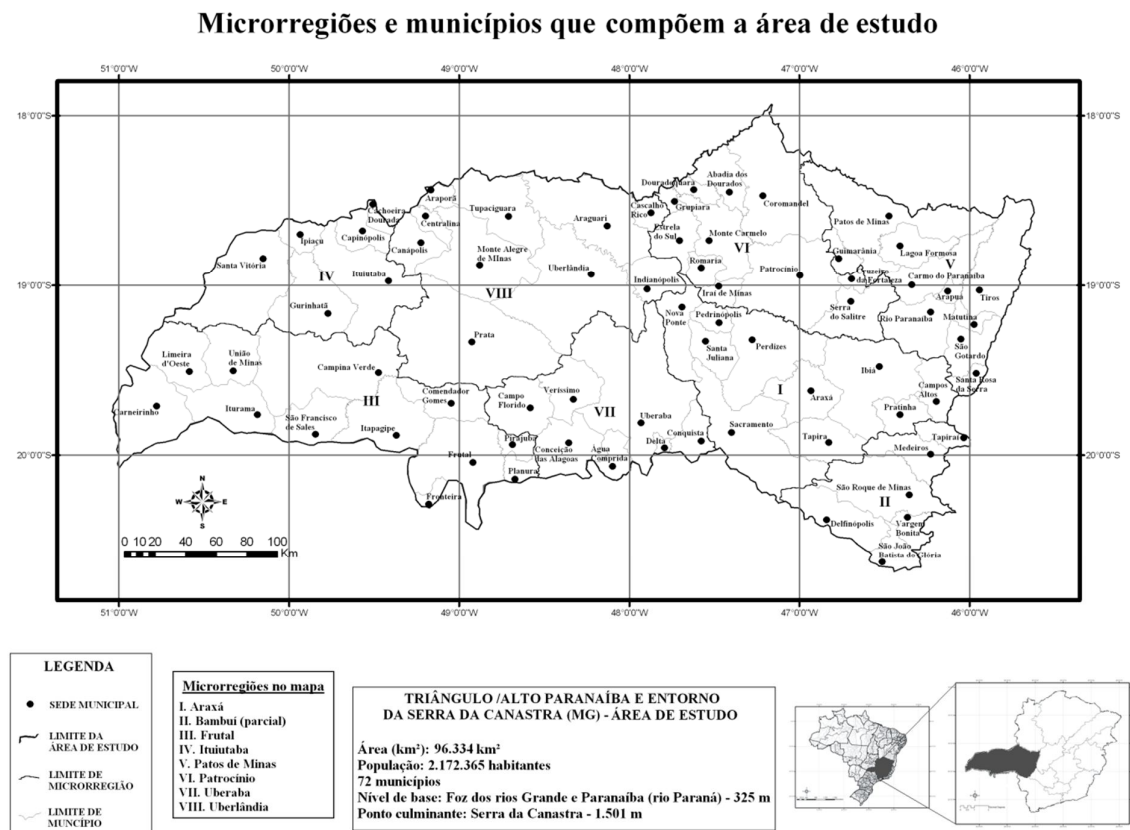
Finalmente, tem-se o reaparelhamento da infra estrutura, quando da construção de Brasília e da consolidação de especializações funcionais. Esse último período está inserido na denominada fase de transição, em que a velha base econômica regional dá mostras de esgotamento, sem, contudo a nova conseguir se impor de forma hegemônica, isto é, trata-se de um período em que o padrão vigente está agonizando e que os principais contornos de um novo período estão justamente começando a aflorar, revelando que a relação contraditória entre vitalidade de uma nova elite e a ordem ainda dominante caracteriza as fases de transição (BESSA, 2007).

Tais mudanças podem ser consideradas como raízes que desencadearam uma completa reorganização dessa configuração espacial, cujos benefícios foram mais bem incorporados por Uberlândia, que emergia, em fins do século XIX, como um arraial pouco diferenciado e caracterizado por funções bastante simples, para, já em meados da década de 1960, aparecer como um centro regional, relativamente equiparado a Uberaba (BESSA, 2007).

Demografia

A área de estudo possui uma população de 2.172.365 habitantes (IBGE 2010). Com um município com mais de 500 mil habitantes, Uberlândia (604.013 habitantes)(IBGE, 2010), representando 27,8% da população da mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba. Além de Uberlândia a área de estudo tem mais três municípios com mais de 100 mil habitantes, Uberaba (295.988 habitantes); Patos de Minas (138.710 habitantes); e Araguari (109.801 habitantes). Juntos, os três municípios, somam 544.499 habitantes, 25,1% da população da mesorregião.

Dos 72 municípios da área de estudo (Mapa 8), quatro concentram mais da metade da população da região, cerca de 1.148.512 de habitantes ou 52,9% do total. A área de estudo conta com 11,1% da população do Estado e com 1,2% da população do país. Nos últimos anos tem ocorrido grande migração entre os municípios da mesorregião principalmente para Uberlândia e Uberaba.



Mapa 8: Elaboração e organização: Giuliano Novais.

Das 10 cidades de maior expressão da área de estudo apenas Ituiutaba e Frutal tem temperaturas médias anuais mais elevadas (acima de 24°C). As precipitações pluviométricas, na ordem de 1.500 mm fazem da região um local ideal para o desenvolvimento agrícola.

Tabela 1: Dados gerais dos municípios que compõe a área de estudo

Mesor/Micror/Município	População	Área km²	Hab/Km²	Altitude	Coordenadas	PIB (mil R\$)	Renda p/capita (R\$)	Estab. Agr	Estab. Ind	Estab. Com	Bancos	IDH
Abadia dos Dourados	6.704	895	7,49	742	182922S, 472410W	56.895	8.487	910	23	118	1	0,760
Água Comprida	2.025	490	4,12	543	200328S, 480634W	56.864	28.150	139	4	29	1	0,793
Araguari	109.801	2.731	40,20	921	183902S, 481107W	1.820.911	16.587	1.164	464	2.055	8	0,815
Araporã	6.144	298	20,92	461	182555S, 491118W	1.201.462	192.758	148	25	126	1	0,780
Arapuá	2.775	173	16,02	1.031	190208S, 460908W	27.703	9.994	373	1	36	1	0,776
Araxá	93.672	1.165	80,41	973	193536S, 465627W	1.804.568	19.262	405	359	1.990	8	0,799
Cachoeira Dourada	2.505	203	12,34	469	183100S, 493003W	39.386	15.717	84	5	15	1	0,753
Campina Verde	19.324	3.663	5,26	494	193203S, 492858W	192.536	9.984	1.861	53	272	4	0,795
Campo Florido	6.870	1.262	5,44	570	194542S, 483418W	218.807	31.850	379	8	63	2	0,758
Campos Altos	14.206	719	19,77	1.050	194150S, 461008W	124.474	8.758	549	38	219	2	0,786
Canápolis	11.365	845	13,44	662	184324S, 491202W	237.973	20.954	275	18	143	2	0,755
Capinópolis	15.290	621	24,63	564	184059S, 493412W	199.125	13.017	288	33	248	2	0,766
Carmo do Paranaíba	29.735	1.307	22,76	1.061	190000S, 461833W	273.912	9.207	1.336	102	734	4	0,792
Carneirinho	9.471	2.061	4,59	470	194151S, 504108W	115.211	12.170	714	33	189	1	0,763
Cascalho Rico	2.857	368	7,76	709	183447S, 475236W	27.926	9.775	291	7	22	1	0,788
Centralina	10.266	322	31,89	531	183517S, 491150W	83.780	8.158	216	19	176	2	0,750
Comendador Gomes	2.972	1.043	2,85	557	194134S, 490500W	67.668	22.769	369	5	35	1	0,795
Conceição das Alagoas	23.043	1.348	17,10	509	195513S, 482247W	362.080	15.705	298	56	387	3	0,767
Conquista	6.526	616	10,60	673	195611S, 473238W	93.946	14.393	300	29	132	2	0,779
Coromandel	27.547	3.296	8,36	976	182846S, 471151W	378.561	13.740	1.706	113	629	4	0,786
Cruzeiro da Fortaleza	3.934	186	21,15	859	185649S, 464027W	31.986	8.131	189	4	77	1	0,795
Delfinópolis	6.830	1.375	4,97	689	202041S, 465115W	69.626	10.194	483	13	114	1	0,752
Delta	8.089	104	77,95	500	195830S, 474630W	174.426	21.515	94	25	110	1	0,750
Douradoquara	1.841	313	5,88	714	182552S, 473627W	15.121	8.213	241	4	22	1	0,776

Mesor/Micror/Município	Pop.(2010)	Área km²	Hab/Km²	Altitude	Coordenadas	PIB (mil R\$)	Renda p/capita R\$	Agr	Ind	Com	Bancos	IDH
Estrela do Sul	7.446	820	9,09	765	184442S, 474125W	76.355	10.239	492	17	77	1	0,747
Fronteira	14.041	199	70,59	458	201712S, 491213W	832.790	59.286	141	19	257	2	0,794
Frutal	53.468	2.430	22,01	516	200150S, 485548W	585.798	10.955	1.574	170	1.090	6	0,803
Grupiara	1.373	193	7,11	613	182943S, 474324W	13.722	9.994	104	6	16	1	0,774
Guimarânia	7.265	371	19,65	912	185037S, 464736W	55.960	7.676	492	32	110	1	0,776
Gurinhata	6.137	1.844	3,33	543	191236S, 494701W	66.406	10.821	1.014	21	69	1	0,758
Ibiá	23.218	2.708	8,59	895	192922S, 463250W	397.945	17.105	528	59	374	4	0,797
Indianópolis	6.190	834	7,41	809	190232S, 475501W	295.304	47.776	422	7	40	1	0,764
Ipiacu	4.107	470	8,74	452	184135S, 495638W	40.025	9.748	157	8	105	1	0,764
Iraí de Minas	6.467	358	18,45	951	185911S, 472744W	66.190	10.021	613	29	299	1	0,799
Itapagipe	13.656	1.795	7,62	420	195411S, 492203W	196.782	14.396	1.336	42	212	1	0,788
Ituiutaba	97.171	2.587	37,56	605	185831S, 492737W	1.222.491	12.582	1.459	310	1.899	8	0,818
Iturama	34.456	1.401	24,58	453	194337S, 501151W	498.932	14.487	528	96	788	5	0,802
Lagoa Formosa	17.161	845	20,28	902	184630S, 462430W	116.557	6.802	1.666	61	262	1	0,750
Limeira do Oeste	6.890	1.318	5,23	428	193309S, 503439W	101.859	14.784	744	16	96	1	0,751
Matutina	3.761	260	14,47	1.060	191318S, 455805W	32.174	8.550	330	9	54	1	0,766
Medeiros	3.444	939	3,67	922	195942S, 461323W	39.811	11.560	587	1	36	1	0,792
Monte Alegre de Minas	19.619	2.593	7,56	730	185212S, 485230W	220.022	11.216	1.486	50	430	3	0,759
Monte Carmelo	45.772	1.354	33,82	870	184351S, 472950W	571.747	12.484	1.391	239	1.304	5	0,768
Nova Ponte	12.812	1.106	11,59	791	191009S, 474013W	467.149	36.431	358	42	228	2	0,803
Patos de Minas	138.710	3.189	43,54	815	183533S, 463100W	1.419.730	10.226	3.135	664	3.409	9	0,813
Patrocínio	82.471	2.867	28,79	972	185627S, 465938W	916.168	11.100	2.725	313	1.803	7	0,799
Pedrinópolis	3.490	358	9,75	830	191344S, 472748W	51.868	14.862	161	7	66	1	0,789
Perdizes	14.404	2.450	5,87	1.000	192105S, 471744W	283.522	19.701	1.086	62	214	2	0,777
Pirajuba	4.656	332	14,05	534	195432S, 484201W	111.859	23.983	53	7	65	1	0,786
Planura	10.384	318	32,68	492	200822S, 484216W	310.884	29.913	75	12	160	1	0,779

Mesor/Micror/Município	Pop.(2010)	Área km²	Hab/Km²	Altitude	Coordenadas	PIB (mil R\$)	Renda p/capita R\$	Agr	Ind	Com	Bancos	IDH
Prata	25.802	<u>4.857</u>	5,31	631	191832S, 485535W	306.048	11.860	1.487	58	520	5	0,769
Pratinha	3.265	619	5,31	1.150	194507S, 462301W	37.001	11.264	554	5	46	1	0,774
Rio Paranaíba	11.885	1.353	8,79	1.067	191144S, 461424W	245.839	20.662	1.262	33	174	2	0,755
Romaria	3.596	402	8,96	958	185306S, 473505W	68.433	19.004	175	8	42	1	0,775
Sacramento	23.896	3.071	7,78	832	195201S, 472642W	393.164	16.464	976	141	439	4	0,797
Santa Juliana	11.337	727	15,60	907	191840S, 473153W	184.812	16.293	337	24	174	1	0,786
Santa Rosa da Serra	3.224	296	10,89	1.000	193138S, 455754W	24.472	7.591	494	3	30	1	0,745
Santa Vitória	18.138	3.003	6,05	498	185044S, 500727W	162.659	8.958	963	67	308	3	0,760
São Francisco de Sales	5.776	1.129	5,14	440	195141S, 494608W	54.350	9.371	298	38	125	1	0,771
São Gotardo	31.819	854	37,24	1.055	191858S, 460252W	305.450	9.603	825	87	597	5	0,807
São João Batista do Glória	6.887	553	12,46	730	203806S, 463026W	329.223	46.259	236	56	111	1	0,770
São Roque de Minas	6.686	2.101	3,18	850	201451S, 462200W	68.702	10.276	778	13	111	1	0,766
Serra do Salitre	10.549	1.298	8,12	<u>1.220</u>	190643S, 464108W	122.165	11.590	839	34	196	2	0,745
Tapira	4.112	1.180	3,48	1.091	195526S, 464919W	157.982	38.513	272	13	58	1	0,780
Tapiraí	1.873	412	4,55	673	195315S, 460111W	27.264	14.556	298	2	8	1	0,739
Tiros	6.906	2.093	3,30	1.032	190015S, 455746W	75.961	10.999	1.016	15	114	1	0,755
Tupaciguara	24.188	1.826	13,24	860	183559S, 484147W	239.871	9.918	601	107	1.277	4	0,780
Uberaba	295.988	4.512	65,60	823	194500S, 475600W	5.427.678	18.337	1.093	1.370	6.185	30	<u>0,834</u>
Uberlândia	<u>604.013</u>	4.116	<u>145,84</u>	863	185513S, 481642W	<u>12.483.820</u>	20.796	1.837	<u>2.133</u>	<u>12.911</u>	<u>51</u>	0,830
União de Minas	4.418	1.151	3,84	521	193142S, 502006W	67.719	15.307	483	5	52	1	0,716
Vargem Bonita	2.163	409	5,29	768	201941S, 462214W	19.057	8.810	220	10	24	1	0,760
Veríssimo	3.483	1.029	3,37	674	193959S, 481828W	55.374	15.976	516	10	20	1	0,776
TOTAL	2.172.365	96.334	22,55	752	Oeste de MG	37.524.041	17.300	51.029	7.972	44.926	242	0,807

Fonte IBGE - População (2010), Área, Altitude, PIB (2007), Estabelecimentos Agrícolas, Industriais e Comerciais (2007), Bancos (2007).
Fonte PNUD - IDH (2000).

2.2 Atividades Econômicas Principais

A área de estudo possui um Produto Interno Bruto (PIB) de R\$ 37.011.590.000,00 (2º lugar de Minas Gerais, atrás da Região Metropolitana de Belo Horizonte). Três municípios são responsáveis por mais da metade do PIB regional (Uberlândia, Uberaba e Araguari), que juntos somam mais de 50% do PIB da mesorregião. A mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba participa com 16,57% do PIB estadual e com 1,74% do PIB nacional.

As principais atividades econômicas desenvolvidas na área de estudo estão ligadas à pecuária (leite, cria, recria e engorda) e agricultura (produção de grãos, açúcar e álcool), equivalente a três quartos da produção de cana-de-açúcar e álcool do estado. As indústrias principais são: alimentícia, cigarros, cerâmica, fertilizantes, processamento de madeira e metalúrgica. A mineração, a silvicultura e comércio atacadista também merecem destaque na região.

O comércio atacadista tem grande importância para a região, as maiores empresas nacionais do ramo estão localizadas em Uberlândia, como a Martins, União, Peixoto e Arcom. O comércio varejista é o que apresenta maior percentual de pessoal ocupado, as lojas que possuem o maior número de unidades na área estudada são: Ricardo Eletro, Magazine Luiza, Ponto Frio, Casas Bahia, Eletrosom e Eletrozema (OLIVEIRA, 2008).

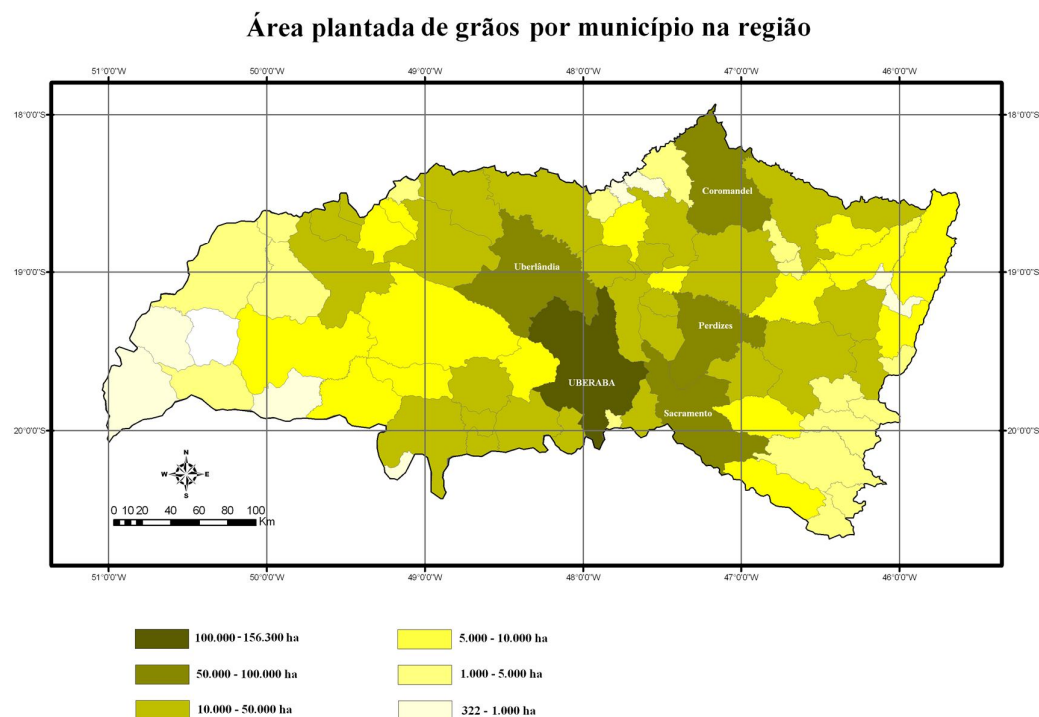
As usinas de açúcar e álcool estão cada vez mais se expandindo nos municípios da região. O plantio de cana-de-açúcar vem substituindo as áreas de plantio da soja e também áreas de pastagens degradadas, por serem mais viáveis economicamente. A mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba

desempenha um importante papel no desenvolvimento econômico e social de Minas Gerais, no entanto, a performance do desenvolvimento não reflete como um todo em cada uma de suas sete microrregiões e de seus 66 municípios.

A estrutura econômica do Alto Paranaíba é centrada na atividade agropecuária, e a do Triângulo Mineiro é mais diversificada, com destaque para as agroindústrias. Já na região do entorno da serra da Canastra, o turismo é a principal atividade econômica, sobretudo no Parque Nacional da Serra da Canastra, o plantio de café e a pecuária leiteira para produção de queijo também merecem destaque. Os principais produtos agropecuários da área de estudo são:

Grãos

A região é considerada um pólo na produção de grãos, com destaque para a soja, milho, feijão, sorgo e trigo. As principais regiões de cultivo destes produtos localizam-se no eixo Uberaba-Uberlândia-Araguari, Alto Paranaíba, vale do rio Grande e proximidades de Ituiutaba e Capinópolis.



Mapa 9: Elaboração e organização: Giuliano Novais.

A produção de grãos se concentra no município de Uberaba, de acordo com o IBGE (2007), são mais de 150 mil hectares cultivados, principalmente de soja e milho, onde o município é o maior produtor da região. Os outros municípios de destaque são: Uberlândia, Sacramento, Perdizes e Coromandel com mais de 50 mil hectares cultivados. Vale ressaltar que o município de Rio Paranaíba (Foto 19), no leste da região é o maior produtor de trigo com 3.750 ha de área plantada (IBGE, 2007), graças as altitudes locais (acima de 1.000 metros) que favorecem um microclima mais adequado para a cultura.



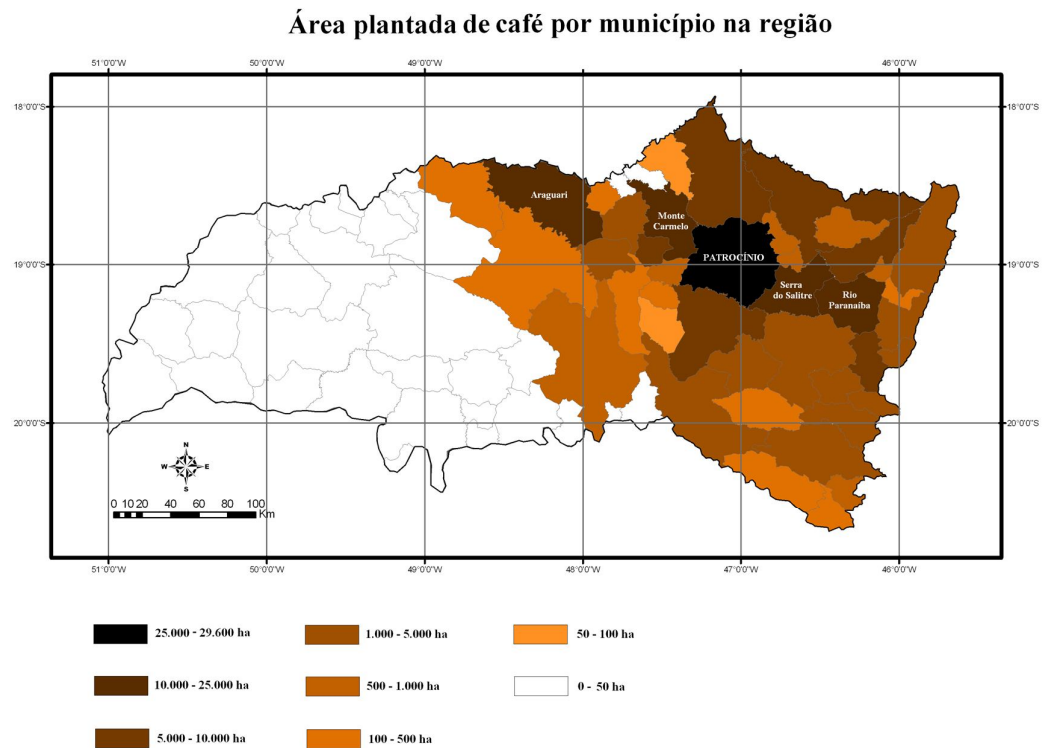
Autor: Giuliano Novais (Ago/2010).

Foto 19: Lavoura de trigo em Rio Paranaíba.

Café

Segundo Assunção (2002), a introdução da cafeicultura na região dos cerrados foi feita com o Plano de Renovação e Revigoração de Cafezais (PRRC), implementado a partir de 1969-70, o qual além de incentivar a modernização da cafeicultura nacional passou a destinar recursos para o plantio de áreas novas, com clima adequado (sem o risco de geadas severas), segundo um zoneamento agroclimático concluído em fins de 1972 que reconheceu na região áreas aptas à cafeicultura. Hoje a região é responsável pela maior produção do Estado de Minas Gerais. Além desta grande produção o Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba é reconhecido internacionalmente pela alta qualidade e sabor de seu café, o conhecido “Café do Cerrado”.

As principais regiões de cultivo do produto estão no Alto Paranaíba (Foto 20), mas o município de Araguari também merece destaque por sua extensa área plantada.



Mapa 10: Elaboração e organização: Giuliano Novais.

Patrocínio tem a maior área de plantio de café da região, 29.600 ha (IBGE, 2007), seguido por Monte Carmelo, Rio Paranaíba, Araguari e Serra do Salitre, todos com mais de 10 mil hectares.

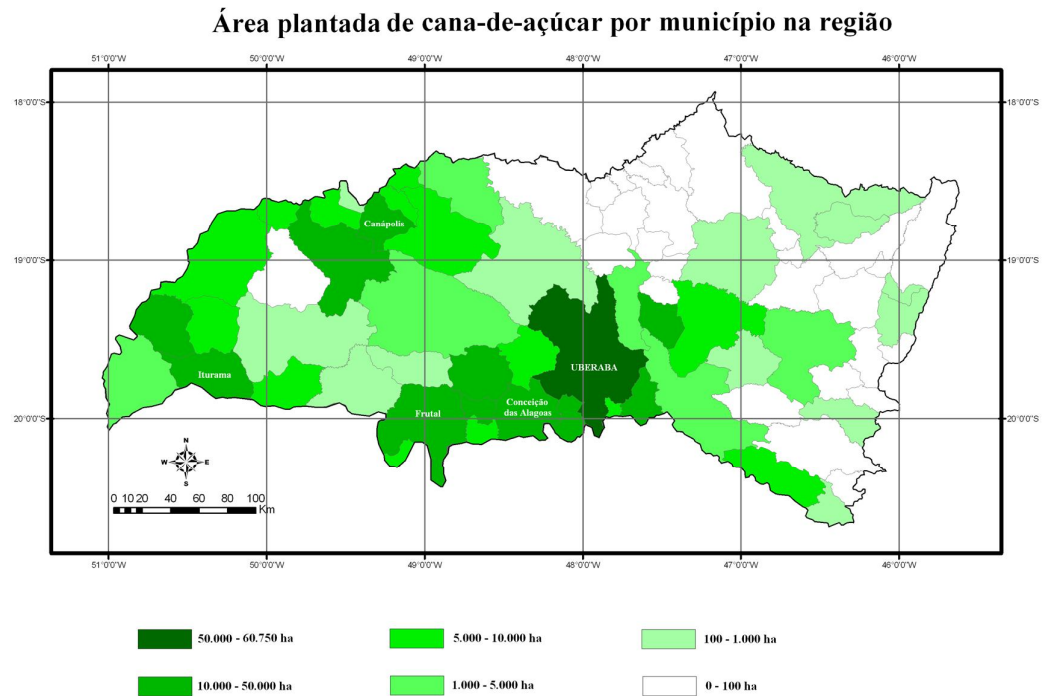


Autor: Giuliano Novais (Ago/2010).

Foto 20: Cafezal em Carmo do Paranaíba.

Cana-de-açúcar

Para atender a grande demanda de exportação de álcool, o cultivo e a produtividade da cana têm gerado muitos investimentos neste setor, o que leva vários agricultores a se interessarem pelo cultivo de cana. De acordo com o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2007), no período de 2005 a 2006 ocorreu uma expansão das lavouras de cana, onde já estão concentradas as áreas de plantio de cana, com concentração na mesorregião do Triângulo Mineiro /Alto Paranaíba, principalmente nas microrregiões de Frutal, Uberaba e Ituiutaba. Estavam em operação no Triângulo Mineiro na safra de 2006/2007 26 usinas de açúcar e álcool (MINAS GERAIS, 2010).



Mapa 11: Elaboração e organização: Giuliano Novais.

A maior área plantada de cana-de-açúcar na região está no município de Uberaba, com mais de 60 mil hectares, seguido por Conceição das Alagoas (Foto 21), Frutal, Canápolis e Iturama.

A cultura da cana prefere um clima mais quente e úmido, por isso a ausência deste cultivo nas regiões mais frias do Alto Paranaíba e serra da Canastra.

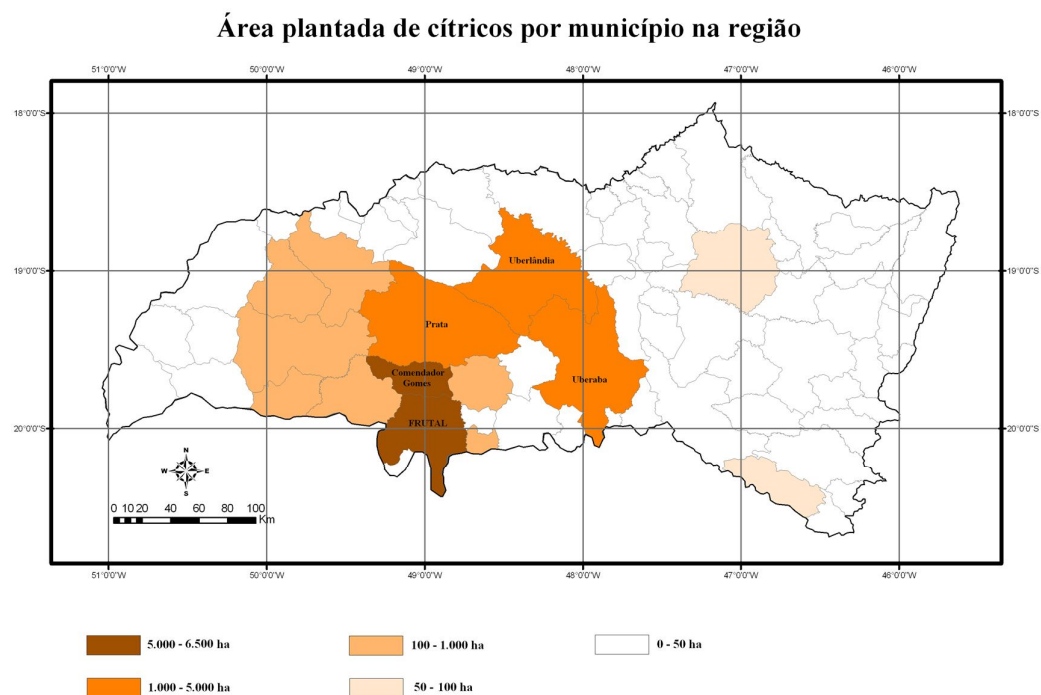


Autor: Giuliano Novais (Ago/2010).

Foto 21: Colheita Mecanizada de Cana-de-açúcar em Conceição das Alagoas.

Frutas cítricas

A produção de frutas cítricas, principalmente laranja, limão e tangerina concentra-se, sobretudo, nos municípios de Frutal (Foto 22) e Comendador Gomes com aproximadamente 6.500 hectares. Vale ressaltar as grandes plantações em Prata (3.150 Ha), com a presença da Cutrale, Uberlândia (2.500 Ha) e Uberaba (1.700 Ha).



Mapa 12: Elaboração e organização: Giuliano Novais.

É observada a ausência desta lavoura no Alto Paranaíba e entorno da serra da Canastra, os cítricos preferem regiões com clima mais quente, onde a produção e produtividade são maiores.

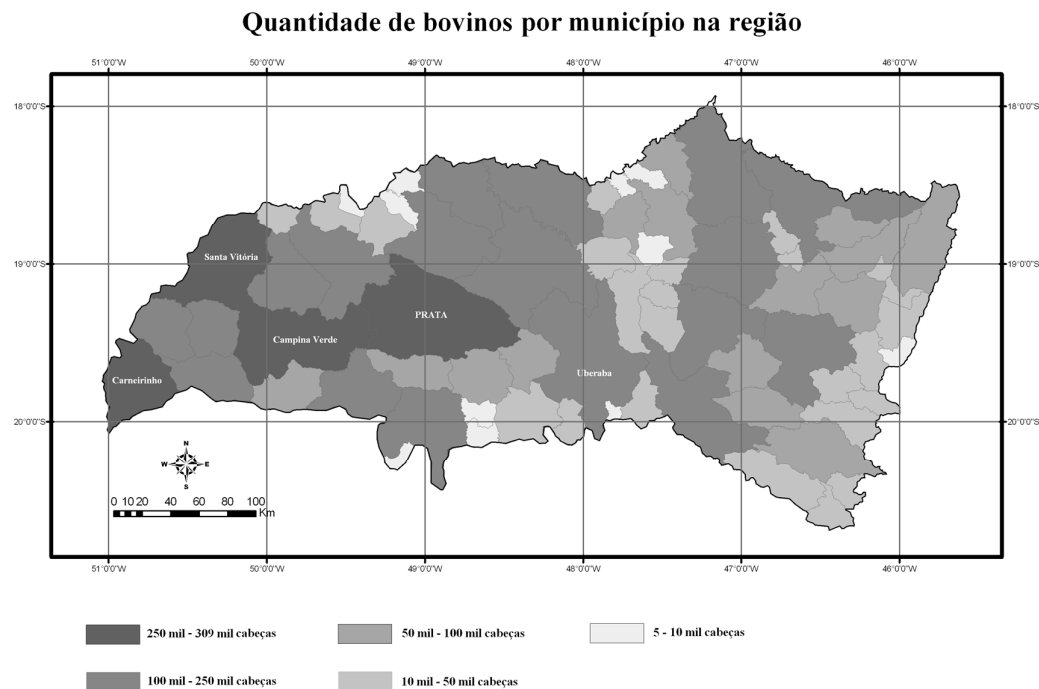


Autor: Giuliano Novais (Ago/2010).

Foto 22: Plantação de laranja em Frutal.

Bovinocultura

A maior parte da área de estudo é ocupada por pastagens (Foto 23). Apesar do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba ser a maior área de criação de gado bovino de corte e leiteiro do Estado, e um dos maiores do país, as pastagens estão se tornando um caminho natural para a expansão de canaviais, que já dominam várias áreas no País que anteriormente eram tomadas pela pecuária.



Mapa 13: Elaboração e organização: Giuliano Novais.

Os maiores municípios criadores de gado bovino na região são respectivamente: Prata, Campina Verde, Santa Vitória, Carneirinho e Uberaba, todos com mais de 250 mil cabeças.



Autor: Giuliano Novais (Ago/2010).

Foto 23: Pecuária extensiva em Uberaba.

Hortaliças

A produção de hortaliças também merece destaque na região, como a batata, tomate, alho e cenoura. Conforme o Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA, 2007), se destacam o crescimento da bataticultura (Foto 24) nos municípios de Araguari, Araxá, Serra do Salitre, Perdizes e São Gotardo.



Autor: Giuliano Novais (Ago/2010).

Foto 24: Lavoura de batata irrigada em Araguari.

Silvicultura

CUNHA e BRITO (2005) mapearam o setor de silvicultura do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba e concluíram que as áreas diminuíram consideravelmente entre os anos de 1994 e 2005, principalmente nas áreas das chapadas, que são consideradas boas para culturas de grãos, com exceção o município de Prata, onde a silvicultura de seringueira cresce a um ritmo acelerado. Na área de estudo estas culturas se concentram nos municípios de Prata, Romaria, Monte Carmelo, Nova Ponte e em Medeiros (Fotos 25 e 26).



Autor: Giuliano Novais (Nov/2006).

Foto 25: Interior de um reflorestamento de pinus em Prata.



Autor: Giuliano Novais (Ago/2010).

Foto 26: Reflorestamento de eucalipto em Medeiros.

Análises correlativas da produção agropecuária com o clima

A produção agropecuária na área de estudo merece destaque nacional. A região do Triângulo Mineiro possui um clima ideal, com temperaturas mais elevadas para o cultivo de cana-de-açúcar, soja, milho e frutas cítricas. Já no Alto Paranaíba o clima mais ameno propicia o cultivo de um dos melhores cafés do Brasil, e também de trigo e milho.

Na época da seca, a irrigação das plantações é mantida pelos rios perenes que cortam a região que apesar de estarem a níveis mais baixos não secam por completamente. “A terra é barata onde não tem água, no Triângulo não tem esse problema.” (Washington Luiz Assunção).

CAPÍTULO 3 – CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA

3.1 Sistemas atmosféricos que afetam o tempo em Minas Gerais

Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS)

A climatologia da precipitação sobre os trópicos e subtrópicos da América do Sul apresenta um ciclo anual irregular. A atividade convectiva começa no oeste da bacia Amazônica, no início de agosto, e marcha nos meses subsequentes em direção ao sudeste do Brasil (CAVALCANTI et al, 2009).

O início da estação chuvosa sobre boa parte do Centro-Oeste e Sudeste do Brasil ocorre, em média, na segunda quinzena de outubro. O pico da estação chuvosa, isto é, quando as chuvas mais intensas e frequentes acontecem, ocorre sobre o Centro-Oeste e Sudeste do Brasil entre dezembro e fevereiro. Em meados de março e começo de abril, a atividade convectiva profunda se enfraquece sobre a região tropical (CAVALCANTI et al, 2009)..

Acompanhando o ciclo anual da chuva, observa-se uma das característica mais marcantes do clima tropical da América do Sul durante o verão, a presença de uma banda de nebulosidade e chuvas com orientação noroeste-sudeste, que se estende desde a Amazônia até o Sudeste brasileiro e, frequentemente, sobre o oceano Atlântico Subtropical. Essa característica climatológica, que se associa a um escoamento convergente de umidade na baixa troposfera, convencionou-se chamar de Zona de Convergência do Atlântico Sul (CAVALCANTI et al, 2009).

Embora tais características sejam observadas em todos os verões, importantes variações ocorrem na organização espacial, na intensidade das chuvas e na circulação. São essas variações muitas vezes responsáveis pela ocorrência de eventos severos, alagamentos e deslizamentos de terra. Por outro lado, a ausência ou a supressão das chuvas e a descaracterização desse sistema podem representar longos períodos de seca ou má distribuição das chuvas sobre grandes regiões do território brasileiro. A ZCAS é o limite em direção ao pólo da massa de ar úmido de origem tropical ou monçônica associada a um grande gradiente de umidade em baixos níveis (CAVALCANTI et al, 2009).

Imagens de satélite frequentemente mostram que a atividade convectiva da ZCAS pode estender-se da Amazônia até o oceano Atlântico Subtropical, enquanto em outras situações a ZCAS estende-se apenas até a região Sudeste do Brasil. A persistência da ZCAS também parece depender de fatores atuantes em diversas escalas espaço-temporais. Fases quentes do El Niño-Oscilação Sul (ENOS) parecem favorecer a persistência da ZCAS oceânica em mais quatro dias, em oposição às fases neutras e frias. A persistência da atividade convectiva sobre o oceano parece ser favorecida quando o jato subtropical de altos níveis encontra-se deslocado em direção ao oeste do oceano Atlântico Sul com respeito à sua posição climatológica (CAVALCANTI et al, 2009).

Uma das características marcantes da ZCAS é sua rica variabilidade em diferentes escalas de tempo. Em escala sinótica, nota-se que a incursão de frentes frias sobre a Argentina e o Sul do Brasil até latitudes mais baixas é

acompanhada de um reforço da atividade convectiva no oeste-sudoeste da Amazônia, estendendo-se sobre a ZCAS (CAVALCANTI et al, 2009).

Jatos de Altos Níveis (Jato Subtropical - JST)

Muito tempo atrás, observações relacionadas ao comportamento dos topos superiores das nuvens cirros já indicavam a existência de ventos fortes na alta troposfera com direção leste.

A corrente de jato define-se como uma corrente de ar em forma de um estreito cano ou conduto, quase horizontal, geralmente próximo da tropopausa, cujo eixo localiza-se ao longo de uma linha de velocidade máxima e de fortes cisalhamentos horizontais e verticais (CAVALCANTI et al, 2009).

O JST, Jato Subtropical, é relativamente constante em sua posição em determinada estação do ano. Aparece geralmente acima dos 13.000 metros de altitude, na faixa de latitude que vai desde 20° a 40°S (CAVALCANTI et al, 2009).

Durante o inverno, as frentes frias atingem latitudes mais baixas, dessa maneira o JST acompanha o deslocamento desses sistemas associado ao JP (Jato Polar). Durante o verão, o JST fica restrito a latitudes mais altas.

Frentes Frias

As frentes frias afetam o tempo sobre o Estado de Minas Gerais durante praticamente todo o ano, mais intensamente durante os meses de inverno onde

são acompanhadas de massas de ar de latitudes altas que, muitas vezes, causam geadas.

Quando as frentes frias avançam para o norte (em direção ao Equador), durante a estação de verão, algumas vezes elas interagem com o ar úmido e quente tropical, produzindo convecção profunda e organizada e chuvas fortes sobre o continente, causando excessiva precipitação e inundações, deslizamento de encostas, além de ventos fortes e granizo. Durante o verão, as frentes frias frequentemente se posicionam ao longo da costa do Brasil, entre São Paulo e a Bahia, na região da posição climatológica da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), originando períodos prolongados de chuva forte (CAVALCANTI et al, 2009).

Um método objetivo para determinar a passagem de um sistema frontal frio é baseado em variação de Pressão ao Nível do Mar, variação de temperatura em 925 hPa e força e sentido do vento em 925 hPa, além de provocarem precipitação, principalmente nos meses chuvosos e aumento de nebulosidade nos meses secos. O número médio de passagens de frentes frias sobre o Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba é de 15 por ano, sendo que na região da Serra da Canastra pode chegar a 20 (CAVALCANTI et al, 2009).

Complexos Convectivos de Mesoescala (CCMs)

Uma característica marcante da convecção é sua organização em diversas escalas espaciais. Observam-se desde células isoladas, de poucas centenas de metros, até grandes aglomerados convectivos, de milhares de quilômetros, com ciclos de vida da ordem de dias e compostos por diferentes

tipos de nuvens (MACHADO, 1997). Os critérios originais de classificação desses sistemas, definidos por Maddox (1980), levam em conta o tamanho, a forma e o tempo de vida. Quanto ao tamanho o sistema deve apresentar a cobertura de nuvens com área de 100.000 km². No que diz respeito a forma, o sistema deve ter formato circular e o tempo de vida é caracterizado quando a condição descrita na classificação do tamanho ocorre por mais de seis horas.

A gênese ocorre geralmente no final da tarde e início da noite, quando as primeiras células convectivas se desenvolvem em uma região com condições favoráveis à convecção. Nesse estágio, os efeitos de escalas locais, tais como a topografia e fonte de calor localizada, podem exercer importante papel. Durante a noite, horário em que a atmosfera em baixos níveis encontra-se mais estável, o fluxo de calor e umidade proveniente da região amazônica passa a fornecer condições necessárias para que esses sistemas cresçam (MACHADO, 1997).

A maior parte dos CCMs que ocorrem na faixa de 15° e 30°S tem um ciclo de vida típico, com início a noite ou de madrugada, chegando a sua máxima extensão durante a manhã e dissipando-se por volta do meio-dia.

3.2 Massas de ar que atuam na região

A conceituação de uma *massa de ar* é geralmente imprecisa devido, principalmente, à dificuldade de se conceber a atmosfera dividida em espaços independentes. Todavia, tendo em vista a necessidade de compreendê-la melhor e trabalhá-la didaticamente, várias definições foram propostas para as massas de ar, que é uma unidade aerológica, ou seja, uma porção da

atmosfera, de extensão considerável, que possui características térmicas e higrométricas homogêneas. A extensão das massas de ar, seja na dimensão horizontal ou vertical, pode variar de algumas centenas a alguns milhares de quilômetros (MENDONÇA, 2007).

Para sua formação, a massa de ar requer três condições básicas: superfície com considerável planura e extensão, baixa altitude e homogeneidade quanto às características superficiais. Assim, ela somente se forma sobre os oceanos, mares e planícies continentais. Na maioria das vezes, as massas de ar originam-se nos lugares onde as circulações são mais lentas e as situações atmosféricas, mais estáveis, como nas regiões das altas pressões subtropicais e polares (MENDONÇA, 2007).

Ao se deslocarem de suas regiões de origem, das quais adquirem as características termohigrométricas principais, as massas de ar influenciam as regiões por onde passam, trazendo para essas áreas novas condições de temperatura e umidade e sendo, ao mesmo tempo, por elas influenciadas. A Massa de Ar Polar Atlântica (MPA), por exemplo, é fria e seca na Patagônia, sua região de origem; porém, ao atingir o litoral brasileiro encontra-se bem mais aquecida e torna-se úmida. Ao mesmo tempo em que provoca queda nas temperaturas no Brasil, ela aquece por causa da maior radiação das baixas latitudes e adquire considerável umidade ao se deslocar-se sobre as águas mais aquecidas do Atlântico subtropical e tropical. Assim, a movimentação de uma massa de ar é marcada por uma alteração permanente de suas características, o que ressalta o dinamismo da atmosfera na sua interação com a superfície a partir do movimento do ar (MENDONÇA, 2007).

Uma massa de ar que possui as características principais de sua área de formação, que ainda não sofreu modificação expressiva de suas condições originais, é chamada massa de ar primária, enquanto aquela que apresenta modificação significativa com resultado da influência das condições superficiais das novas áreas por onde passa é secundária. Na Patagônia, a MPA é, por exemplo, uma massa primária, e ao deslocar-se sobre o litoral brasileiro torna-se uma massa secundária (MENDONÇA, 2007).

A temperatura e a umidade são as duas principais características de uma massa de ar. A posição zonal da área de origem de uma massa de ar define sua condição térmica. Assim, as massas originadas nas baixas latitudes são quentes; nas médias latitudes são frias e, nas altas latitudes, glaciais.

O teor de umidade de uma massa de ar está na dependência da natureza da superfície onde ela se origina, ou seja, uma massa de ar será úmida quando se formar sobre regiões marítimas ou oceânicas (de latitudes baixas e médias) e seca, sobre regiões continentais. Um caso particular, todavia, é a Massa de Ar Equatorial Continental (MEC), que se origina na região Amazônica e é úmida mesmo formando-se sobre o continente, pois sua superfície é farta e caudalosa em termos de rede de drenagem e coberta por uma exuberante e densa floresta, recebendo um elevadíssimo aporte da umidade superficial por evapotranspiração e pela ação dos ventos de leste, que trazem umidade oceânica (MENDONÇA, 2007)..

A dinâmica atmosférica da América do Sul, devido, principalmente, à sazonalidade da radiação, à considerável extensão latitudinal do continente e ao afunilamento deste com o aumento da latitude, além da configuração do relevo, é marcada não somente pela atuação de massas de ar equatoriais,

tropicais e polares. Dentro de cada uma dessas faixas ou zonas, a dinâmica do ar é fortemente marcada, não somente pela atuação das massas de ar que dentro delas se originam, mas também pela sua interação com massas oriundas de outras zonas e pelos fenômenos correlacionados e/ou derivados dessa interação (MENDONÇA, 2007).

Consoante com essas características do aspecto geográfico da América do Sul observa-se na região uma pequena quantidade de massas de ar de origem continental; predominam as de origem oceânica, que propiciam ao continente a formação de ambientes climáticos com considerável umidade. Devido à dinâmica atmosférica associada ao relevo, paisagens semiáridas e até mesmo desérticas formam-se sobre o subcontinente sulamericano (MENDONÇA, 2007).

De maneira geral pode-se distinguir quatro grupos de massas de ar de grande extensão que, ao interagirem com outras, de regiões diferentes, comandam a dinâmica atmosférica e dão origem aos tipos de tempo no Estado de Minas Gerais (Figura 1).

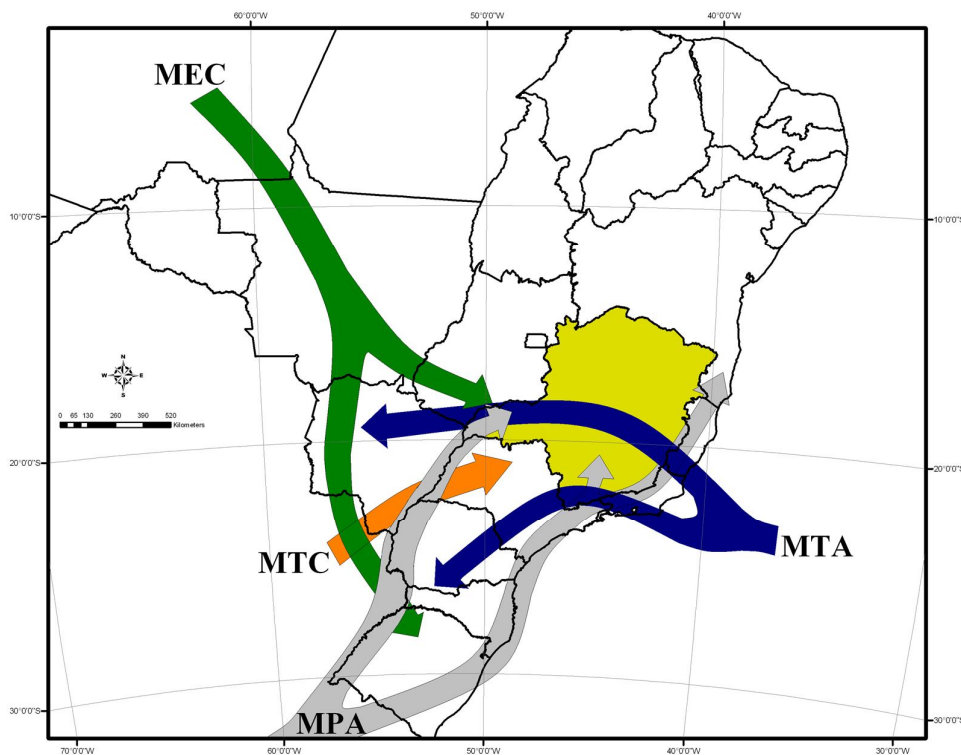


Figura 1: Massas de ar que atuam no Estado de Minas Gerais. Autor: Giuliano Novais.

Massa de Ar Tropical Atlântica (MTA)

É a principal massa de ar da dinâmica atmosfera de Minas Gerais, onde desempenha considerável influência na definição dos tipos climáticos. Origina-se no centro de altas pressões subtropicais do Atlântico e possui, portanto, características de temperatura e umidade elevadas. Sua mais expressiva atuação nos climas do Brasil, por meio de correntes de leste e de nordeste, e ocorre no verão, quando atraída pelas relativas baixas pressões que se formam sobre o continente traz para a atmosfera bastante umidade e calor, reforçando as características da tropicalidade climática. Ela atua, todavia, durante o ano todo nos climas do Brasil, principalmente na porção litorânea, onde, devido à

orografia, provoca considerável precipitação, sendo mais expressiva no verão (NETO, 2009).

Particularmente o anticiclone do Atlântico Sul destaca-se sobre o papel que desempenha sobre o clima. Sua presença no litoral da Bahia, no inverno, é o principal mecanismo a justificar a estação seca em Minas Gerais, onde os ventos de nordeste percorrem centenas de quilômetros pelo continente antes de chegar ao Estado. Neste trajeto, recebe aumento de temperatura e diminuição da umidade, pelas trocas térmicas entre a superfície e o ar da baixa troposfera (Massa Tropical Atlântica Continentalizada - MTAC). Por outro lado, no verão, localizando-se sobre o oceano Atlântico Sul (Figura 2), induz uma circulação nos quadrantes norte e leste, com a conseqüente invasão do ar quente e úmido, principal responsável pelas chuvas de verão no centro-leste do Estado, especialmente quando aquela massa de ar encontra-se com a massa fria polar oriunda do sul (NETO, 2009).

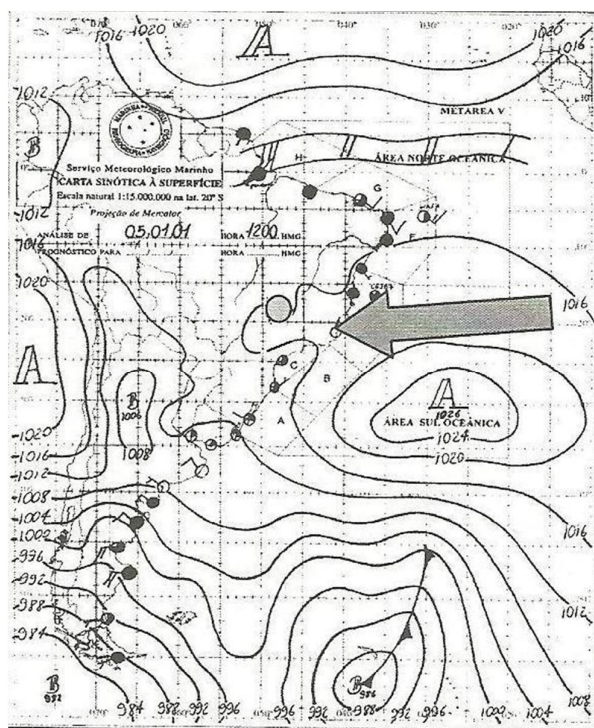


Figura 2: Carta sinótica da ação da massa TA. Fonte: Serviço Meteorológico Marinho, 2001.

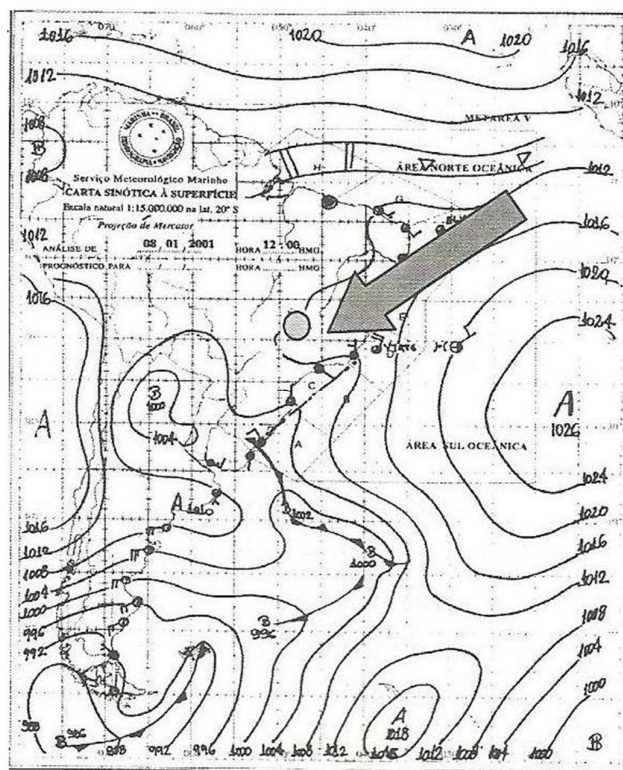


Figura 3: Carta sinótica da ação da massa TAC. Fonte: S. Meteorológico Marinho, 2001

Massa Tropical Continental (MTC)

Evidencia-se como um bolsão de ar de características próprias, que se desloca e consegue interagir com o ar de outras localidades (Figura 3). Forma-se na região central da América do Sul (depressão do Chaco), no final do inverno e início de primavera, antes de começar a estação chuvosa. Assim, sobre a área forma-se uma condição de divergência atmosférica, que dá origem a uma massa de ar quente e seca, apresentando baixas pressões resultantes do sistema pré-frontal (momentos que antecedem a entrada de uma frente fria) e trazem para a região um aquecimento bastante acentuado, resultando nos dias mais quentes e abafados (NETO, 2009).

Durante as outras estações do ano, de maneira geral, a depressão do Chaco atua como uma área de atração de massas de ar de outras regiões, cujos centros de ação apresentam-se mais intensos do que aquele de sua origem. Dessa forma, a região é facilmente dominada pelo ar polar, no inverno, e pelo ar quente e úmido do Equador, no verão (MENDONÇA, 2007).

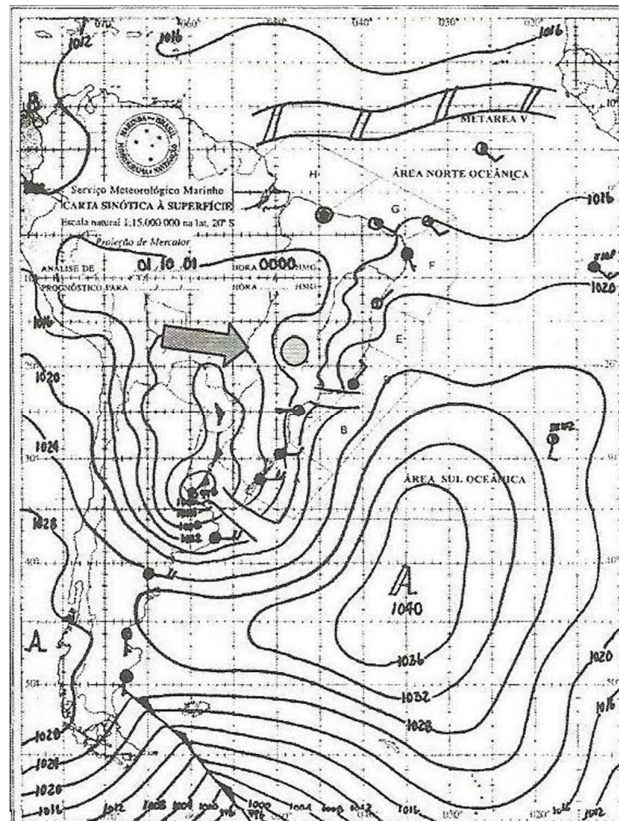


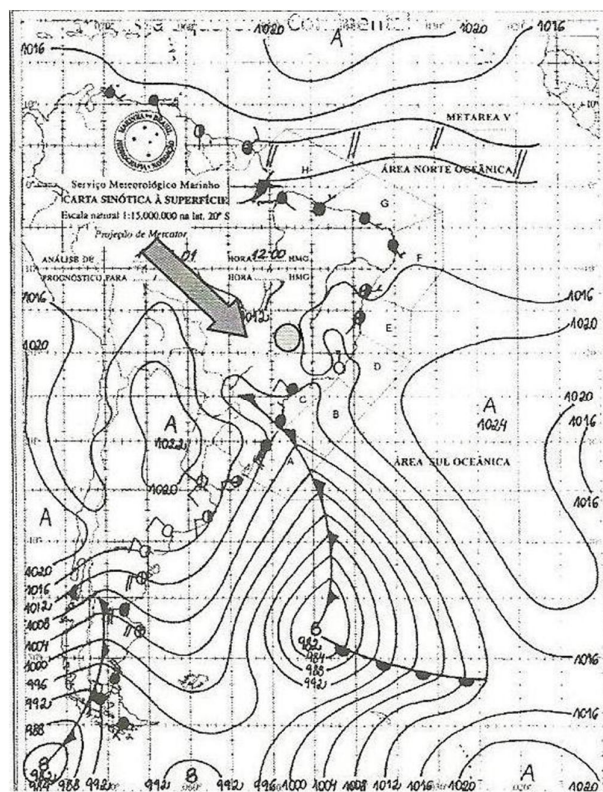
Figura 4: Carta sinótica da ação da massa TC. Fonte: S. Meteorológico Marinho, 2001

Massa de Ar Equatorial Continental (MEC)

A célula de divergência dos alísios, ou doldrums, localiza-se na porção centro-ocidental da planície Amazônica e produz uma massa de ar cujas características principais são a elevada temperatura, proximidade da linha do

Equador e umidade. A massa de ar que ali se origina apresenta um aspecto singular dentre as massas de ar continentais: é úmida.

A atuação máxima desta massa de ar dá-se principalmente durante a estação de verão austral (Figura 3), época em que o ar quente e úmido equatorial continental influencia a atmosfera de toda a porção interiorana da América do Sul, pois se desloca por meio de linhas de instabilidade atraídas pela convergência do Atlântico Sul e nesta trajetória, de noroeste para sudeste, atinge o oeste de Minas Gerais chegando até ao Rio Grande do Sul (MENDONÇA, 2007).



Massa Polar Atlântica (MPA)

O acúmulo de ar polar no extremo sul da América do Sul, na altura da Patagônia, dá origem a esta massa de ar polar (Figura 4), de característica fria e seca. A massa de ar é atraída pelas baixas pressões tropicais e equatoriais e recebe influências da força de atrito com o relevo sobre o qual se movimenta (MENDONÇA, 2007).

A disposição longitudinal dos alinhamentos gerais do relevo sulamericano e de suas calhas naturais facilita o deslocamento da massa polar em direção norte. Quando atingem a cordilheira dos Andes, no extremo sul americano, ela se divide em dois ramos, o Pacífico (MPP) e o Atlântico (MPA). O ramo Atlântico, favorecido pela calha natural da drenagem da bacia Platina, atinge latitudes bem menores que o ramo Pacífico, o que torna possível sua atuação sobre toda a porção centro-sudeste da América do Sul. Quando o centro migratório polar encontra-se com intensidade expressiva, a MPA consegue desenvolver até a latitude 0° e, em condições mais extremas, até mesmo ultrapassar a linha do Equador. Em tais condições, sua atuação sobre a Amazônia provoca a ocorrência do fenômeno denominado friagem.

Ao atingir a latitude do rio da Prata, a MPA subdivide-se em dois grandes subramos. Um deles adentra o continente aproveitando a calha natural do relevo formada pelos rios Uruguai, Paraná e Paraguai.

É esse o ramo que se associam à queda de temperatura no inverno, no interior brasileiro, e aos reduzidos índices de umidade do ar e de pluviosidade observados no centro do Brasil, nesta época do ano. O outro subramo desloca-se pela fachada litorânea e associa-se, já na altura de Santa Catarina, à MTA,

dando origem às chuvas predominantes entre finais de verão e inverno no leste do Brasil.

Dos permanentes deslocamentos da MPA em direção ao norte e do choque entre suas características e as do ambiente climático tropical e equatorial originam-se os mecanismos frontogenéticos austrais.

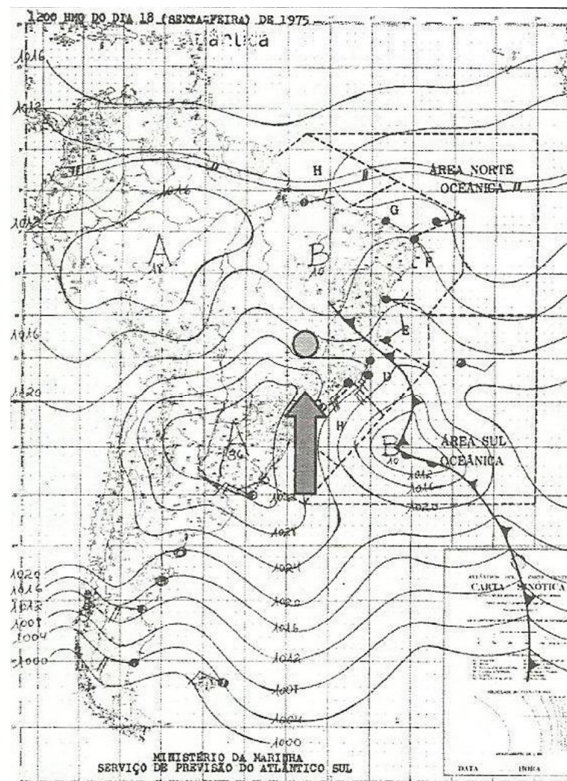


Figura 6: Carta sinótica de ação da massa PA. Fonte: Serviço Meteorológico Marinho, 2001.

3.3 Metodologia utilizada para elaboração dos mapas climáticos

O Software ArcGis

Existe uma grande variedade de SIG's no mercado e o ArcInfo GIS é um deles. Com uma interface gráfica fácil de utilizar, que permite carregar dados espaciais e tabulares, para poder visualizar em mapas, tabelas e gráficos. Inclui ainda as ferramentas necessárias para consulta e analisar os dados, bem

como apresentá-los em mapas de elevada qualidade. Todas as atividades no âmbito do ArcView estão organizadas sob um Project, o qual pode estar constituído por uma série de Views, Tables, Charts, Layouts, e Scripts. Scripts são programas na linguagem Avenue (linguagem de programação do ArcView) (ROSA, 2004).

O ArcInfo GIS é utilizado por profissionais da administração local ou regional na área do planeamento e ordenamento do território e cadastro, na área do mercado imobiliário para a localização de novos pólos de desenvolvimento comercial, na área do marketing e publicidade, empresas de serviços na procura de potenciais clientes, serviços de urgência, estudos demográficos, bancos, logística, energia, clima e recursos hídricos, análise de redes, telecomunicações, defesa, etc .

O Arcgis Spatial Analyst é uma extensão do Arcgis desktop que oferece ferramentas baseadas em varredura de modelagem espacial e análise, podendo derivar novas informações a partir dos dados existentes, analisar as relações espaciais, construir modelos espaciais e executar operações de varredura complexas, tornando mais fácil a compreensão dos processos de análise espacial aplicada, analisando cenários hipotéticos e comparando resultados (ESRI, 2000).

Interpolação de dados

É complexo mensurar fenômenos como a quantidade de chuva, concentrações de poluição, ou as diferenças em elevação em todos os pontos dentro de uma área geográfica. Obtendo uma amostra de medidas de várias posições dentro da área de estudo, e usando essas amostras para fazer

inferências sobre toda a área geográfica é possível. A interpolação é o processo que habilita fazer tal inferência (DEUS, 2010).

Na interpolação espacial, o objetivo é criar uma superfície que modela os fenômenos amostrados da melhor maneira possível.

A primeira suposição da interpolação espacial é que pontos próximos uns dos outros são mais parecidos que aqueles mais distantes; portanto, quaisquer valores da posição devem ser estimados baseados em valores de pontos próximos ou vizinhos.

A interpolação espacial calcula um valor desconhecido a partir de um conjunto de pontos de amostra, com valores conhecidos, que estão distribuídos ao longo de uma área. A distância a partir da célula com valor conhecido às células de amostra contribui para a estimação do seu valor final.

Pode-se usar a interpolação espacial para criar uma superfície inteira a partir somente de um número pequeno de pontos de amostra; porém, quanto mais pontos amostrados maior será a precisão (DEUS, 2010).

Em geral, pontos de amostra devem ser bem distribuídos ao longo da área de estudo. Algumas áreas, porém, podem requerer um grupo maior de pontos de amostra porque o fenômeno está se movendo ou concentrando naquela posição. Por exemplo, tentar determinar o tamanho e a forma de um morro pode requerer um grupo de amostras, enquanto que a superfície relativamente plana da planície ao redor pode requerer apenas uns poucos pontos.

A maioria dos métodos de interpolação permite controlar o número de pontos de amostra usado para estimar valores de célula. Por exemplo, se a

amostra limita-se em cinco pontos, o interpolador usará os cinco pontos mais próximos para estimar valores de célula.

A distância para cada ponto de amostra variará dependendo da distribuição dos pontos. No caso de muitos pontos de amostra, reduzindo-se o tamanho da amostra que é utilizada, aumentará a velocidade do processo de interpolação porque um conjunto menor de números será usado para estimar cada valor de célula (DEUS, 2010).

Diante do que foi discutido acima, existem vários métodos de interpolação, dentre os quais citam-se: Inverso do Quadrado da Distância (IDW), Spline e Krigagem.

O método do Inverso do Quadrado da Distância (IDW) está embasado no conceito de autocorrelação espacial. Ele assume que quanto mais próximo o ponto de amostra estiver da célula, cujo valor será estimado, mais próximo o valor da célula se assemelhará ao valor do ponto de amostra. Já o Spline, virtualmente garante a uma superfície suave, como se uma folha de borracha fosse esticada de forma que ela passe através de seus pontos de amostra. Por último, a Krigagem é um dos mais complexos e eficientes interpoladores. Ele aplica sofisticados métodos estatísticos que consideram as características únicas de seu conjunto de dados. Para usar a interpolação de Krigagem apropriadamente, o técnico deverá ter um entendimento sólido de conceitos e métodos.

O método IDW foi testado e não teve uma correspondência na visualização dos valores de chuva e temperatura. Por delimitar uma área ao redor dos pontos amostrais em forma de círculo, com uma distância X, o mapa não expressa a realidade dos dados, pois as chuvas não se distribuem em

forma de círculos e sim em isoietas a as temperaturas seguem as curvas de nível da área em isothermas, isto foi conseguido com o algoritmo spline.

O algoritmo Spline foi escolhido para a interpolação dos dados por conseguir estimar valores que estavam abaixo do mínimo e acima dos valores máximos encontrados na amostra. É uma interpolação que virtualmente garante uma superfície mais suave. Este método incorpora um modelo curvilíneo como parte do cálculo. Uma superfície criada com Spline pode exceder a faixa de valor conhecida, mas deve passar através de todos os pontos da amostra. O tipo de spline utilizado foi o regularizado que cria uma superfície mais elástica.

No mapa de pluviosidade média, os valores dependem de dados colhidos por estações espalhadas pela área de estudo. Essas estações não cobrem toda a área e também não registram valores máximos ou mínimos que poderiam cair numa região ou outra.

Equação de regressão múltipla linear

A equação de regressão múltipla linear foi usada para estimar a temperatura média em centenas pontos da área de estudo. Por não se ter uma cobertura completa das estações do INMET pela região, estes pontos foram de suma importância para o trabalho.

O Excel conta com duas funções relacionadas a análise de regressão, que devolvem estatísticas diversas relacionadas ao ajuste de determinada curva a pontos dados. Estas informações podem ser usadas na criação e análise de um modelo de regressão adequado aos dados disponíveis nas suas planilhas. As funções são as seguintes:

- PROJ.LIN: regressão linear;
- PROJ.LOG: ajuste de curva exponencial.

Estas funções trabalham com pontos de coordenadas $(x_1, x_2, x_3 \dots y)$, resolvendo diferentes sistemas lineares pelo método dos mínimos quadrados.

No caso da função PROJ.LIN, por exemplo, resolve-se o sistema linear :

$$Y = MX + b.$$

Onde:

Y = intervalo de valores de Y.

M = declive da reta

X= constante (ponto de interseção com o eixo Y

Cada uma das funções acima devolve uma matriz de n colunas, onde n é o número de dimensões dos vetores utilizados, e duas ou cinco linhas. O número de linhas depende da opção do usuário em obter apenas os valores de M e b, ou todas as informações da regressão.

Por devolver uma matriz deve-se elaborar estas fórmulas em modo matricial.

A função PROJ.LIN é a primeira entre duas funções de análise de regressão disponíveis no Excel, juntamente com a função PROJ.LOG. Ela é uma solução completa para regressão linear usando o método dos mínimos quadrados.

PROJ.LIN resolve o sistema linear $Y = MX + b$. Y, M e X são vetores-linha ou coluna de comprimento apropriado: a função recebe Y, X e devolve M. Esta função também é capaz de fornecer estatísticas a respeito do processo de

regressão, incluindo o erro máximo em cada variável, r^2 e informações para teste F.

A função é aplicada usando a seguinte fórmula:

PROJ.LIN (y_conhecidos; x_conhecidos; constante; estatísticas)

- *Y_conhecidos* é um intervalo (linha ou coluna) contendo os valores conhecidos na relação $Y = MX + b$;
- *X_conhecidos* é o intervalo de valores de X disponíveis na relação $Y = MX + b$. Se este parâmetro não for fornecido, a função presumirá o intervalo {1, 2, 3...} para os valores conhecidos;
- *Constante* é um valor lógico que determina se a constante b é diferente de zero (VERDADEIRO) ou não (FALSO);
- *Estatísticas* é um valor lógico que determina se a função deve devolver as estatísticas de regressão ou não. Se *estatísticas* recebe o valor FALSO, a função devolverá apenas os coeficientes M.

PROJ.LIN devolve uma matriz de 5 linhas (se *estatísticas* está ajustado para VERDADEIRO) e n colunas, onde n é o número de variáveis de X. Dessa forma, PROJ.LIN deve ser utilizada como uma fórmula matricial.

Na elaboração da correlação da temperatura com a altitude, latitude e a longitude, foram utilizados dados das estações do INMET de Capinópolis, Frutal, Uberlândia, Uberaba, Patos de Minas e Araxá. A comparação da temperatura média real medida pelas estações do INMET e a estimada pela equação de regressão múltipla linear variou de 0,8°C a mais à 0,6°C a menos de temperatura, como pode ser observado na Tabela 2.

	CAPINÓPOLIS			FRUTAL			UBERLÂNDIA			UBERABA			PATOS DE MINAS			ARAXÁ			MÉDIA
MESES	18,69°S 49,57°W 621m			20,03°S 48,93°W 544m			18,91°S 48,30°W 869m			19,77°S 47,93°W 743m			18,60°S 46,51°W 940m			19,57°S 46,93°W 1020m			
	T Real	Estimada	%	T Real	Estimada	%	T Real	Estimada	%	T Real	Estimada	%	T Real	Estimada	%	T Real	Estimada	%	
Jan	23,9	24,9	-4,0161	25,6	25,1	1,9920	23,6	23,4	0,8547	23,5	23,9	-1,6736	22,4	22,8	-1,7544	22,1	22,2	-0,4505	-0,8413
Fev	24,1	25,1	-3,9841	25,8	25,2	2,3810	23,7	23,5	0,8511	23,3	24,0	-2,9167	22,6	23,0	-1,7391	22,2	22,4	-0,8929	-1,0501
Mar	24,0	25,0	-4,0000	25,5	25,0	2,0000	23,5	23,4	0,4274	23,2	23,8	-2,5210	22,2	22,8	-2,6316	20,9	22,2	-5,8559	-2,0968
Abr	23,5	24,0	-2,0833	24,6	23,6	4,2373	22,9	22,3	2,6906	22,4	22,5	-0,4444	21,6	21,7	-0,4608	20,1	20,9	-3,8278	0,0186
Mai	21,8	22,0	-0,9091	22,3	21,4	4,2056	20,7	20,4	1,4706	20,1	20,4	-1,4706	19,7	19,8	-0,5051	19,2	19,0	1,0526	0,6407
Jun	20,4	21,1	-3,3175	21,0	20,5	2,4390	19,5	19,5	0,0000	19,2	19,5	-1,5385	18,7	19,0	-1,5789	18,3	18,1	1,1050	-0,4818
Jul	20,4	21,5	-5,1163	21,3	20,8	2,4038	19,6	19,7	-0,5076	18,9	19,6	-3,5714	19,0	18,9	0,5291	18,1	17,9	1,1173	-0,8575
Ago	22,5	23,1	-2,5974	23,2	22,3	4,0359	21,3	21,1	0,9479	21,3	21,0	1,4286	20,7	20,1	2,9851	19,8	19,3	2,5907	1,5651
Set	23,9	25,3	-5,5336	24,4	24,4	0,0000	23,0	23,2	-0,8621	23,1	23,1	0,0000	22,0	22,1	-0,4525	20,1	21,3	-5,6338	-2,0803
Out	24,9	26,1	-4,5977	25,8	25,4	1,5748	24,1	24,0	0,4167	23,4	24,0	-2,5000	23,0	23,0	0,0000	22,1	22,2	-0,4505	-0,9261
Nov	24,6	25,4	-3,1496	25,5	25,1	1,5936	23,7	23,6	0,4237	23,6	23,8	-0,8403	22,2	22,8	-2,6316	21,8	22,1	-1,3575	-0,9936
Dez	24,0	24,9	-3,6145	25,5	24,9	2,4096	23,4	23,2	0,8621	23,3	23,7	-1,6878	22,3	22,6	-1,3274	21,8	22,0	-0,9091	-0,7112
ANUAL	23,2	24,0	-3,4722	24,2	23,6	2,5777	22,4	22,3	0,5232	22,1	22,4	-1,3021	21,4	21,6	-0,8507	20,5	20,8	-1,2420	-0,6277

TABELA 2: Comparação da temperatura real nas estações do INMET com a temperatura estimada pela equação de regressão múltipla linear.

As maiores variações de temperatura ocorreram no oeste da área de estudo. Capinópolis obteve valores estimados 3,47 % maiores do que o medido pela estação do INMET, já em Frutal os valores foram 2,57% menores na estimativa da equação do que a temperatura real. Em Uberlândia os valores ficaram em 0,52% menores que o real, diferença de 0,1°C. Em Uberaba a temperatura estimada ficou 1,3% maior que a real, ou seja, 0,3°C a mais. Em Patos de Minas os valores estimados ficaram 0,2°C acima do real e em Araxá 0,3°C. A média geral para a região registrou temperaturas 0,62% mais elevadas que a temperatura real medida nas estações do INMET.

Mapa de estimativa da temperatura do ar

No mapa de temperatura média, na primeira etapa, foram executadas análises de regressão linear múltipla de temperatura média mensal e anual para a mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba e do entorno da Serra da Canastra, tendo como variável dependente a temperatura média do ar e, como variáveis independentes, a latitude, a longitude e a altitude. Na análise da correlação temperatura x altitude foram utilizados 322 pontos de altitude amostrais distribuídos em diferentes locais da região, como cidades, fundo de vales, alto de chapadões e serras, com dados de normais climatológicas.

O modelo digital de elevação (MDE) SRTM foi utilizado para obtenção dos valores médios de altitude e das respectivas coordenadas geográficas para toda a área de estudo. As imagens SRTM foram mosaicadas em coordenadas geográficas e datum horizontal WGS-84.

Os MDE gerados pela SRTM têm uma boa acurácia, para a escala adotada pelos mapas (horizontal de 1:250.000 e vertical de 50 metros), e a vantagem de prover MDE homogêneos. Seu uso na estimativa da temperatura de ar por análise de regressão múltipla tem como variáveis independentes as coordenadas geográficas, a altitude, a latitude e a longitude.

Segundo Marin et al. (2003) a estimativa de temperaturas médias do ar mensais ou anuais a partir de coordenadas geográficas e altitude foi pesquisada por diversos autores. Apesar do grande número de trabalhos, muitas regiões carecem de informações climatológicas de temperatura do ar, que poderiam ser geradas a partir de equações de estimativas associadas a modelos digitais de elevação (MDE).

Uma opção eficiente na geração de MDE's são os radares de abertura sintética por interferometria (InSAR), capazes de imagear uma mesma cena a partir de duas posições diferentes, produzindo o efeito estereoscópico e o mapeamento topográfico. Em 2000, voando a bordo do Ônibus Espacial Endeavour, a missão "Shuttle Radar Topography Mission" (SRTM) gerou o mais completo dado topográfico global, para o Brasil a resolução espacial máxima chega a 45 metros.

Incorporou-se todas as 15 imagens SRTM disponíveis para cobrir a área de estudo, com articulação SE-23-V-C, SE-22-Z-A, SE-22-Z-B, SE-23-Y-A, SE-23-Y-B, SE-22-Y-D, SE-22-Z-C, SE-22-Z-D, SE-23-Y-C, SE-23-Y-D, SF-22-V-B, SF-22-X-A, SF-22-X-B, SF-23-V-A, SF-23-V-B.

Para uma melhor análise da eficácia das imagens SRTM na escala utilizada, as curvas de nível da carta topográfica PRATA SE-22-Z-D-I foram

copiladas e comparadas com as curvas de nível da imagem SRTM do local como se vê na figura 5.

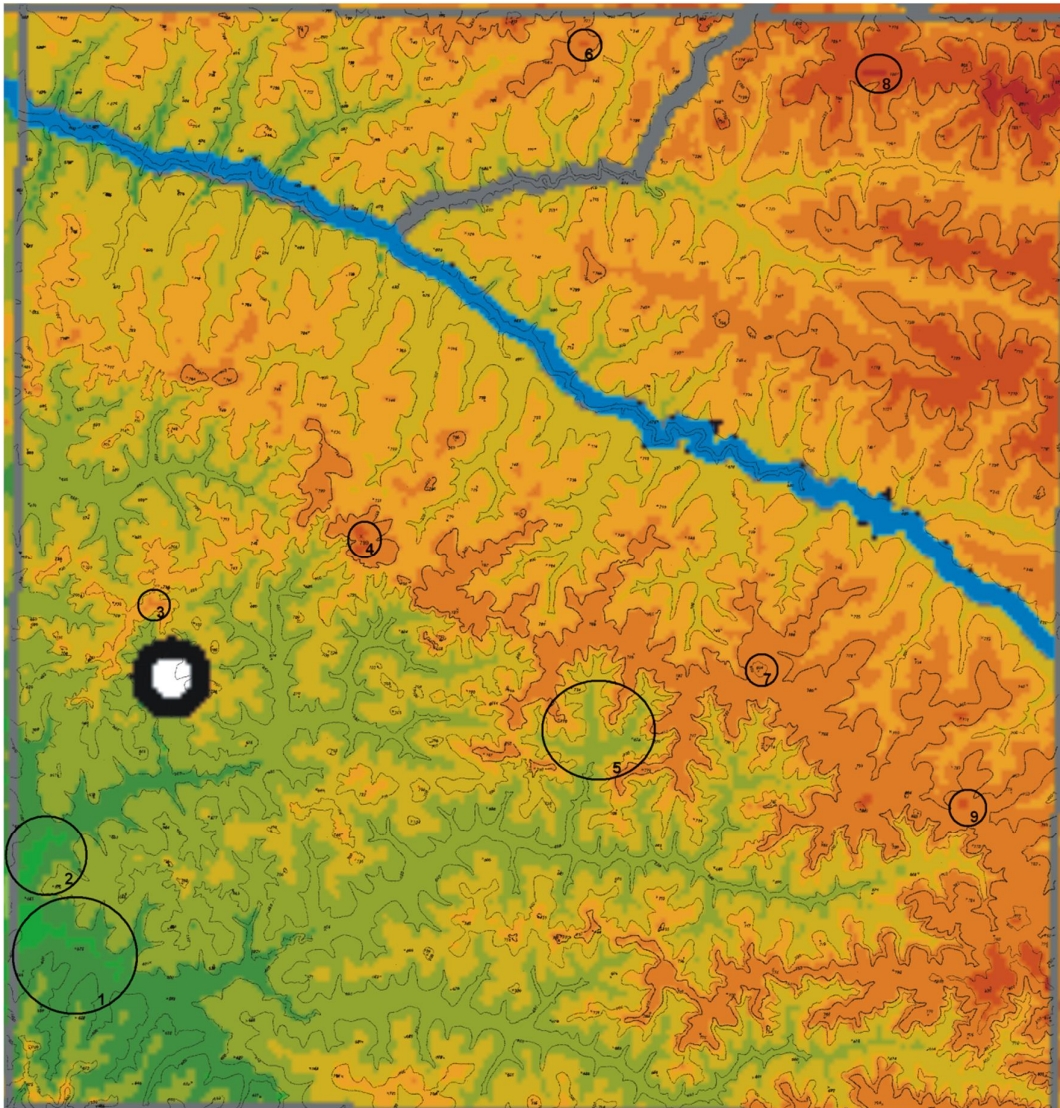


Figura 7: Curvas de nível da Carta Topográfica de Prata (MG) sobreposta à imagem SRTM utilizada na elaboração dos mapas físico e de temperatura da área de estudo para efeito de análise. Autor: Giuliano Novais.

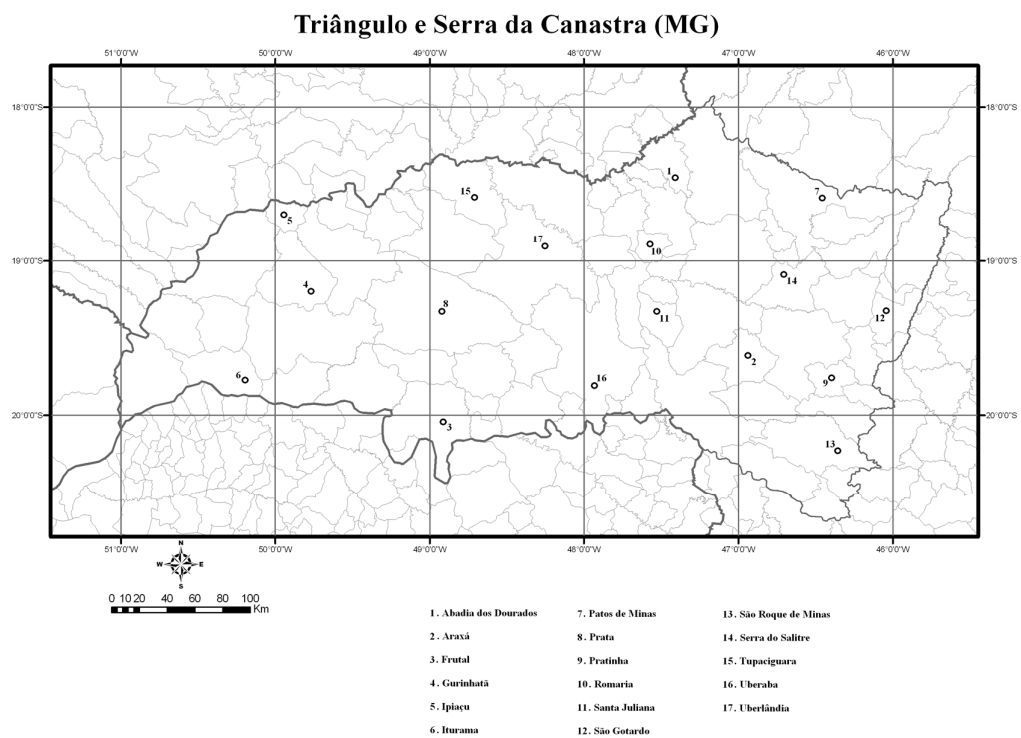
Nos círculos 1 e 2 pode-se notar um verde mais claro equivalente a curva de nível de 550 m, mas na carta topográfica esta curva esta mais a jusante do vale. No círculo 3 um tom mais marrom aparece no laranja da curva de nível de 700 m, esta curva na verdade aparece mais a sudoeste onde

localiza-se o morrinho, serra Seio de Moça. Também nos círculos 4, 6, 8 e 9 o tom mais escuro aparece, indicando uma curva de 800 m, mas no caso 4 o erro é de apenas 1 m, pois este topo do relevo está a 799 m na carta topográfica. No círculo 5 o verde da curva de nível de 600 m avança até nas bordas da serra sendo que na carta topográfica a curva de 600 m fica mais a jusante próximo a foz do córrego com o rio Cocal. No círculo 7 a carta topográfica acusa uma curva de nível de 800 m, mas a imagem SRTM não mostra nem um tom mais escuro indicando tal curva.

Analisando esta comparação vemos que as diferenças são mínimas, todas pontuais, não afetando a eficácia dos mapas temais. Pode-se notar como as curvas de nível da carta topográfica em sua maioria concordam com a imagem SRTM.

Posteriormente a incorporação das 15 imagens SRTM, foram identificados (plotados) todos os pontos de interesse altimétrico na área de estudo, criou-se um banco de dados para a inserção da temperatura registrada em cada ponto por meio de equação de regressão múltipla linear. No ArcGis em Spatial Analyst, acessou-se a ferramenta do interpolador Spline utilizando-se dados de temperatura e altitude. Após a reclassificação foram gerados mapas de temperatura média anual e mensais estimadas para a área de estudo.

Para as análises da temperatura e da precipitação na área de estudo, foram definidos alguns municípios para serem locados nos mapas (Mapa 14) escolhidos a partir de critérios de maior e menor temperatura, maior e menor pluviosidade, e também melhor distribuição na região (Tabela 3).



Mapa 14: Municípios utilizados nos mapas climáticos. Autor: Giuliano Novais.

CIDADE	TEMPERATURA													PRECIPITAÇÃO												
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANUAL	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	ANUAL
ITURAMA	25,8	25,9	25,8	24,5	22,3	21,4	21,9	23,6	25,7	26,6	26,1	25,7	24,8	274	222	175	76	47	20	13	22	66	97	175	252	1439
IPIAÇU	25,9	25,9	25,9	24,8	22,7	22,1	22,5	24,1	26,2	27,0	26,4	25,8	25,2	260	187	187	76	36	17	7	16	51	93	155	238	1323
GURINHATÃ	25,3	25,4	25,3	24,2	22,1	21,2	21,6	23,3	25,4	26,3	25,7	25,3	24,4	257	221	171	78	42	17	9	13	59	115	167	227	1375
PRATA	24,7	24,8	24,7	23,5	21,4	20,5	20,8	22,3	24,5	25,4	24,9	24,6	23,7	270	214	205	74	32	15	9	14	44	109	191	311	1488
FRUTAL	25,2	25,3	25,1	23,7	21,6	20,6	21,0	22,5	24,5	25,5	25,3	25,0	24,0	320	260	208	85	49	22	14	22	69	126	177	263	1615
TUPACIGUARA	23,5	23,7	23,6	22,6	20,7	19,8	20,1	21,5	23,7	24,4	23,9	23,5	22,7	280	182	181	74	32	13	8	13	46	97	200	286	1412
UBERLÂNDIA	23,4	23,6	23,4	22,3	20,4	19,5	19,6	21,1	23,2	24,0	23,6	23,3	22,4	316	201	221	85	38	16	9	14	50	113	203	324	1590
UBERABA	23,4	23,7	23,6	22,6	20,7	19,1	19,2	21,5	23,7	24,4	23,9	23,5	22,2	327	257	231	64	52	10	12	21	76	120	208	304	1682
ROMARIA	22,8	23,0	22,8	21,7	19,9	18,9	19,0	20,1	22,2	23,1	22,8	22,6	21,8	301	233	205	87	45	11	12	19	55	127	188	275	1558
SANTA JULIANA	23,0	23,5	23,2	21,9	19,8	18,9	19,0	20,3	22,3	23,2	23,2	23,1	21,8	291	191	167	75	43	16	12	16	61	119	187	275	1453
ABADIA DOS DOURADOS	24,1	24,0	23,8	22,7	20,8	20,2	20,3	21,3	23,5	24,4	23,9	23,7	23,0	278	164	170	71	29	11	9	13	48	98	186	264	1339
ARAXÁ	22,5	22,7	22,4	21,2	19,2	18,1	17,9	19,5	21,5	22,4	22,3	22,2	21,2	308	211	181	80	48	13	14	19	73	127	197	271	1542
SERRA DO SALITRE	21,2	21,4	21,2	20,1	18,2	17,4	17,2	18,4	20,4	21,2	21,1	21,0	20,1	325	212	186	83	42	17	17	17	65	115	211	317	1607
PATOS DE MINAS	23,5	23,9	23,7	22,5	20,5	19,3	19,2	21,0	23,1	24,0	23,8	23,5	22,5	306	187	172	72	39	9	14	16	56	116	202	287	1476
PRATINHA	21,4	21,7	21,4	20,1	18,2	17,0	16,9	18,3	20,2	21,1	21,2	21,2	20,0	334	230	221	95	51	16	20	18	79	140	223	298	1725
SÃO ROQUE DE MINAS	23,0	23,2	22,9	21,4	19,3	17,7	17,2	19,4	21,4	22,5	22,6	22,7	21,4	305	238	185	87	43	11	19	28	67	108	163	275	1529
SÃO GOTARDO	22,0	22,2	21,9	20,7	18,8	17,9	17,7	18,8	20,8	21,8	21,8	21,8	20,6	282	192	212	92	40	13	11	18	57	136	195	273	1521

TABELA 3: TEMPERATURA MÉDIA MENSAL/ANUAL E PRECIPITAÇÃO MÉDIA MENSAL/ANUAL DE CIDADES SELECIONADAS DO TRIÂNGULO MINEIRO/ALTO PARANAÍBA E DO ENTORNO DA SERRA DA CANASTRA EM MINAS GERAIS

Mapa de Pluviosidade Média

Foi elaborada uma base cartográfica georreferenciada da área de estudo utilizando a malha municipal digital de 2007 disponível no site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), com projeção geográfica e datum horizontal WGS-84.

Na base cartográfica foram plotados os pontos referentes a localização das Estações Pluviométricas da ANA e do INMET. Criou-se um banco de dados para a inserção da quantidade de chuva registrada em cada ponto. Estes dados serão descritos mensalmente adiante na análise da precipitação na região. No ArcGis os mapas foram gerados em tons de azul relacionando a quantidade de chuva registrada na região das estações.

Após a avaliação dos dados obtidos por 56 estações pluviométricas, elaborou-se um banco de dados com os totais de precipitações médias mensais da ANA (Agência Nacional de Águas) e INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) com no mínimo 30 anos de observação (1980-2009), para se obter dados mais confiáveis. O Quadro 1 mostra os postos utilizados no estudo. A construção do mapa de pluviosidade média serviu para a interpolação e definição dos limites das regiões de chuva climaticamente homogêneas.

Estação	Município	Estação	Município
ANA 1847003	Abadia dos Dourados	ANA 1847000	Monte Carmelo
ANA 1848010	Araguari	CEMIG	Nova Ponte
5° Distrito INMET	Araxá	ANA 1846003	Patos de Minas
ANA 2048015	Barretos	ANA 1846007	Patos de Minas
ANA 1949004	Campina Verde	ANA 1946019	Patos de Minas
ANA 1948007	Campo Florido	ANA 1946005	Patrocínio
ANA 1849006	Canápolis	ANA 1947006	Patrocínio
5° Distrito INMET	Capinópolis	ANA 1947007	Perdizes
ANA 1946022	Carmo do Paranaíba	ANA 1949002	Prata
ANA 1847007	Cascalho Rico	CLIMA/UFU	Prata
USINA CAETÉ	Conceição das Alagoas	ANA 1946010	Pratinha
ANA 1947002	Conquista	ANA 1846005	Presidente Olegário
ANA 1846006	Coromandel	CHARONEL	Romaria
USINA CAETÉ	Delta	ANA 2047037	Sacramento
ANA 1847005	Douradoquara	ANA 1947001	Santa Juliana
ANA 1847001	Estrela do Sul	ANA 1950011	Santa Vitória
5° Distrito INMET	Frutal	ANA 1946009	São Gotardo
ANA 1846004	Guimarânia	ANA 2046025	São Roque de Minas
ANA 1949003	Gurinhata	ANA 1946008	Serra do Salitre
ANA 1946007	Ibiá	ANA 1946011	Tapira
ANA 1947019	Indianópolis	ANA 1848004	Tupaciguara
ANA 1849002	Ipiacú	ANA 1848006	Tupaciguara
ANA 1847010	Iraí de Minas	ANA 1848008	Tupaciguara
ANA 1949007	Itapagipe	INMET/EPAMIG	Uberaba
ANA 1849000	Ituiutaba	ANA 1947026	Uberaba
ANA 1950000	Iturama	5° Distrito INMET	Uberlândia
ANA 1846023	Lagamar	CLIMA/UFU	Uberlândia
ANA Tejuco	Monte Alegre de Minas	ANA 1846015	Vazante

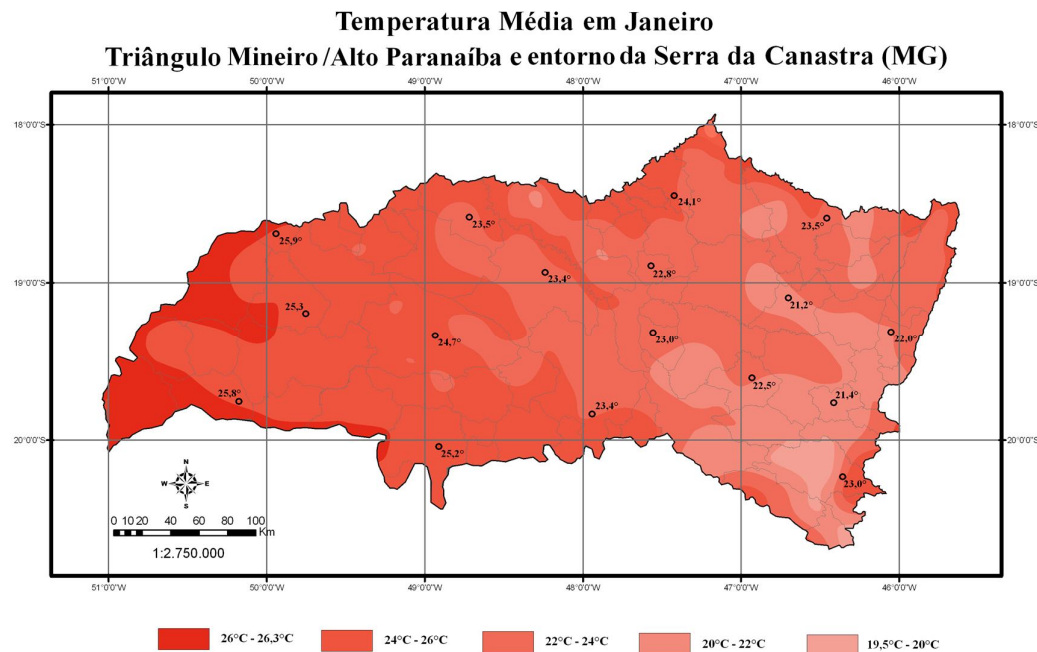
Quadro 1: Estações pluviométricas utilizadas no estudo.

3.4 Análise da temperatura na região

Janeiro

Na área estudada observou uma variação de temperatura (amplitude térmica) em torno de 6,8° C, com valores entre 19,5° C e 26,3° C. No Pontal do Triângulo é verificada a maior temperatura média em torno de 26° C, nos vales do rio Grande e Paranaíba, entrando pelo vale do rio São Domingos na divisa de Santa Vitória com Campina Verde. Na grande maioria da região as temperaturas em janeiro ficaram entre 24° e 26°C, desde Limeira d'Oeste até o alto vale do rio Paranaíba em Patos de Minas. Nas regiões dos chapadões

entre Uberaba, Uberlândia, Araguari, Tupaciguara e Prata, além da maioria do Alto Paranaíba as temperaturas oscilaram entre 22° e 24°C. No Planalto de Araxá, serra do Salitre, Serra Negra e divisor de águas do Paranaíba e São Francisco as temperaturas variaram de 20° a 22°C. A região da Serra da Canastra teve o menor valor de temperatura média no mês de janeiro com valores entre 18° e 20°C.

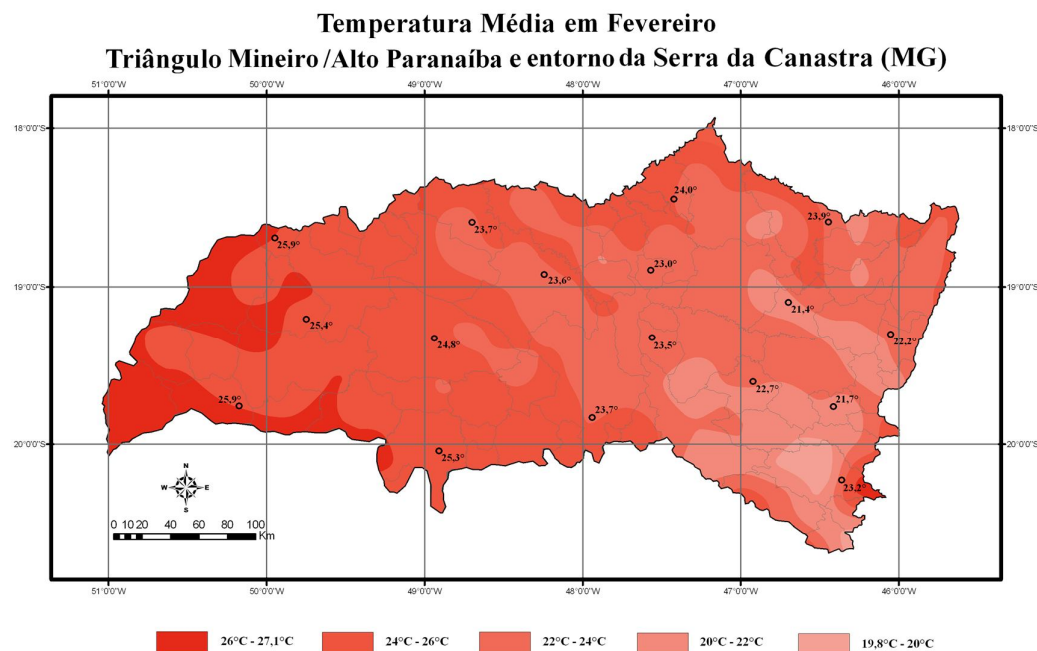


Mapa 15: Elaboração e organização: Giuliano Novais

Fevereiro

As temperaturas aumentam em relação ao mês anterior, devido à menor nebulosidade na região. A amplitude térmica ficou em torno de 7,3° C, com valores indo desde 19,8° C na Serra da Canastra até 27,1° C em Carneirinho. No Pontal do Triângulo as temperaturas ficaram entre 26° e 27,1°C, seguindo os vales dos rios Grande e Paranaíba, subindo pelos rios Verde (Itapagipe - Campina Verde) e São Domingos, aparecendo também no extremo sudeste da

área de estudo, na depressão do rio São Francisco em São Roque de Minas. Na grande maioria da região as temperaturas em fevereiro ficaram entre 24° e 26°C. Como no mês passado as regiões dos chapadões entre Uberaba, Uberlândia, Tupaciguara e Prata, além da maioria do Alto Paranaíba as temperaturas oscilaram entre 22° e 24°C. No Planalto de Araxá e extremo leste da área as temperaturas variaram de 20° a 22°C. A região da Serra da Canastra teve o menor valor de temperatura média no mês de fevereiro com valores entre 18° e 20°C.

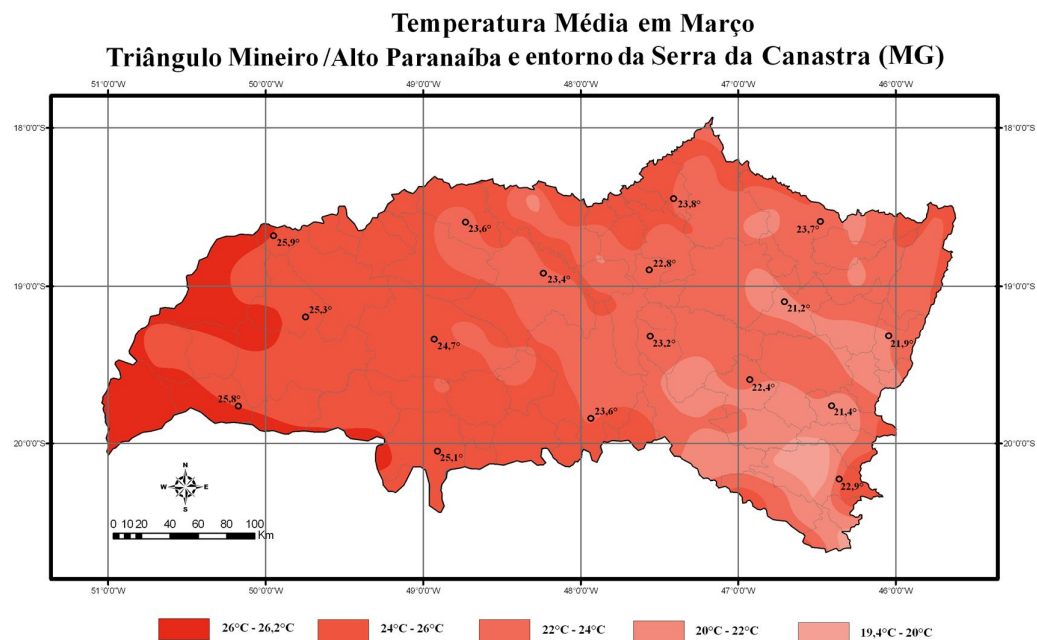


Mapa 16: Elaboração e organização: Giuliano Novais.

Março

A temperatura média mensal é muito próxima do primeiro mês do ano. Observou-se uma amplitude térmica em torno de 6,8° C, com valores indo desde 19,4° C até 26,2° C. No Pontal do Triângulo é verificada a maior temperatura média em torno de 26°C, nos vales do rio Grande e Paranaíba, entrando pelo vale do rio São Domingos na divisa de Santa Vitória com

Campina Verde. Na grande maioria da região as temperaturas em março ficaram entre 24° e 26°C. Na região do chapadão de Araguari a um pequeno resfriamento (20° a 22°C) em relação aos chapadões entre Uberaba, Uberlândia, Tupaciguara e Prata, que junto com a maioria do Alto Paranaíba as temperaturas oscilaram entre 22° e 24°C. No Planalto de Araxá e extremo leste da área as temperaturas variaram de 20° a 22°C. A região do entorno da Serra da Canastra tem o menor valor de temperatura média no mês de março com valores entre 18° e 20°C.

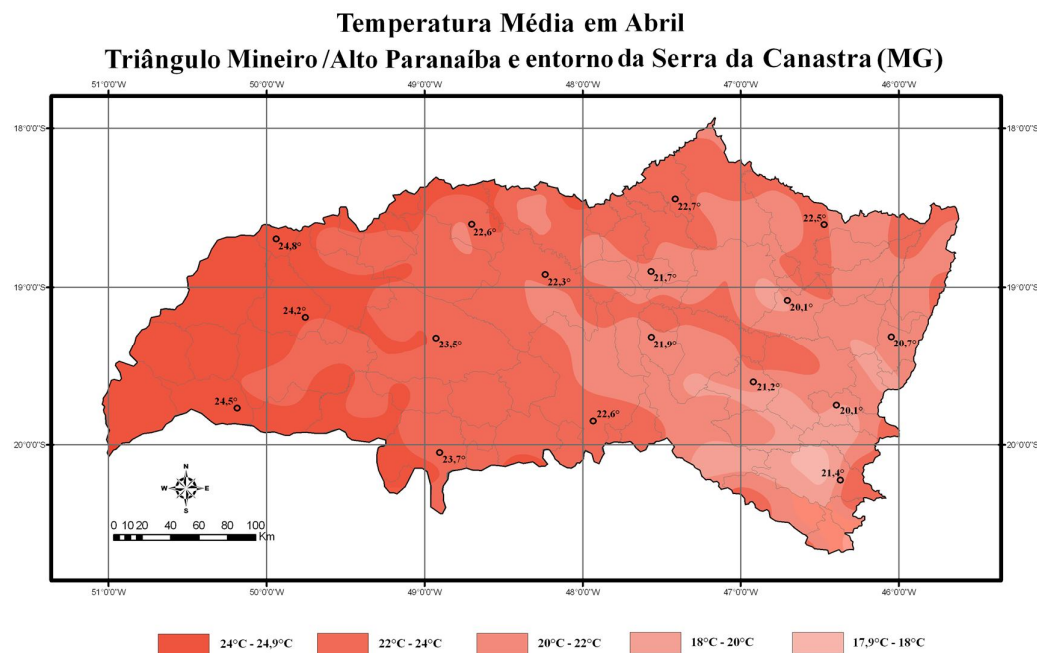


Mapa 17: Elaboração e organização: Giuliano Novais.

Abril

Na área estudada a temperatura começa a diminuir a partir de abril. A amplitude térmica fica em torno de 8° C, com valores indo desde 17,9° C até 24,9° C. Do Pontal do Triângulo, subindo até os vales dos rios Tejuco e da Prata (no município de Prata), além dos vales dos rios Grande (até Conceição das Alagoas) e Paranaíba (até o início do cânion do rio Araguari) é verificada

as maiores temperaturas médias entre 24° e 24,9°C. Das serras do oeste de Campina Verde até o vale do rio Quebra-Anzol em Ibiá as temperaturas ficam entre 22° e 24°C. Nas áreas mais altas dos municípios de Tupaciguara e Araguari, além do chapadão entre Uberlândia e Uberaba, seguindo por quase todo Alto Paranaíba as temperaturas oscilam entre 20° e 22°C. No Planalto de Araxá, serras do Salitre, Negra e da Saudade as temperaturas variaram de 18° a 20°C. Na região da Serra da Canastra a temperatura média do mês de abril pela primeira vez ficou abaixo de 18°C.

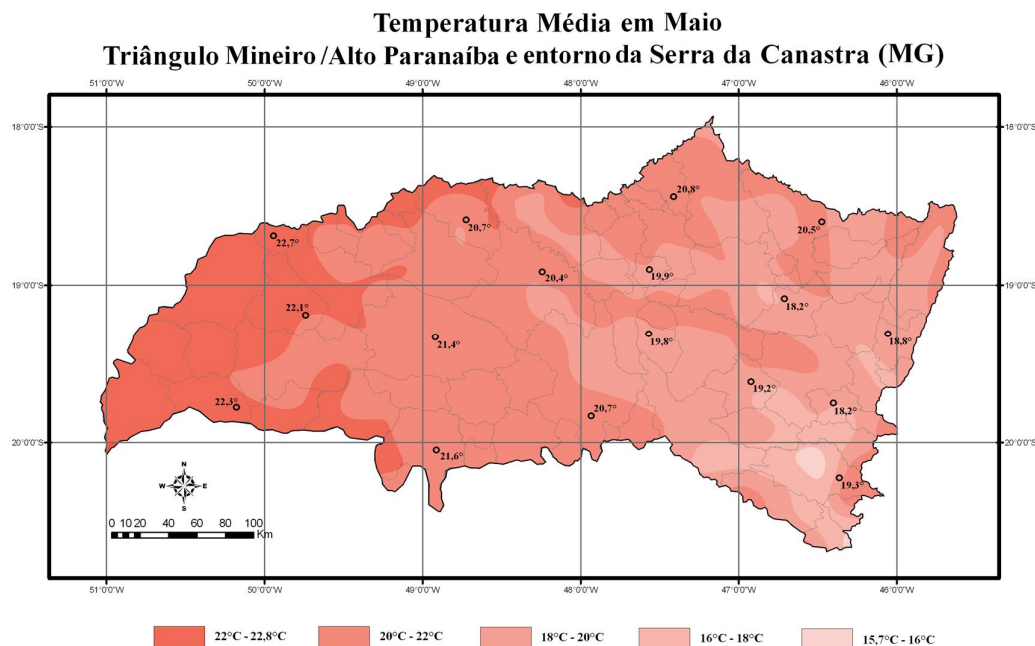


Mapa 18: Elaboração e organização: Giuliano Novais.

Maio

O avanço das massas polares na região com intensidade e periodicidade maior que nos mês anterior, fazem as temperaturas diminuírem, e o inverno começa a aparecer principalmente no leste da área de estudo. A amplitude térmica em maio fica em torno de 6,9° C, com valores indo desde

15,7° C até 22,8° C. Do Pontal do Triângulo, subindo pelos vales dos rios Grande (até Fronteira) e Paranaíba (até confluência com o rio Araguari) e vales dos rios Tejuco e da Prata no município de Ituiutaba foi verificada a maior temperatura média com valores entre 22° e 22,8°C. Na grande maioria da região as temperaturas em maio ficaram entre 20° e 22°C. Nas bordas menos elevadas da bacia do rio Araguari e maioria do Alto Paranaíba as temperaturas pela primeira vez ficam abaixo de 20°C. No Planalto de Araxá, serras do Salitre, Negra e da Saudade as temperaturas variaram de 16° e 18°C. A região da Serra da Canastra teve o menor valor de temperatura média no mês com valores abaixo de 16°C.

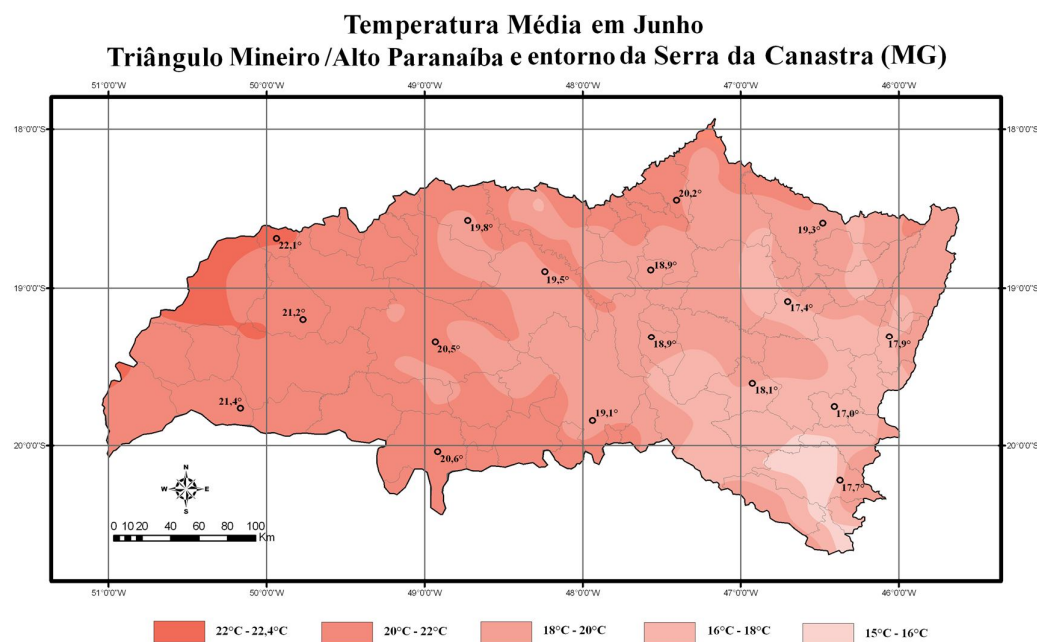


Mapa 19: Elaboração e organização: Giuliano Tostes Novais.

Junho

O inverno chega à região, fazendo as temperaturas despencarem. A amplitude térmica em torno de 7,4° C, com valores indo desde 15,0° C até

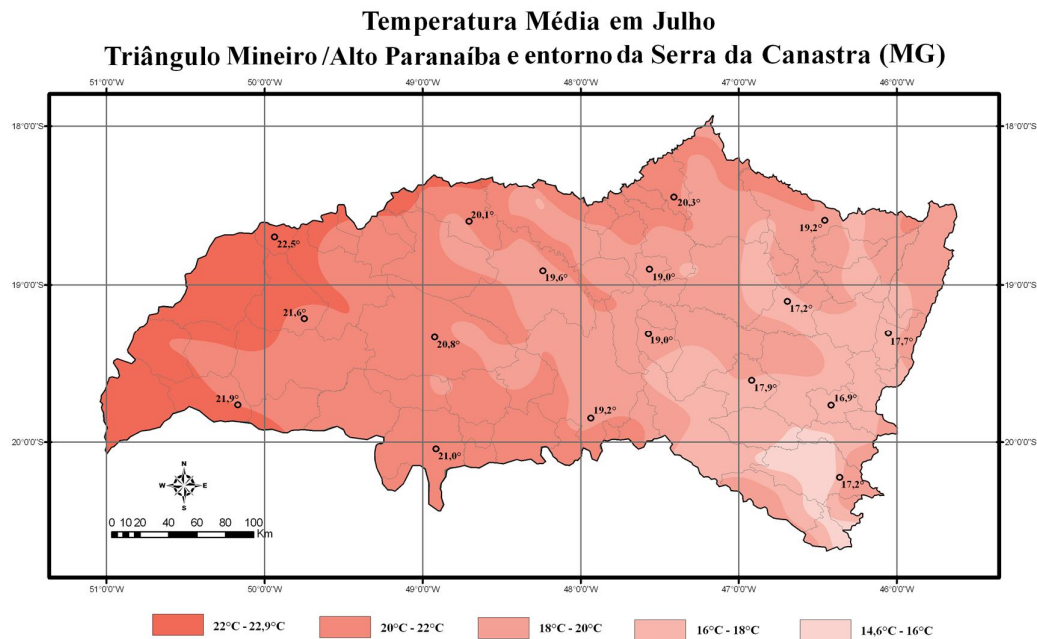
22,4° C. A região mais quente no mês fica em torno da represa de São Simão no município de Santa Vitória e Ipiáu, com valores em torno de 22°C. Do Pontal do Triângulo, seguindo por Campina Verde, Ituiutaba, vales dos rios Tejuco, Araguari, entorno da represa de Emborcação além de praticamente todo o vale do rio Grande a temperatura oscila entre 20° e 22°C. Nas serras da Boa Vista e São Lourenço em Prata, chapadões entre Uberaba, Uberlândia, Tupaciguara, Veríssimo e Prata, além da maioria do Alto Paranaíba as temperaturas oscilaram entre 18° e 20°C. No topo do chapadão de Araguari, planalto de Araxá, serras do Salitre, Negra e divisor de águas do Paranaíba e São Francisco no leste da área de estudo as temperaturas variaram de 16° a 18°C. As regiões da Serra da Canastra e do Chapadão da Zagaia (Tapira) registram temperaturas entre 15° e 16°C.



Mapa 20: Elaboração e organização: Giuliano Novais.

Julho

O inverno fica mais intenso na parte oriental da área de estudo, devido à topografia, resfriamento adiabático e orientação das vertentes, principalmente na serra da Canastra, onde o sol não ilumina a parte de baixo da serra devido à sombra que a mesma provoca durante mais de seis meses no ano. A variação de temperatura ficou em torno de 8,2° C, com valores indo desde 14,6°C (Serra da Canastra) até 22,9° C (entorno da represa de São Simão). A temperatura aumenta em todo o pontal, variando de 22° a 22,9°C, atingindo o vale do rio da Prata em Ituiutaba. Na grande maioria da região as temperaturas em julho ficaram entre 20° e 22°C, desde Limeira d'Oeste até o alto vale do rio Paranaíba em Patos de Minas. Nas regiões dos chapadões entre Uberaba, Uberlândia, Tupaciguara e Prata, além da maioria do Alto Paranaíba as temperaturas oscilaram entre 18° e 20°C. No leste da região, nas áreas mais altas, as temperaturas diminuíram variando de 16° a 18°C. As regiões da Serra da Canastra e do Chapadão da Zagaia registram temperaturas típicas de clima temperado, abaixo de 15°C.

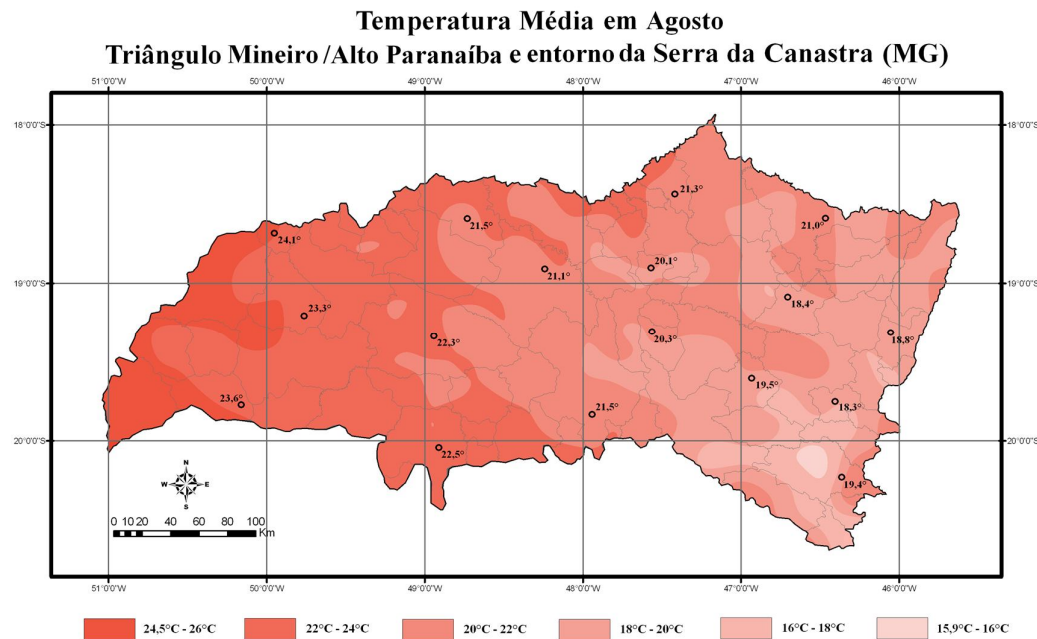


Mapa 21: Elaboração e organização: Giuliano Novais.

Agosto

As temperaturas começam a subir de novo na área de estudo, mas na serra da Canastra ainda continuam baixas. A amplitude térmica fica em torno de 8,6° C, com valores indo desde 15,9° C até 24,5° C. O Pontal do Triângulo e o vale do rio São Domingos na divisa de Santa Vitória com Campina Verde é verificada a maior temperatura média em torno de 24°C. Na grande maioria do Triângulo Mineiro as temperaturas em agosto ficaram entre 22° e 24°C, desde Limeira d'Oeste até os vales dos rios Grande e Paranaíba. Do sul do município de Prata até o Alto Paranaíba as temperaturas oscilaram entre 20° e 22°C. No Planalto de Araxá, serras do Salitre, Negra, de Coromandel e divisor de águas do Paranaíba e São Francisco as temperaturas variaram de 18° a 20°C. No Chapadão da Zagaia, topos do planalto de Araxá e serra da Saudade as temperaturas oscilaram entre 16° e 18°C. No topo da Serra da Canastra foi

registrada a menor temperatura média do mês de agosto com valores abaixo de 16°C.

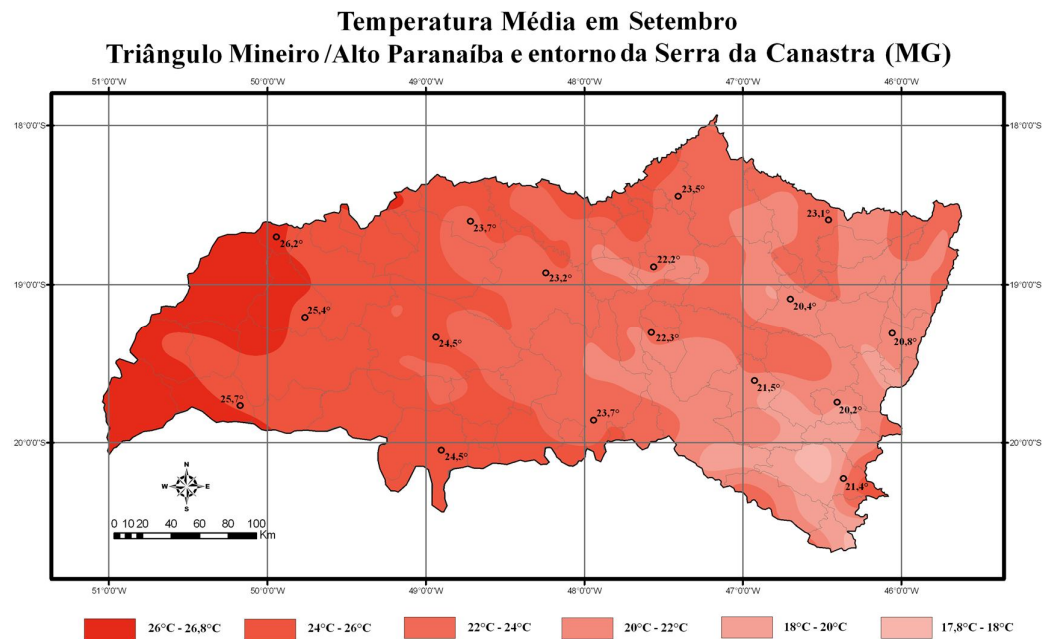


Mapa 22: Elaboração e organização: Giuliano Novais.

Setembro

Com a chegada da primavera, as temperaturas sobem em média dois graus em toda a região. A amplitude térmica fica em torno de 6,8° C, com valores indo desde 17,8° C até 26,8° C. No Pontal do Triângulo, incluindo todo o município de Santa Vitória é verificada a maior temperatura média Entre 26° e 26,8°C. Nos baixos vales do rio Grande e Paranaíba, interior do Triângulo Mineiro, seguindo até o início do cânion do rio Araguari e do entorno da represa de Emborcação as temperaturas em setembro ficaram entre 24° e 26°C. Nas regiões dos chapadões entre Uberaba, Uberlândia, Araguari, Tupaciguara e Prata, além do vale do rio Quebra-Anzol as temperaturas oscilaram entre 22° e 24°C. No Planalto de Araxá, chapada de Romaria a Iraí de Minas, serra do

Salitre, serra Negra e divisor de águas do Paranaíba e São Francisco as temperaturas variaram de 20° a 22°C. No Chapadão da Zagaia, topos do Planalto de Araxá e sul da Serra da Canastra as temperaturas variaram de 18° a 20°C. Na Serra da Canastra a temperatura média do mês ficou abaixo de 18°C.

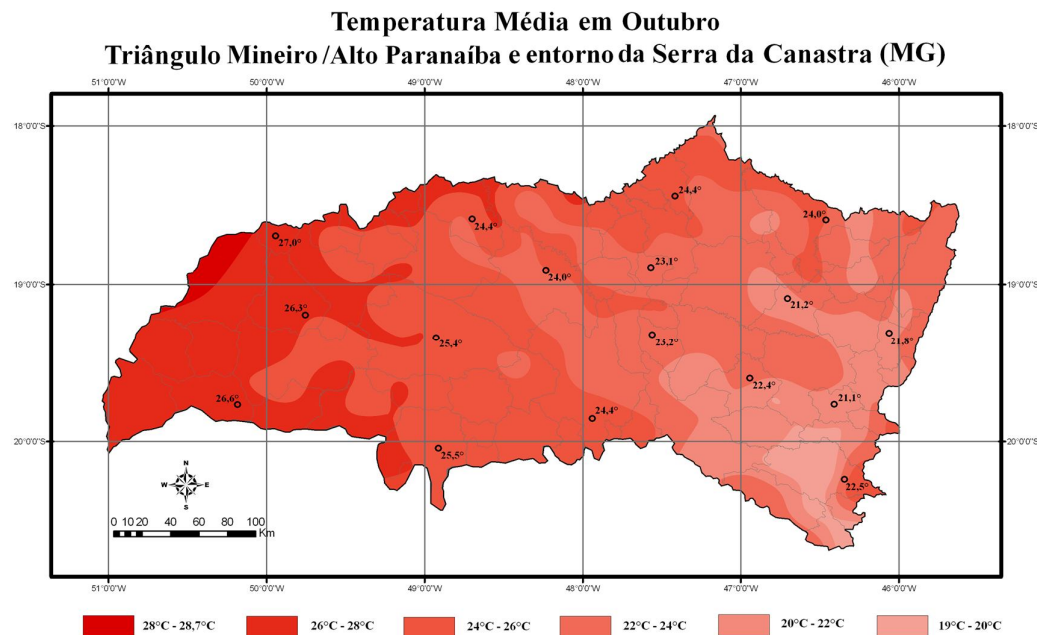


Mapa 23: Elaboração e organização: Giuliano Novais.

Outubro

Este é o mês mais quente da região, explicado pela grande incidência dos raios solares e pela menor nebulosidade do céu em comparação com os meses a seguir. Na área estudada observou-se a maior variação de temperatura de todos os meses, em torno de 9,7° C, com valores indo desde 19,0° C até 28,7° C. A maior temperatura foi registrada em Santa Vitória às margens da represa de São Simão com 28,7°C. Do Pontal do Triângulo, entrando pelos baixos vales dos rios Grande, Verde, Paranaíba, da Prata,

Tejuco e Araguari foram verificados valores entre 26° e 28°C de temperatura média mensal no mês. Na maior parte da área de estudo as temperaturas ficaram entre 24° e 26°C. Nos chapadões entre Tupaciguara, Araguari, Uberlândia, Uberaba, Nova Ponte, Santa Juliana e quase todo Alto Paranaíba os valores ficaram entre 22° e 24°C. No Planalto de Araxá, serras de Coromandel, do Salitre, Negra e divisor de águas do Paranaíba e São Francisco em Carmo do Paranaíba, Rio Paranaíba e Ibiá as temperaturas variaram de 20° a 22°C. Na região da serra da Canastra, no topo do planalto de Araxá e no Chapadão da Zagaia as temperaturas ficaram entre 18° e 20°C.

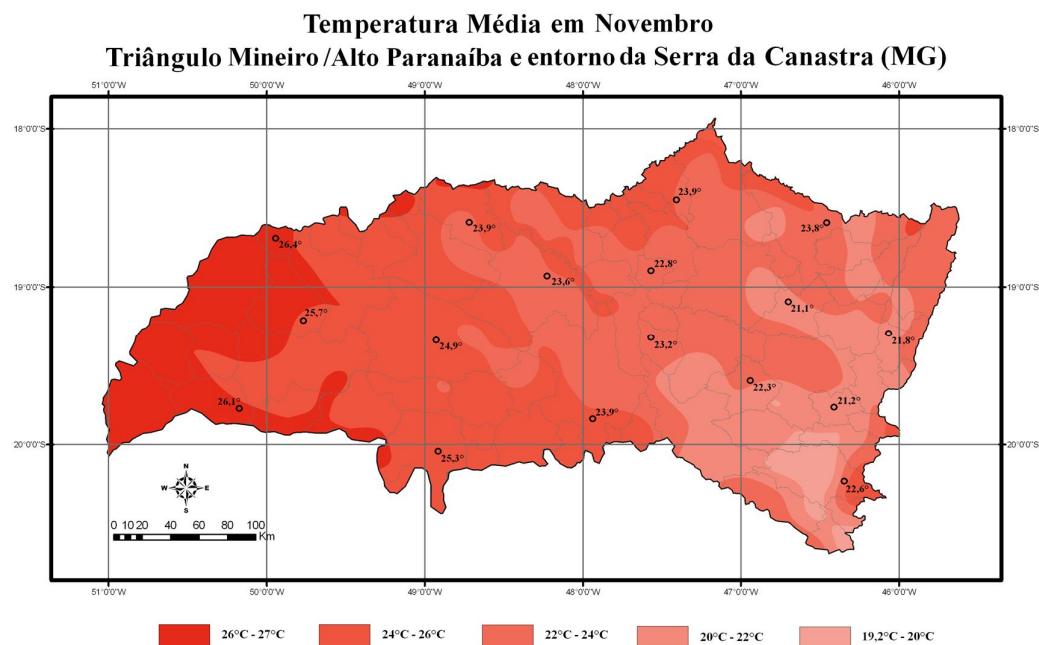


Mapa 24: Elaboração e organização: Giuliano Novais.

Novembro

As temperaturas têm uma leve queda em relação aos valores médios verificados em outubro, devido a maior nebulosidade e início do período chuvoso. Na área de estudo observou uma amplitude térmica em torno de 7,8°

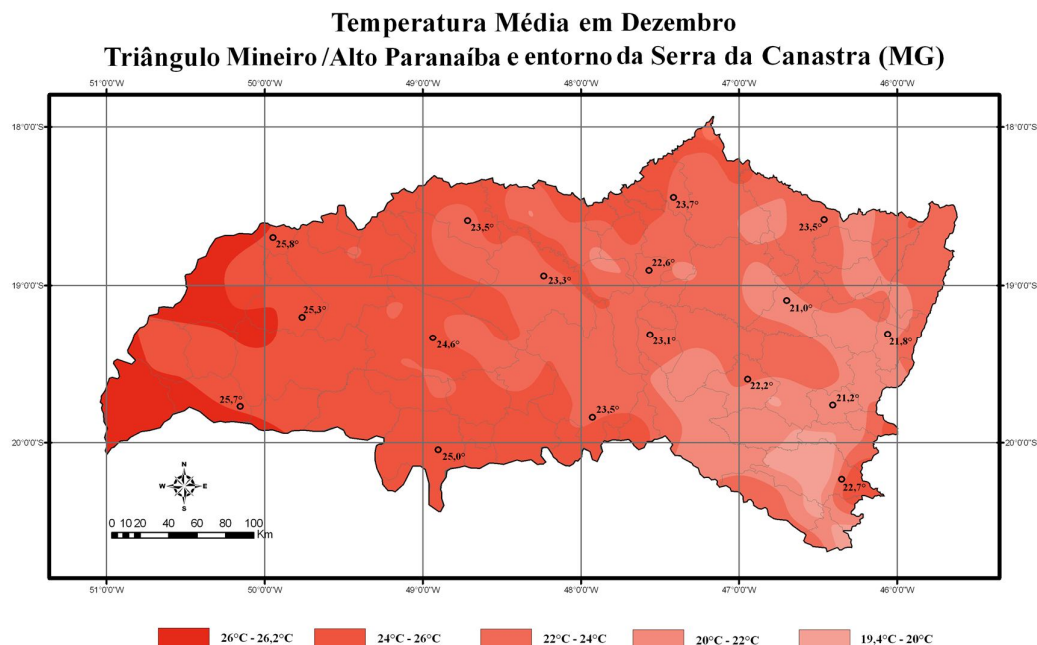
C, com valores indo desde 19,2° C até 27,0° C. Do Pontal do Triângulo, subindo pelo baixo vale do rio Grande até o rio Verde e do rio Paranaíba, até o rio da Prata é verificada a maior temperatura média entre 26° e 27°C. Na grande maioria da região as temperaturas em novembro ficaram entre 24° e 26°C, desde União de Minas até o alto vale do rio Paranaíba em Patos de Minas. Nas regiões dos chapadões entre Uberaba, Uberlândia, Tupaciguara e Prata, além da maioria do Alto Paranaíba as temperaturas oscilaram entre 22° e 24°C. No Planalto de Araxá, serras de Coromandel, do Salitre, Negra e divisor de águas do Paranaíba e São Francisco as temperaturas variaram de 20° a 22°C. A região da Serra da Canastra teve o menor valor de temperatura média no mês com valores pouco abaixo de 20°C.



Mapa 25: Elaboração e organização: Giuliano Novais.

Dezembro

Na área estudada foi observada uma variação de amplitude térmica em torno de 6,8° C, com valores indo desde 19,4° C até 26,2° C. No Pontal do Triângulo entrando pelo vale do rio São Domingos na divisa de Santa Vitória com Campina Verde é verificada a maior temperatura média em torno de 26°C. De Limeira d'Oeste, passando por toda a região central do Triângulo Mineiro, pelos vales dos rios Grande e Paranaíba, até o entorno da represa de Emborcação as temperaturas em dezembro ficaram entre 24° e 26°C. Nas regiões dos chapadões entre Uberaba, Uberlândia, Tupaciguara e Prata, além da maioria do Alto Paranaíba as temperaturas oscilaram entre 22° e 24°C. No Planalto de Araxá, serras de Coromandel, do Salitre, Negra, chapada de Indianópolis a Iraí de Minas e divisor de águas do Paranaíba e São Francisco as temperaturas variaram de 20° a 22°C. A região da Serra da Canastra teve o menor valor de temperatura média no mês com valores pouco abaixo de 20°C.

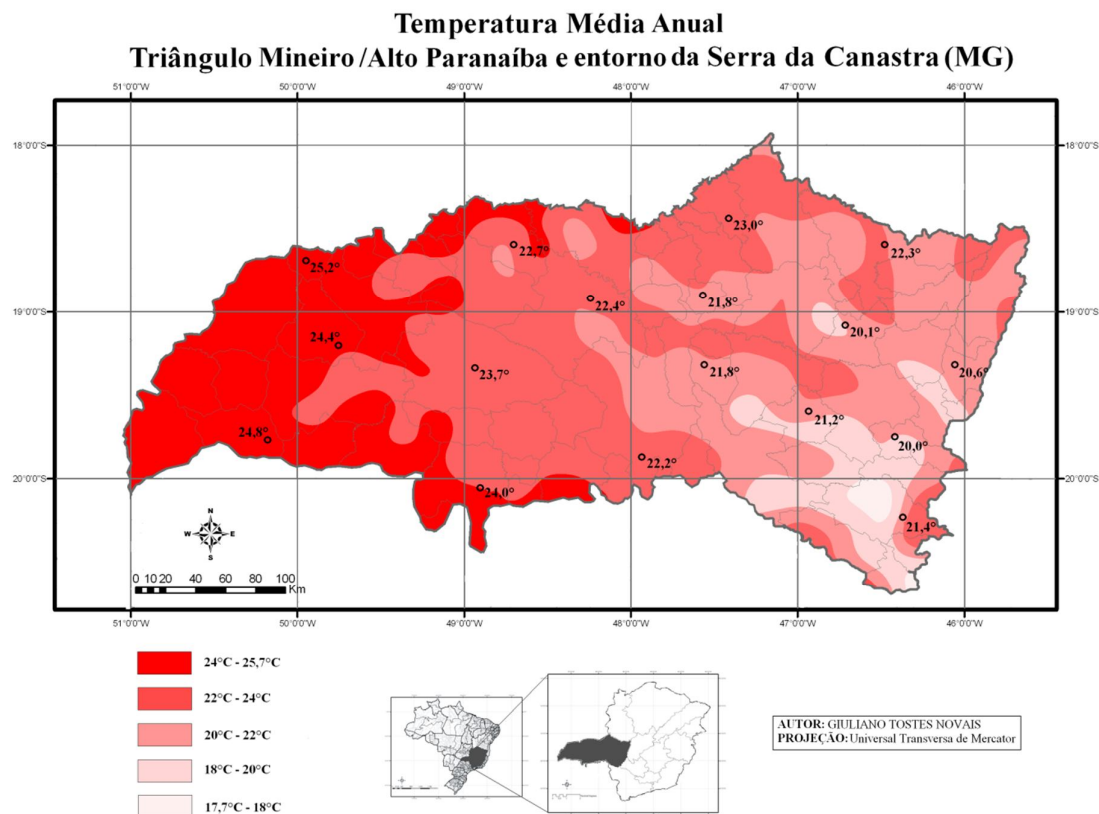


Mapa 26: Elaboração e organização: Giuliano Novais.

Anual

Na área estudada observou-se uma variação da temperatura média anual de 8,0° C, com valores indo desde 17,7° C até 25,7° C. No Pontal do Triângulo é verificada a menor variabilidade de amplitude, próxima a 2° C, com valores entre 23,5° C e 25,7° C. No Alto Paranaíba a amplitude foi próxima de 4° C, e valores entre 20,0° C e 23,9° C. No Vale do Rio Paranaíba a amplitude também foi em torno de 4° C, com temperaturas entre 21,4° C e 25,3° C. No Vale do Rio Grande a amplitude foi em torno de 3,5° C, com valores entre 21,6° C e 24,9° C. No Planalto de Araxá, a amplitude térmica foi de 4° C com temperaturas entre 19,4° C e 23,4 °C. A região da Serra da Canastra teve a maior variação de amplitude, quase 5°C, com valores situando entre 17,7° C e 22,6° C.

O caimento topográfico, relacionado ao mergulho das camadas em direção a calha do rio Paraná (na junção dos rios Paranaíba e Grande), influencia diretamente na distribuição da temperatura na área de estudo. No topo do relevo localizado a leste, na serra da Canastra e no planalto de Araxá as temperaturas ficam abaixo de 19°C em média no ano, já no pontal, a oeste, a altitude abaixo de 400 m e a continentalidade fazem a temperatura média anual subir a 26°C.



Mapa 27: Elaboração e organização : Giuliano Novais..

Temperaturas Extremas Anuais Absolutas

As temperaturas máximas e mínimas absolutas registradas em abrigo meteorológico (1,5 m de altura) foram observadas no período de 1980 a 2009 na estação meteorológica (INMET) de Uberlândia. Foram utilizadas também mais 6 estações do INMET espalhadas pela região e uma estação convencional do laboratório de climatologia da UFU em Prata, com dados de 2000 a 2009, sendo estas corrigidas pela estação de Uberlândia com leituras realizadas a mais de 30 anos. As estações convencionais utilizadas e suas respectivas coordenadas e altitude estão relacionadas no Quadro 2.

ESTAÇÃO	MUNICÍPIO	COORDENADAS; ALTITUDE
INMET 83514	Capinópolis	18.72, 49.55; 621 m
INMET 83531	Ituiutaba	18.97, 49.52; 560 m
CLIMA/UFU	Prata	19.30, 48.93; 655 m;
INMET	Frutal	20.03, 48.93; 544 m
INMET 83527	Uberlândia	18.91, 48.29; 872 m
INMET	Uberaba	19.73, 47.93; 737 m
INMET 83579	Araxá	19.06, 46.93; 1.024 m
INMET 83521	Patos de Minas	18.52, 46.43; 940 m

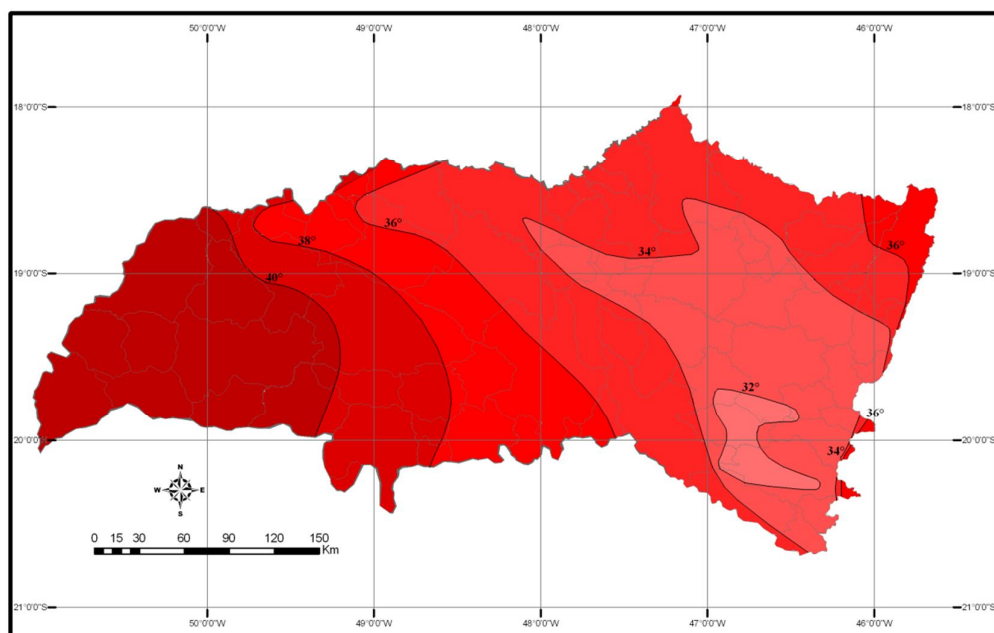
Quadro 2: Estações convencionais utilizadas nas temperaturas extremas.

A correção foi feita com a diferença em porcentagem das temperaturas registradas entre 1980-89, 1990-99 na estação de Uberlândia, com as temperaturas observadas pelas outras estações do INMET que entraram em funcionamento a partir de 2000. Por exemplo: na estação de Uberlândia a média das temperaturas extremas máximas anuais de 1980 a 1989 foi de 1,1°C (28,6%) menor que no período de 2000 à 2009, e a média dos anos de 1990 a 1999 foi de 0,9°C (23,8%) menor que no período de 2000 a 2009. Foram aplicadas essas diferenças para os outros municípios para obter as temperaturas extremas nos anos de 1980-1999 (Tabela 4).

Ano / Estações	Capinópolis		Ituiutaba		Prata		Frutal		Uberlândia		Uberaba		Araxá		Patos	
	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN
1980-1989	36,6	6,1	39,0	5,0	38,4	4,1	38,2	6,2	34,9	6,0	36,3	3,6	33,0	4,9	34,8	4,9
1990-1999	36,8	6,6	39,0	5,3	38,6	4,4	38,3	6,6	35,1	6,4	36,5	3,9	33,6	5,3	34,9	5,3
2000-2009	37,7	8,6	40,0	7,0	39,5	5,7	39,3	8,7	36,0	8,4	37,4	5,1	34,4	7,0	35,8	6,9
MÉDIA	37,0	7,1	39,3	5,8	38,8	4,7	38,6	7,2	35,3	6,9	36,7	4,2	33,7	5,7	35,2	5,7

Tabela 4: Temperaturas extremas absolutas nas estações utilizadas (1980-2009).

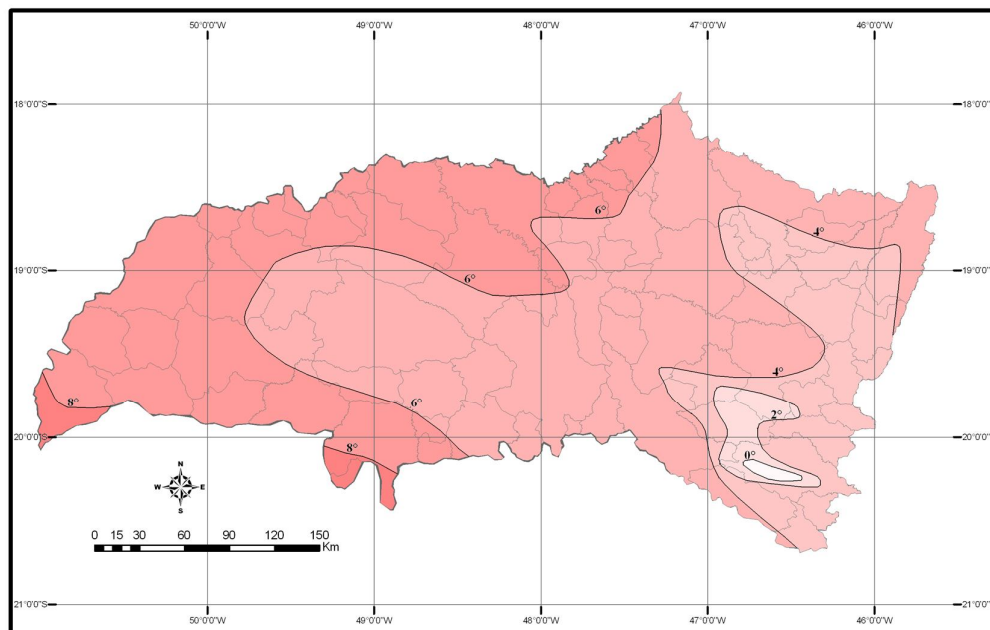
Temperatura Máxima Absoluta
Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba e entorno da Serra da Canastra (MG)



Mapa 28: Elaboração e organização: Giuliano Novais.

A temperatura máxima absoluta variou de 32 a 40 °C. Na serra da Canastra, chapadão da Zagaia e parte do planalto de Araxá atingiu o menor valor, 32°C, crescendo em direção a calha do rio Paraná (na junção dos rios Paranaíba e Grande), a oeste, aonde os valores chegam aos 40°C, registradas em sua maioria em outubro.

Temperatura Mínima Absoluta
Triângulo Mineiro /Alto Paranaíba e entorno da Serra da Canastra (MG)



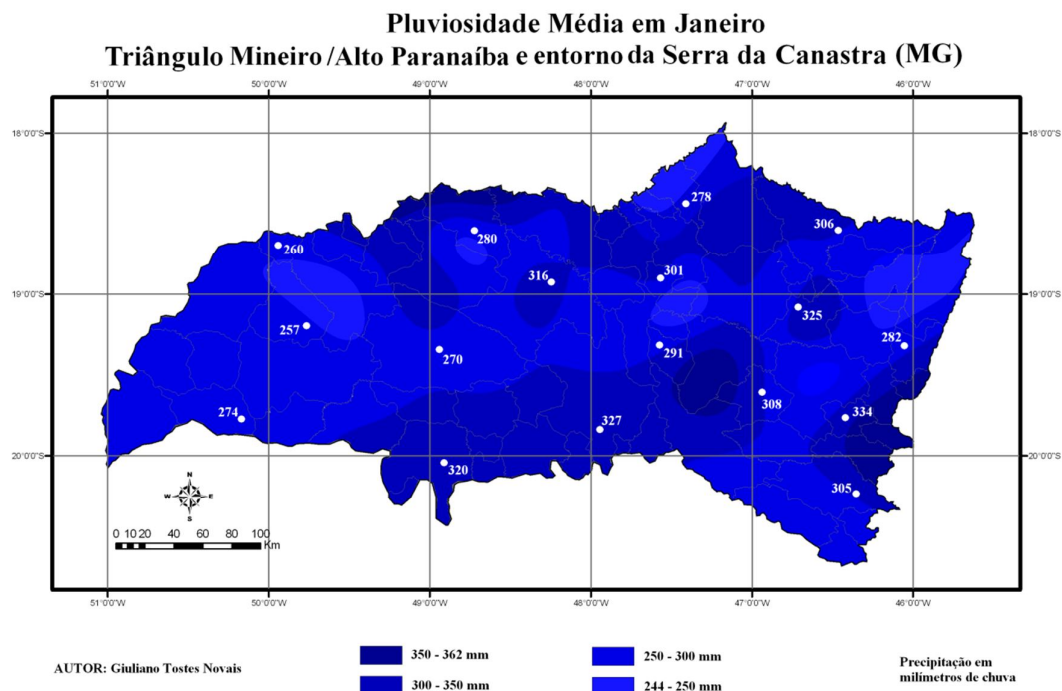
Mapa 29: Elaboração e organização: Giuliano Novais.

A temperatura mínima absoluta variou de 0 a 8 °C. Na serra da Canastra atingiu o menor valor, 0°C, e em alguns anos registrando temperaturas negativas. Estas temperaturas também crescem em direção à calha do rio Paraná (na junção dos rios Paranaíba e Grande), a oeste, aonde os valores chegam aos 8°C, registradas em sua maioria nos meses de junho (parte ocidental da área) e julho (parte oriental da área).

3.5 Análise da precipitação na região

Janeiro

A área de estudo é influenciada principalmente pela Zona de Convergência do Atlântico Sul, uma linha de instabilidade de direção noroeste-sudeste que liga a umidade vinda da Amazônia com o oceano Atlântico no litoral sudeste do país, passagens de frentes polares nesta época são raras, mas podem ocorrer. As regiões com maior pluviosidade no mês são respectivamente, o leste da serra da Canastra, abrangendo os municípios de Medeiros, Pratinha, Tapiraí, Campos Altos e Santa Rosa da Serra; o vale do rio Paranaíba entre os municípios de Araguari e Centralina; a região de Uberaba desde Conquista até Conceição das Alagoas; e a região do planalto de Araxá nos municípios de Santa Juliana, Perdizes, Sacramento e Araxá. Todas estas regiões ultrapassaram os 350 mm de chuva no mês. As regiões onde a precipitação não atingiu 250 mm foram o vale do rio da Prata entre Gurinhatã e Ituiutaba; o alto curso do rio Piedade entre Monte Alegre de Minas e Tupaciguara; as regiões de Iraí de Minas e Ibiá; na bacia do rio São Francisco, a leste da nascente do rio Paranaíba, abrangendo os municípios de Arapuaá, Carmo do Paranaíba e Tiros; e o extremo norte da área de estudo entre os municípios de Douradoquara e o norte de Coromandel. Nas outras regiões a precipitação ficou entre 250 e 350 mm.

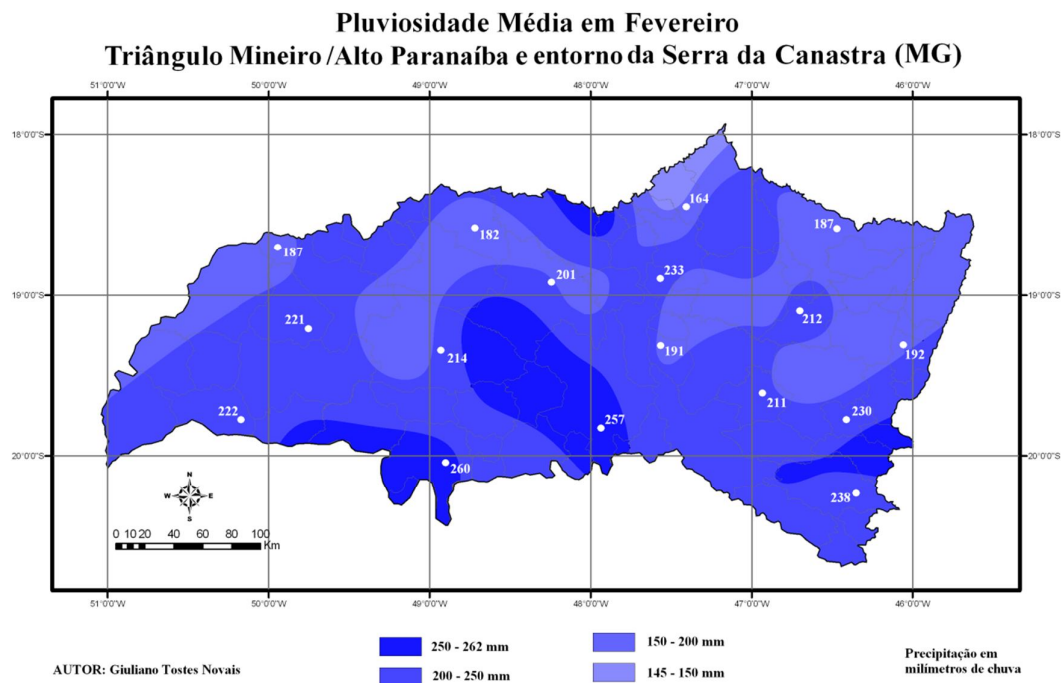


Mapa 30: Elaboração e organização: Giuliano Novais.

Fevereiro

A precipitação média mensal de fevereiro em toda a área de estudo ainda continua alta na maioria das regiões com valores acima de 200 mm. As regiões com maior pluviosidade com valores acima de 250 mm são: a serra da Canastra, do município de São Roque de Minas até Tapiraí; a região de Uberaba prolongando pelos chapadões de Veríssimo até o leste do município de Prata; o vale do rio Grande desde Frutal até São Francisco de Sales; e o norte dos municípios de Cascalho Rico e Araguari. Os menores índices com pouco abaixo de 150 mm são registrados entre Douradoquara e o norte de Coromandel. Valores entre 150 e 200 mm são observados em três regiões distintas; o baixo vale do rio Paranaíba entre Carneirinho e Ipiaçu; do extremo oeste do município de Prata passando por Monte Alegre de Minas, Tupaciguara e subindo o curso do rio Araguari até Indianópolis; e entre o

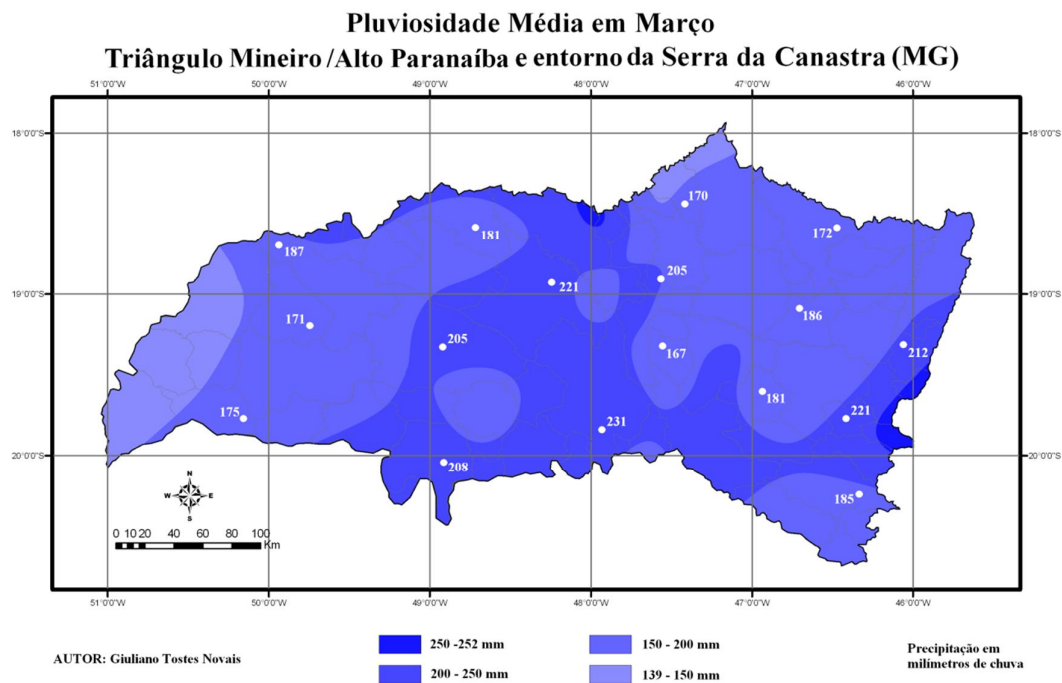
município de Santa Juliana e o extremo leste da área de estudo, excetuando a região das serras do Salitre e Negra.



Mapa 31: Elaboração e organização: Giuliano Novais.

Março

A precipitação reduz em toda área de estudo, ficando em torno de 175 mm, mas nas regiões da serra da Saudade entre Tapiraí e Santa Rosa da Serra e no centro-oeste do município de Uberaba ainda continua alta com valores acima de 250 mm, as chamadas “chuvas de março”. No pontal do Triângulo e no norte dos municípios de Abadia dos Dourados e Coromandel a precipitação é abaixo de 150 mm. Nas estações pluviométricas especificadas no mapa a maior quantidade de chuva foi registrada em Uberaba com 258 mm e a menor quantidade em Abadia dos Dourados com 170 mm.

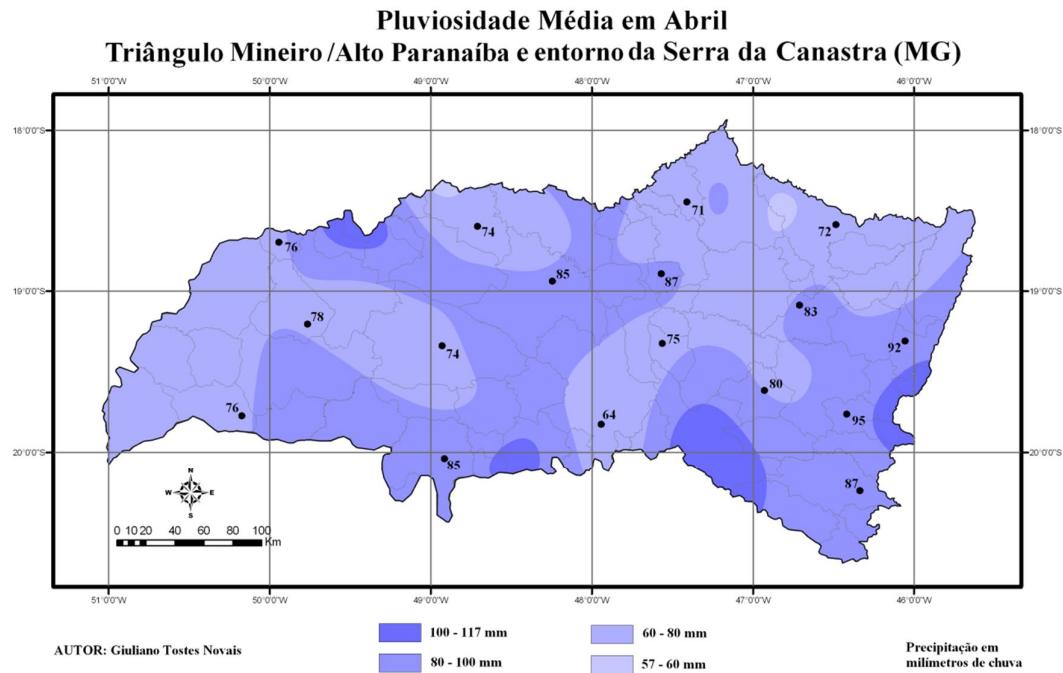


Mapa 32: Elaboração e organização: Giuliano Novais.

Abril

A atuação da Frente Polar Atlântica (FPA) começa a atingir a área de estudo e as linhas de instabilidade vindas da Amazônia cessam. Geralmente abril é um mês de transição entre a estação chuvosa e a seca e em algumas regiões fica até difícil caracterizar o mês – em muitos anos abril é chuvoso e em outros ele pode ser considerado seco. Os valores médios ficam em torno de 80 mm. Na análise espacial das chuvas sobre a área de estudo as regiões com menores índices pluviométricos são respectivamente o leste de Coromandel e o oeste de Patos de Minas, lugar denominado de serra do Pântano, e também no norte do município de Tupaciguara onde os valores são abaixo de 60 mm. As maiores precipitações ocorrem na serra da Saudade entre os municípios de Tapiraí, Medeiros, Campos Altos e Santa Rosa da Serra; em praticamente todo o município de Sacramento oeste de Tapira e

oeste de Delfinópolis no vale do Rio Grande entre os municípios de Planura e Conceição das Alagoas e no entorno da represa de Cachoeira Dourada nos municípios de Capinópolis, Cachoeira Dourada e Canápolis, são registrados mais de 100 mm (em média) de chuva no mês.

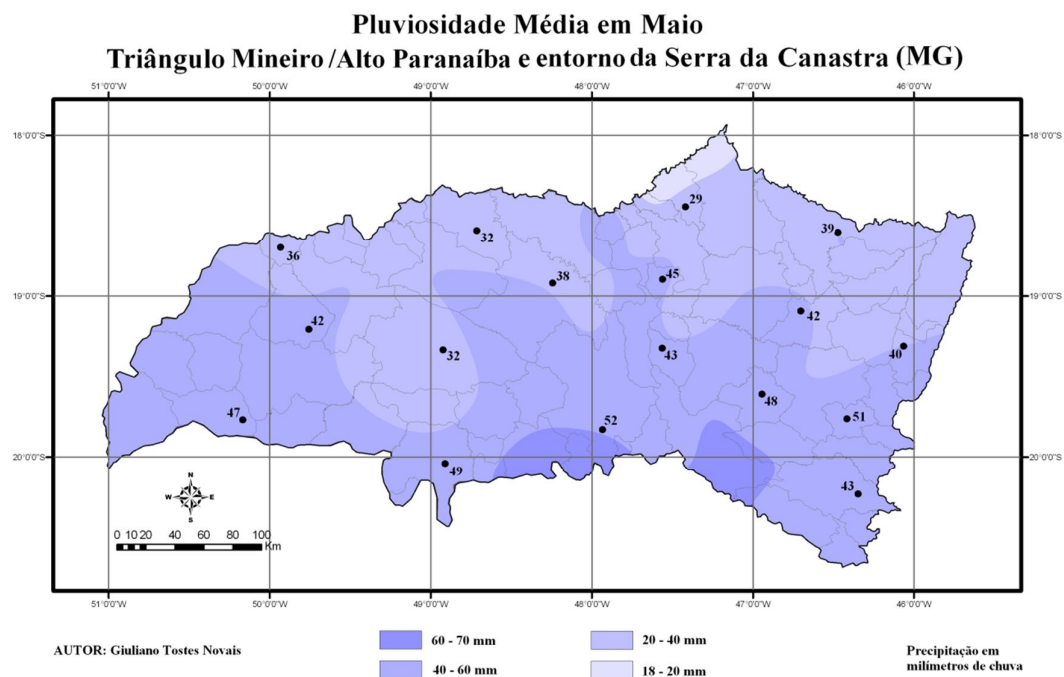


Mapa 33: Elaboração e organização: Giuliano Novais.

Maio

A precipitação diminui bruscamente, indicando o começo da estação seca no Brasil Central, onde o Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba está inserido. As precipitações são originadas quase exclusivamente das frentes frias, que acompanham a Massa Polar Atlântica vinda do sul. Isso explica a concentração das chuvas na porção sul da área de estudo, principalmente nas escarpas meridionais da serra da Canastra nos municípios de São Roque de Minas, Delfinópolis, Tapira e Sacramento, e também no vale do rio Grande, desde Delta, passando por Uberaba, Água Comprida e indo até Conceição das

Alagoas. Nestas regiões a precipitação média mensal em maio ultrapassa os 60 mm e ainda não é considerado um mês seco, pois a pluviosidade média é maior que o dobro da temperatura média no mês, índice usado por NIMER (1979) para definição de mês seco. As regiões com menor precipitação estão na porção norte, desde Comendador Gomes passando por Prata e todo o médio e alto vale do Paranaíba com pluviosidade média entre 20 e 40 mm, atingindo o valor abaixo de 20 mm no extremo norte de Coromandel e Abadia dos Dourados, já considerada a região mais seca da área de estudo. No restante da área a precipitação fica entre 40 e 60 mm.

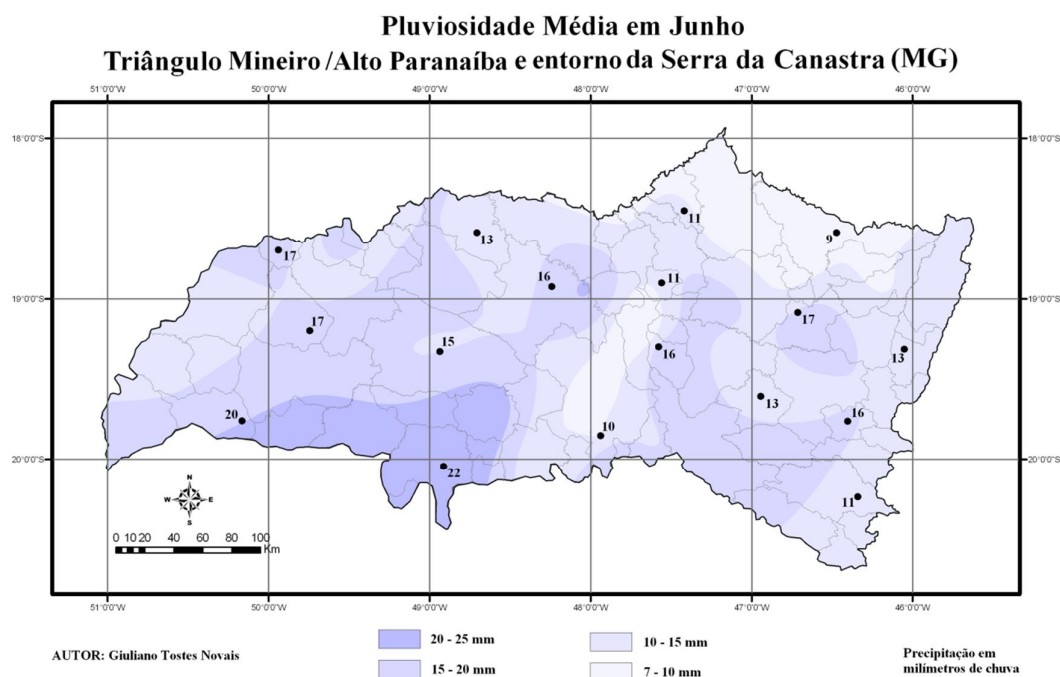


Mapa 34: Elaboração e organização: Giuliano Novais.

Junho

A atuação da Massa Polar Atlântica (MPA) faz o ar seco predominar sobre toda a região. É o inverno no Brasil Central, onde as precipitações são mínimas (é comum a ausência de registro de precipitações durante o mês de

junho na região) e as temperaturas diminuem. A pluviosidade média fica em torno de 15 mm, chegando a valores inferiores a 10 mm em todo o nordeste da área de estudo desde o entorno da represa de Emborcação, no rio Paranaíba, passando por Coromandel, Guimarães, Patos de Minas, Lagoa Formosa e chegando até Carmo do Paranaíba; e também numa faixa que vai de Uberaba a Romaria, passando por Nova Ponte. Os maiores índices, com precipitações pouco acima de 20 mm, concentram-se no vale do rio Grande entre Planura, Pirajuba, Campo Florido, Comendador Gomes, Itapagipe, São Francisco de Sales e Iturama. Nas estações pluviométricas especificadas no mapa a maior quantidade de chuva foi registrada em Frutal com 27 mm e a menor quantidade em Patos de Minas com 9 mm em média.

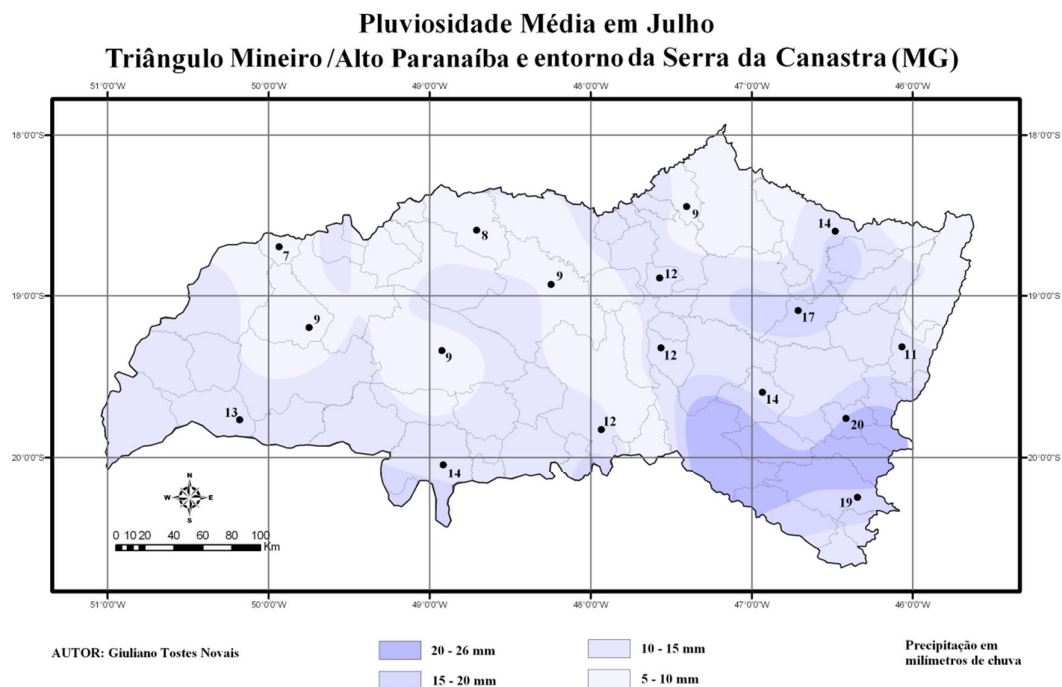


Mapa 35: Elaboração e organização: Giuliano Novais.

Julho

As áreas de alta pressão advindas da Massa Polar Atlântica chegam ao seu auge, ocasionando os menores índices pluviométricos do ano. As

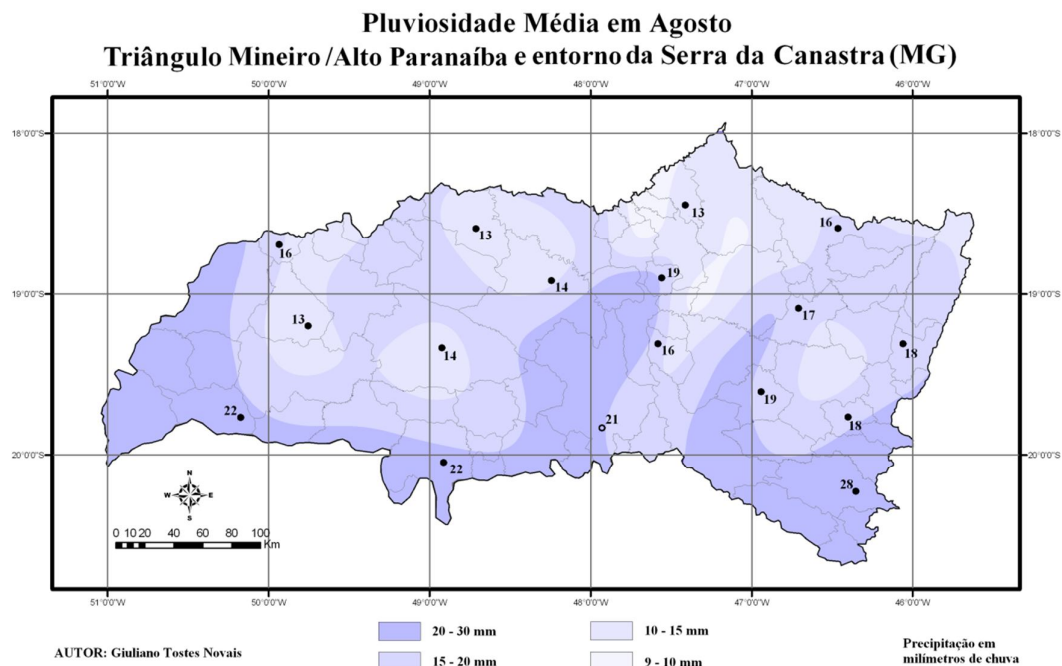
precipitações médias abaixo de 10 mm agora atingem desde Santa Vitória no oeste da área de estudo, passando por Gurinhatã, Ituiutaba, Prata, norte de Monte Alegre de Minas, Tupaciguara, Araguari, Uberlândia, Indianópolis, Nova Ponte e Uberaba, além de todo o município de Coromandel e parte dos municípios de Abadia dos Dourados, Patos de Minas, Tiros e Matutina. A ausência de chuva no mês de julho é comum por vários anos nestas regiões, sendo que o índice pluviométrico utilizado neste estudo é uma média de 30 anos. A chuva se concentra nas regiões da serra da Canastra e do Planalto de Araxá, desde Sacramento até Campos Altos, as regiões de maior altitude da área de estudo, com valores pouco acima de 20 mm. No restante da área a precipitação média varia entre 10 e 20 mm, destacando as regiões das serras do Salitre e Negra.



Mapa 36: Elaboração e organização: Giuliano Novais.

Agosto

Os índices de umidade relativa do ar são os mais baixos do ano podendo chegar entre 15 e 30% durante à tarde nos dias mais quentes, ocasionando inúmeros focos de queimadas por toda a área de estudo, mas a precipitação começa a aumentar na porção meridional. A maior pluviometria, acima de 20 mm, é registrada no pontal do Triângulo, no vale do rio Grande desde Iturama até Uberaba, seguindo por este município até Indianópolis, passando por Nova Ponte e pelo sul do município de Uberlândia; e também numa faixa que vai desde Perdizes, passando por Araxá, pelos municípios da serra da Canastra indo até Santa Rosa da Serra. Esta última região com precipitação influenciada pelo relevo. As regiões mais secas, com chuva mensal abaixo de 10 mm em média, situam-se entorno da represa de Emborcação, nos municípios de Grupiara, Monte Carmelo, Douradoquara e Abadia dos Dourados, além de uma faixa que vai de Iraí de Minas até Coromandel. O restante da área de estudo a precipitação média fica entorno de 12 mm.

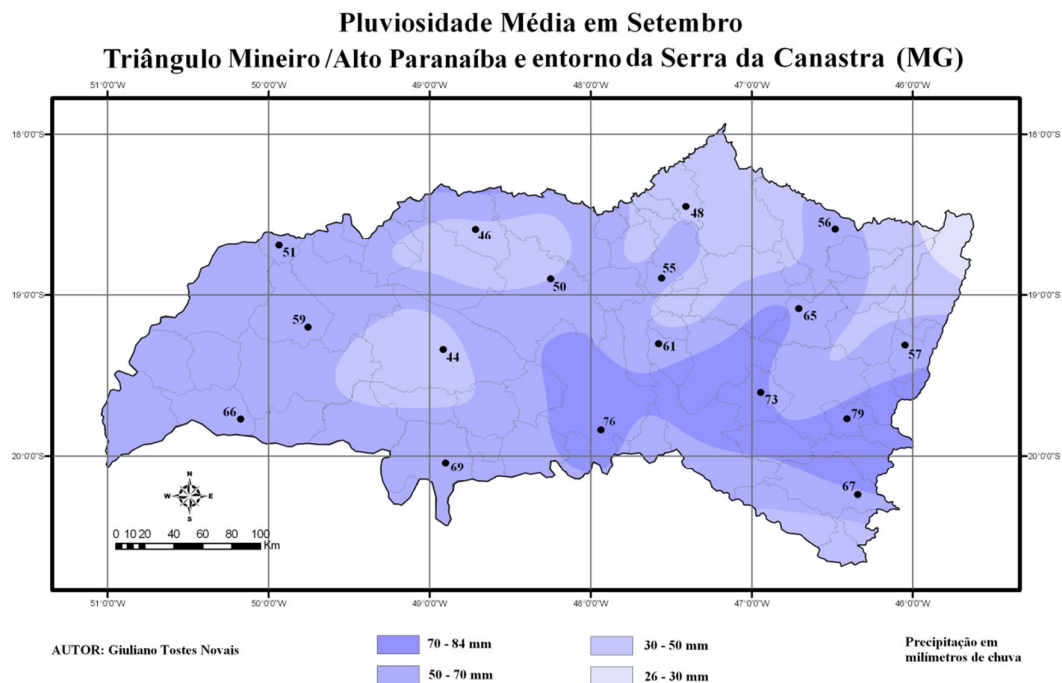


Mapa 37: Elaboração e organização: Giuliano Novais.

Setembro

Geralmente em 20% dos anos, setembro já pode ser considerado um mês úmido devido a antecipação da estação chuvosa. A precipitação média começa a aumentar na área de estudo por ocasião da passagem de frentes frias mais úmidas, e algumas regiões começam a sair do período de estiagem com índices pluviométricos acima de 70 mm na faixa que vai desde Uberaba, passando por Sacramento, Perdizes, Patrocínio, Serra do Salitre, Araxá, Tapira, São Roque de Minas, Pratinha, Medeiros e Campos Altos. Estas regiões coincidem com as áreas mais elevadas de altitude acima de 1.000 m, como a serra da Canastra, planalto de Araxá, serra da Saudade, serra Negra e serra do Salitre. A região com menor precipitação no mês (abaixo de 30 mm) fica no extremo nordeste da área de estudo (norte do município de Tiros), influenciada ainda por áreas de alta pressão do centro do Estado que deixam o

céu limpo. A pluviosidade média entre 30 e 70 mm toma conta do restante da área.

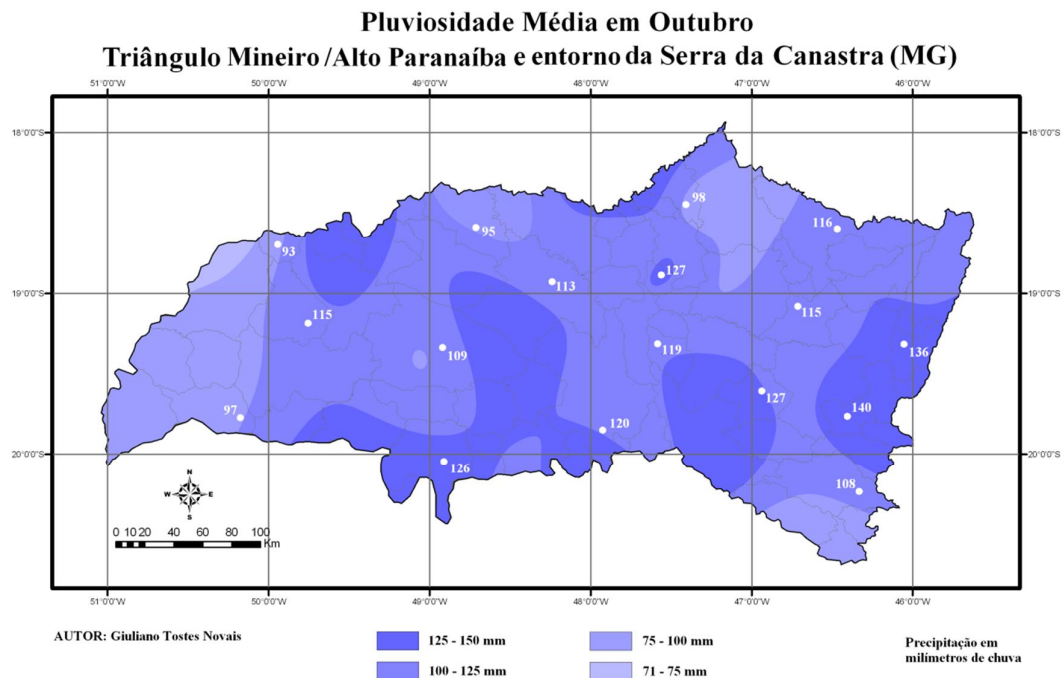


Mapa 38: Elaboração e organização: Giuliano Novais.

Outubro

O mês é marcado por chuvas e trovoadas é o fim da estação seca e o começo da estação chuvosa que vai até abril. As linhas de instabilidade começam a se formar novamente, ligando a Massa Equatorial Continental (MEC) a noroeste à Massa Tropical Atlântica (MTA) a sudeste. As maiores precipitações (acima de 125 mm em média estão localizadas em seis regiões distintas, entre os municípios de Sacramento, Santa Juliana, Perdizes, Araxá e Tapira; no extremo leste da área de estudo de Medeiros a Tiros; região do interflúvio entre as bacias do rio Paranaíba e a do rio São Francisco; no vale do rio Grande adentrando pelo vale do rio Tejuco nos municípios de Prata, Uberlândia e Monte Alegre de Minas; pela região que vai de Ituiutaba até

Cachoeira Dourada; também no entorno da represa de Emborcação e no planalto de Romaria. O extremo noroeste do município de Santa Vitória, no pontal, é a região onde a precipitação média mensal é a mais baixa, com índice médio abaixo de 75 mm. Vale destacar outras regiões com pouca precipitação (entre 75 e 100 mm) para o mês como o pontal do Triângulo, norte dos municípios de Tupaciguara e Araguari e entre os municípios de Patrocínio, Abadia dos Dourados, Coromandel e Patos de Minas. No restante da área de estudo a pluviosidade média para o mês fica entre 100 e 125 mm.

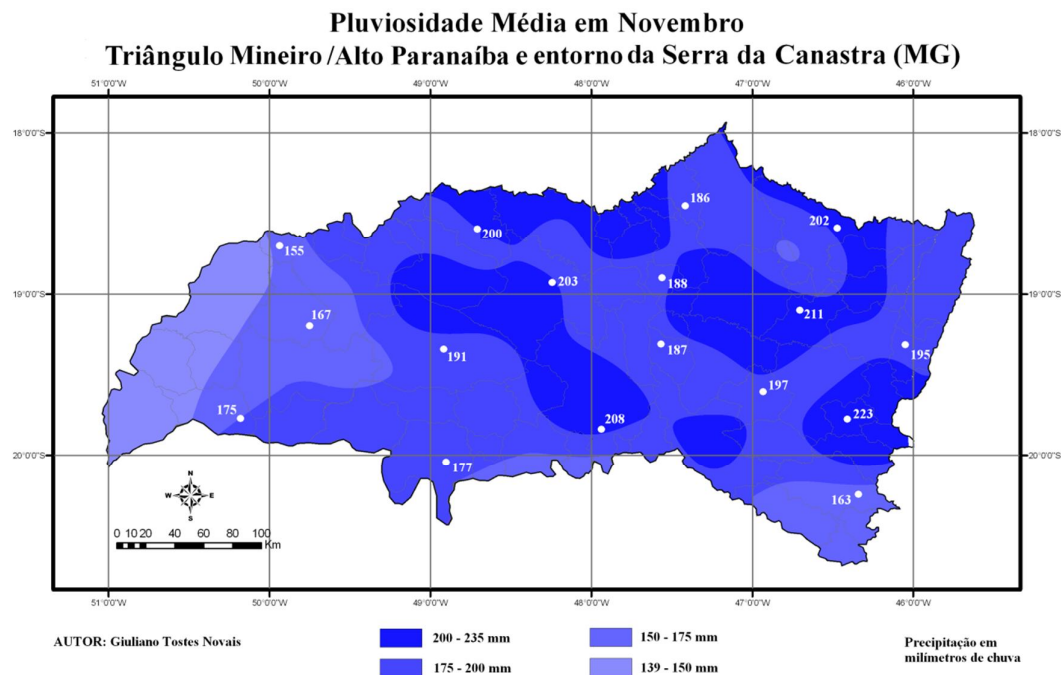


Mapa 39: Elaboração e organização: Giuliano Novais.

Novembro

A chuva se intensifica neste mês e várias regiões acumulam precipitações acima de 200 mm, como o vale do rio Tejuco, que vai de Uberaba, passa por Veríssimo, Prata, Uberlândia e Monte Alegre de Minas; o médio vale do rio Paranaíba de Abadia dos Dourados a Tupaciguara; a faixa

que vai da bacia do rio Quebra-anzol passa pelas serra do Salitre e Negra e chega até o norte de Patos de Minas; o extremo leste da área de estudo e o município de Sacramento. A região com menor pluviosidade, abaixo de 150 mm é o pontal do Triângulo. Nas outras regiões a precipitação fica entre 150 e 200 mm em média.

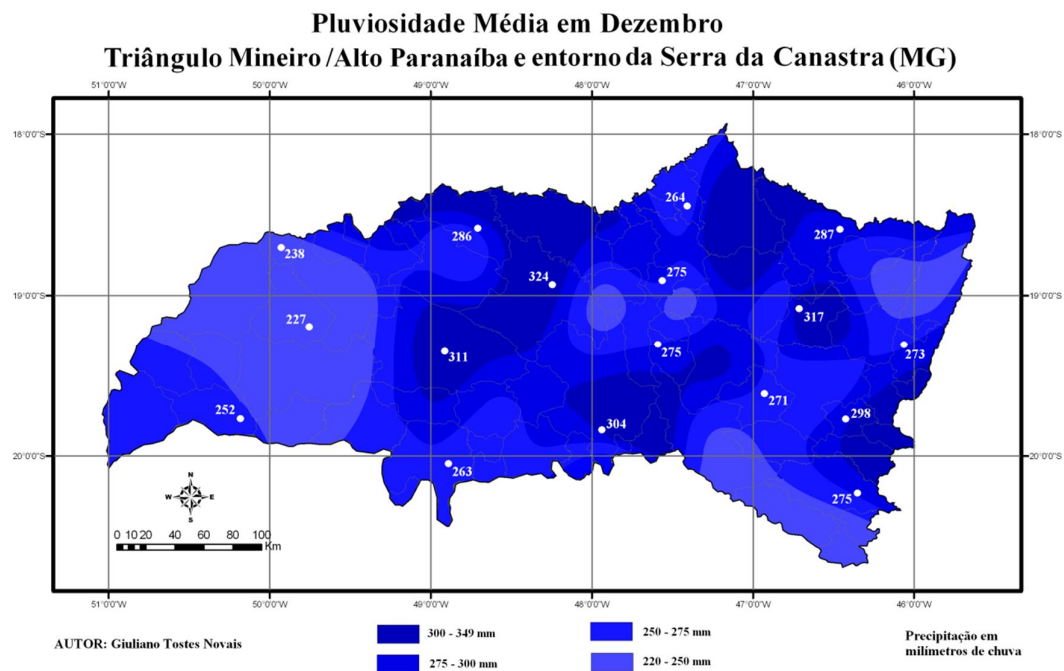


Mapa 40: Elaboração e organização: Giuliano Novais.

Dezembro

O mês é marcado por grande precipitação diária, chegando a 75% dos dias no mês. A maior quantidade de chuva (acima de 300 mm) é registrada em cinco regiões diferentes: a primeira abrange todo o médio vale do rio Paranaíba de Centralina a Cascalho Rico, passando por Araguari, Uberlândia e chegando até o município de Prata; a segunda vai de Uberaba, passa por Conquista, pelo oeste do município de Sacramento e chega até Perdizes; a terceira engloba as serras do Salitre e Negra; outra vai desde o norte do município de Patrocínio e

chega ao norte de Patos de Minas passando por Coromandel; e a última região de maior precipitação é o leste da serra da Canastra entre os municípios de São Roque de Minas e Santa Rosa da Serra. De São Francisco de Sales a Santa Vitória a precipitação média fica abaixo de 250 mm, enquanto no restante da área de estudo a pluviosidade está entre 250 e 300 mm.

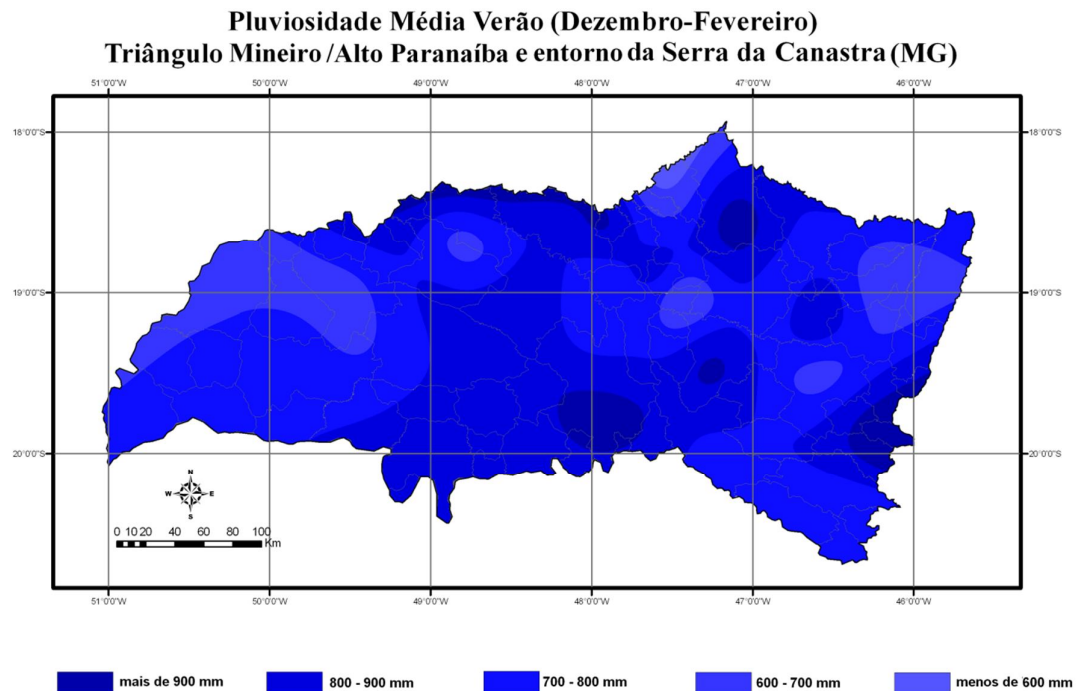


Mapa 41: Elaboração e organização: Giuliano Novais.

Verão (Dezembro-Fevereiro)

Estação do ano que concentra os maiores índices pluviométricos, com mais de 60% da precipitação anual, típico do clima Tropical. A Zona de Convergência do Atlântico Sul é o principal fenômeno de ocorrência de chuvas. As áreas acima de 900 mm na estação ficam localizadas no município de Uberaba; médio vale do rio Paranaíba entre Araporã e Cascalho Rico; serra de Coromandel e extremo leste da área de estudo entre Medeiros e Santa Rosa da Serra. As áreas com menor precipitação abaixo de 600 mm localizam-se desde o município de Santa Vitória até o baixo curso dos rios Tejuco e da

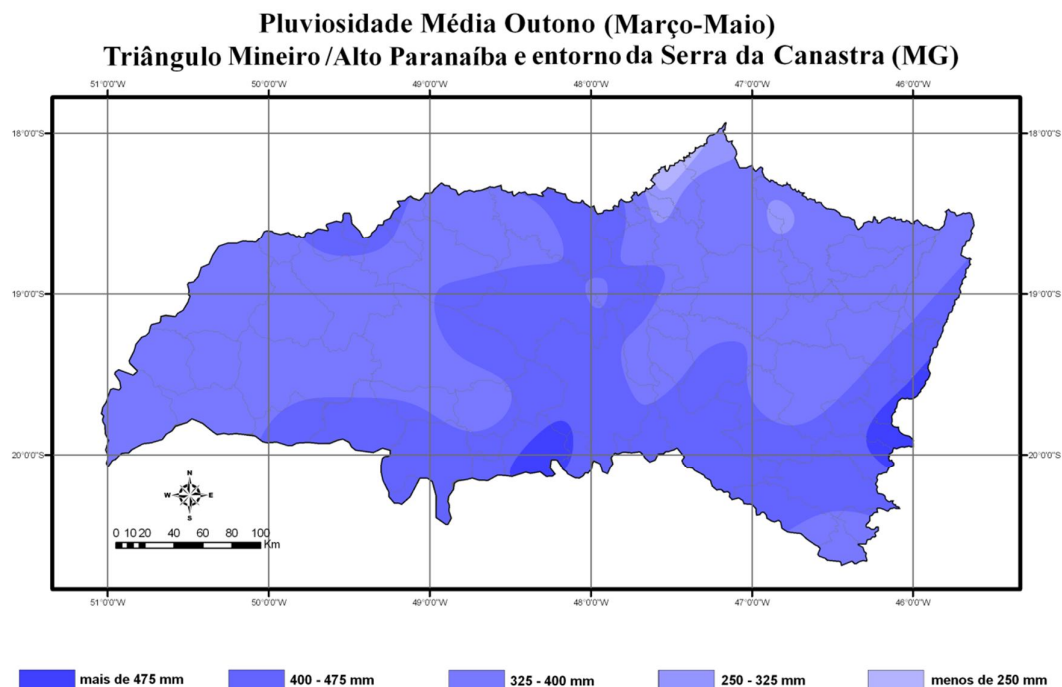
Prata; em pontos isolados dos municípios de Monte Alegre de Minas, Tupaciguara, Iraí de Minas e Ibiá, e também no extremo nordeste da área de estudo. Nas outras regiões a pluviosidade média varia de 600 a 900 mm para a estação.



Mapa 42: Elaboração e organização: Giuliano Novais.

Outono (Março-Maio)

As precipitações têm origem principalmente das frentes frias vindas do sul do país. O maior índice pluviométrico é registrado em Conceição das Alagoas e também no extremo leste da área de estudo com valores acima de 475 mm. O menor valor fica no norte dos municípios de Abadia dos Dourados e Coromandel com valores médios abaixo de 250 mm. No restante da região a precipitação pluviométrica fica entre 250 e 475 mm.

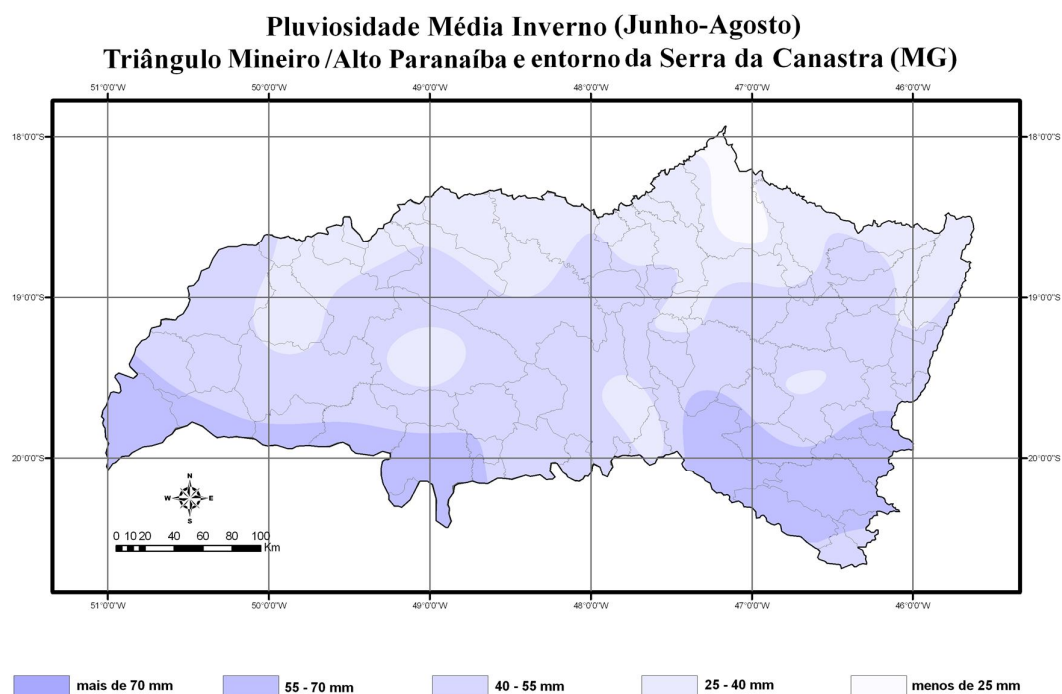


Mapa 43: Elaboração e organização: Giuliano Novais.

Inverno (Junho-Agosto)

A influência da massa polar atlântica provoca a escassez de chuvas na região. Não é raro observar em alguns municípios da região de estudo, a ausência de chuvas durante a estação de inverno, podendo em alguns anos excepcionais esse período atingir 100 dias ou mais de falta de precipitação.

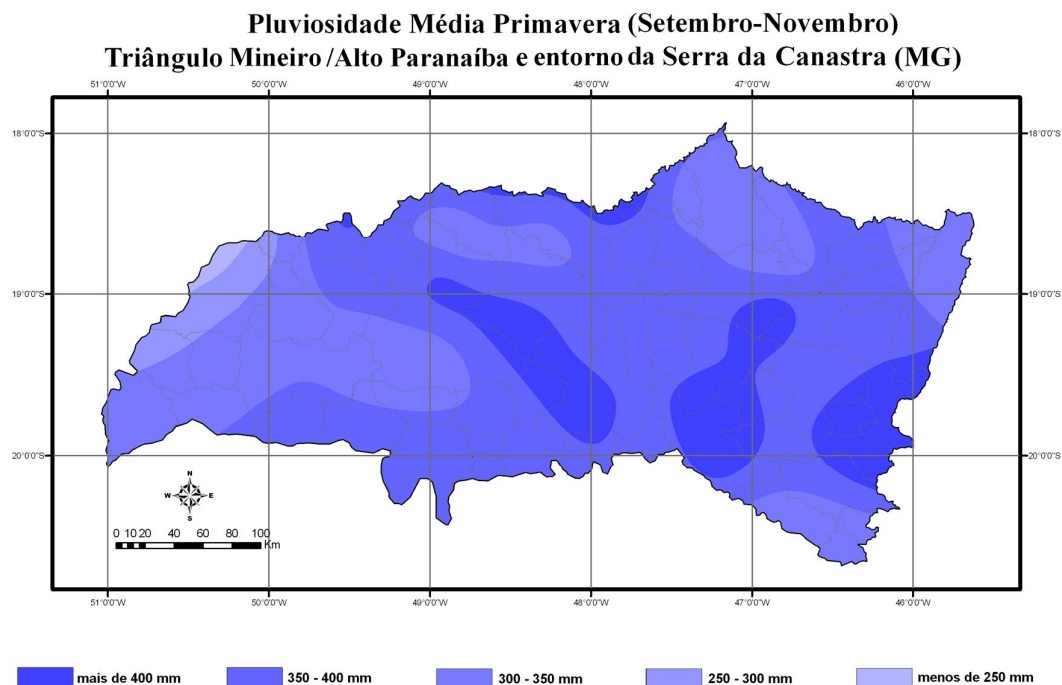
Valores acima de 70 mm são raros e localizam-se, sobretudo na poção sul da área de estudo no vale do rio Grande entre Carneirinho e Planura; e também no entorno da serra da Canastra, onde a topografia provoca chuvas orográficas. A região com menor índice pluviométrico fica praticamente em todo o município de Coromandel com valores abaixo de 25 mm. No restante da região os valores ficam entre 25 e 70 mm.



Mapa 44: Elaboração e organização: Giuliano Novais.

Primavera (Setembro-Novembro)

A Zona de Convergência do Atlântico Sul volta a aparecer e juntamente com as frentes frias provocam chuvas torrenciais lavando o solo da região castigado pela seca de inverno. Os maiores valores pluviométricos acima de 400 mm localizam-se no município de Uberaba seguindo pelo vale do rio Tejuco até a divisa de Prata com Monte Alegre de Minas; no vale do rio Paranaíba entre Cachoeira Dourada e a represa de Emborcação; e numa faixa que vai desde o município de Sacramento até Serra do Salitre e no extremo leste da área de estudo desde Ibiá até São Gotardo. Valores inferiores a 250 mm são encontrados no município de Santa Vitória nas margens da represa de São Simão. Nas outras regiões os valores ficam entre 250 e 400 mm.



Mapa 45: Elaboração e organização: Giuliano Novais.

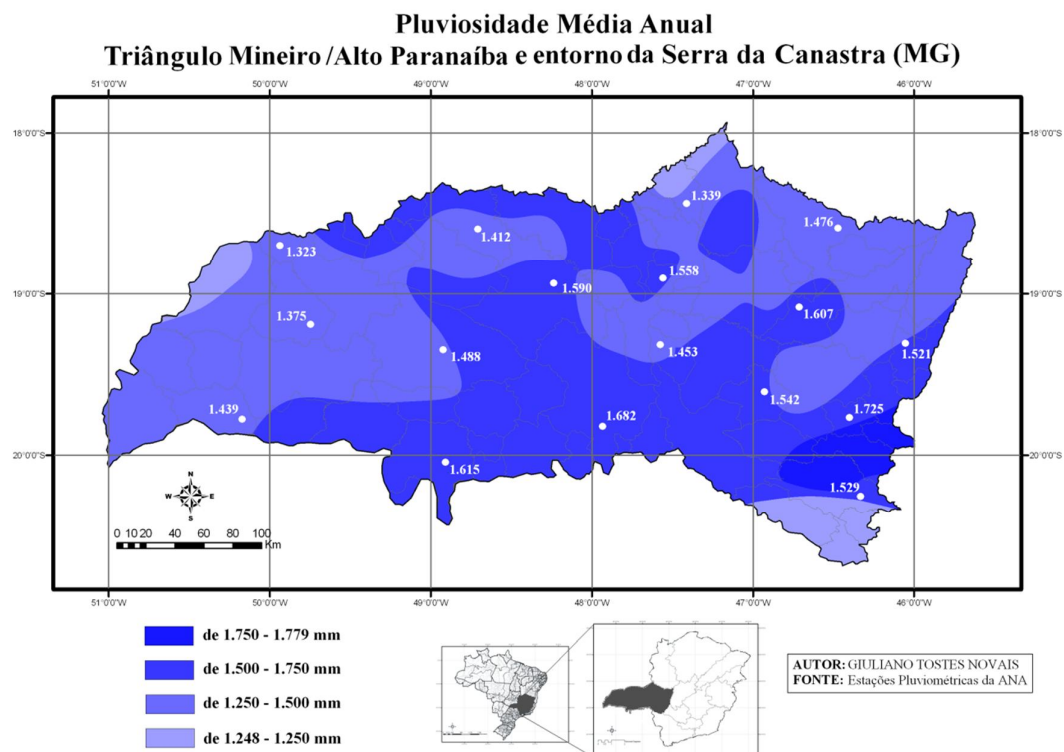
Anual

O mapa de pluviosidade média anual (Mapa 45) possibilitou analisar a abrangência geográfica dos campos homogêneos, materializando os valores de chuva em forma de mapas georreferenciados.

Na área de estudo da Mesorregião do Triângulo/Alto Paranaíba e Serra da Canastra, a região com maior pluviosidade, em parte influenciada pelo relevo, foi o norte da Serra da Canastra, nos municípios de São Roque de Minas, Tapira, Pratinha, Medeiros, Tapiraí, Campos Altos e Santa Rosa da Serra, onde obtiveram valores acima de 1.750 mm de chuva anual. A região com menor valor, menos de 1.250 mm anuais, foi a de Santa Vitória no Pontal do Triângulo e também o norte dos municípios de Abadia dos Dourados e Coromandel, no Alto Paranaíba. Valores entre 1.250 e 1.500 mm ocorrem no restante do Pontal do Triângulo, médio Vale do Paranaíba, região da represa

de Nova Ponte e extremo nordeste do Alto Paranaíba. No Vale do Rio Grande, Planalto de Araxá, Serras do Salitre e Negra, nos municípios de Uberlândia, Romaria, Estrela do Sul e Coromandel, além da região de Cachoeira Dourada obtiveram números de pluviosidade média anual entre 1.500 e 1.750 mm.

A altitude e a rugosidade na região influenciam diretamente na distribuição espacial das chuvas e na diminuição da umidade de leste para oeste. A região de Santa Vitória é a que apresenta as menores alturas pluviométricas e as altitudes do entorno da serra da Canastra e do planalto de Araxá fazem com que as chuvas sejam, em grande parte, de origem orográficas e que a maior pluviosidade se concentre ali.



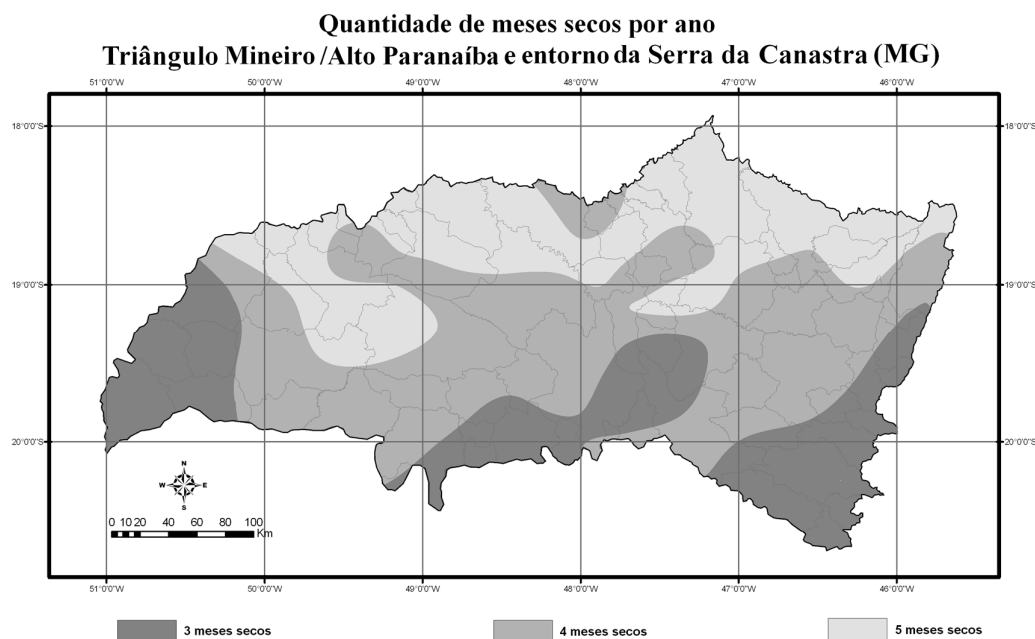
Mapa 46: Elaboração e organização: Giuliano Novais.

Quantidade de meses secos no ano

De acordo com NIMER (1979), para ser considerado um mês seco o valor da precipitação média mensal tem de ser menor que o dobro do valor da temperatura média mensal. Por exemplo, se um mês a precipitação foi de 49 mm e a temperatura média foi 25°C, o dobro de 25 = 50, é maior que o valor da precipitação, por tanto o mês é considerado seco.

Como se vê no mapa 46, a quantidade de meses secos por ano reflete a característica de um clima Tropical Semi-úmido na maior parte da área. Os três meses secos que são identificados no mapa sugerem um clima mais úmido, de acordo com NIMER (1979), abrangendo o extremo pontal; o vale do rio Grande desde Fronteira até Uberaba e seguindo até o sul do município de Perdizes, e a região da serra da Canastra subindo pela serra da Saudade até o sul do município de Tiros.

O período de quatro meses secos ocupa a faixa centro meridional da área de estudo, com exceção do entorno da represa de Emborcação. Já os cinco meses de seca atingem todo o norte da região e adentrando pelo vale do rio da Prata até o município de Prata.



Mapa 47: Elaboração e organização: Giuliano Novais.

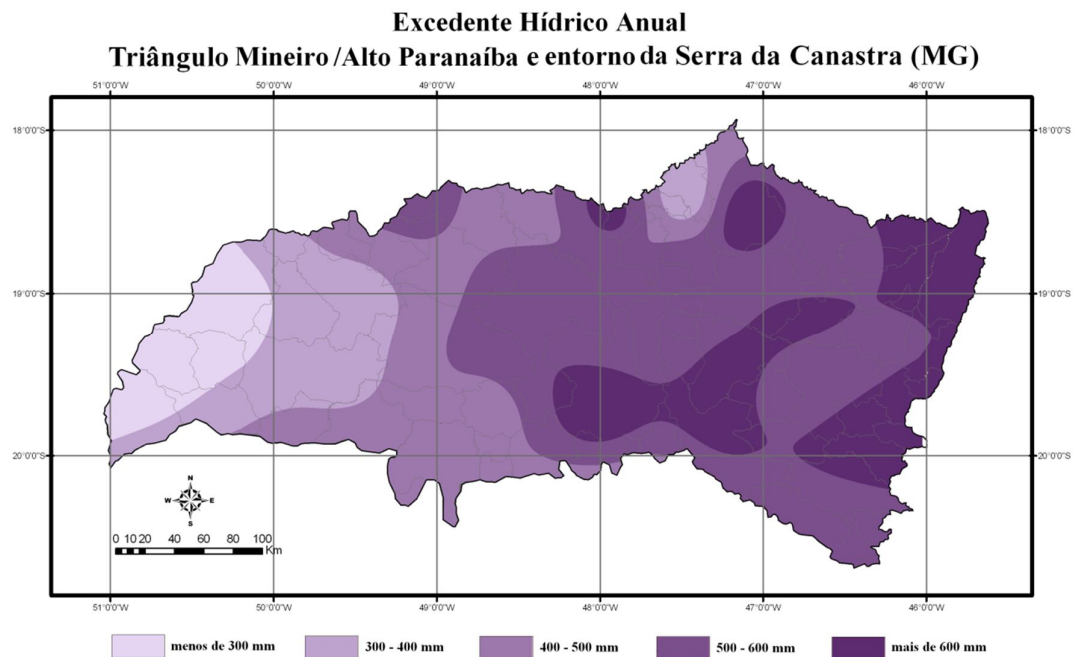
Excedente hídrico anual

Por excedente hídrico entende-se a diferença entre a precipitação e a evapotranspiração potencial quando o solo atinge sua capacidade máxima de retenção de água (neste caso 100 mm), isto é, a água do solo acima da capacidade de retenção sujeita à drenagem.

No cálculo do balanço hídrico foi considerado o valor de 100 mm para a máxima capacidade de água disponível no solo. A escolha deste valor obedeceu essencialmente à razão de que a grande maioria dos solos da região é do tipo latossolo, cuja capacidade de armazenamento de água é baixa.

Os menores valores de excedente hídrico anual (menores que 300 mm) estão no baixo vale do Paranaíba, região mais quente e por isso onde tem a maior evapotranspiração, Carneirinho até Santa Vitória. Logo após esta área, seguindo na direção ao leste, o excedente sobe para valores entre 300 e 400

mm atingindo o extremo oeste do município de Prata e também uma pequena porção do norte do município de Abadia dos Dourados. Na parte central do Triângulo Mineiro ficam em torno de 400 e 500 mm; já na maioria da região do leste do município de Prata até Rio Paranaíba os valores crescem para mais de 500 e menos de 600 mm. Os maiores excedentes hídricos anuais estão localizados nas regiões mais frias como a serra da Canastra, Planalto de Araxá, serras de Coromandel, Negra, do Salitre e da Saudade com valores maiores que 600 mm (Mapa 47).



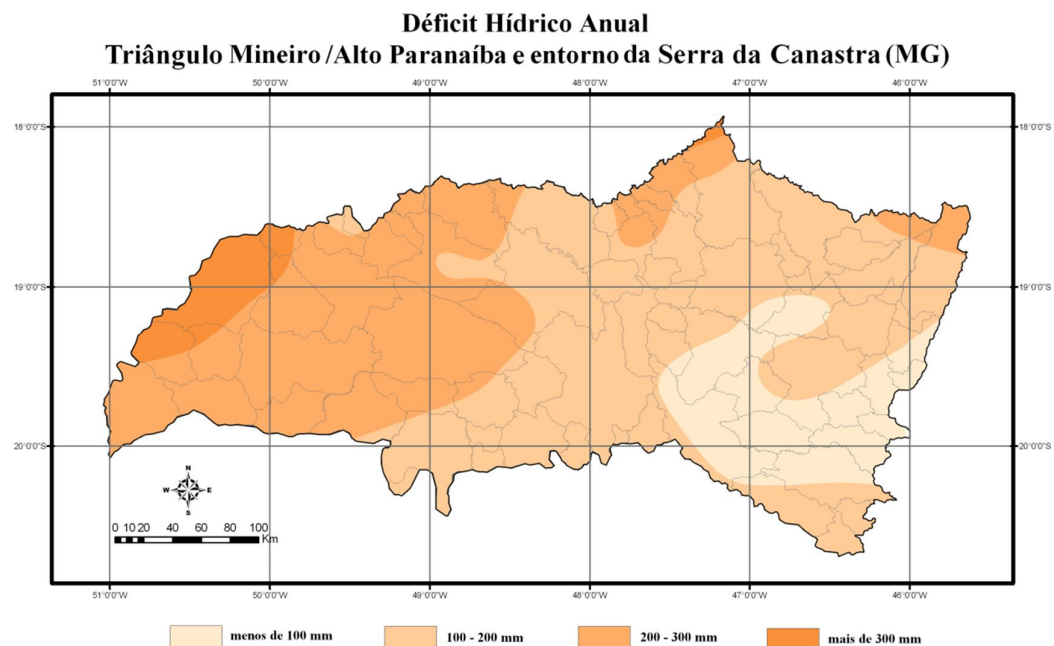
Mapa 48: Elaboração e organização: Giuliano Novais

Déficit hídrico anual

Diferença entre a evapotranspiração potencial e a real, isto é, a quantidade de água que poderia ser evapotranspirada se a umidade no solo fosse disponível pela planta. Também foi considerado o valor de 100 mm para

a máxima capacidade de água disponível no solo para o cálculo do balanço hídrico.

Os maiores valores de déficit hídrico anual, acima de 300 mm, seguem o gradiente térmico sendo o baixo vale do Paranaíba a região mais quente, também é onde se tem o maior déficit hídrico anual. A parte centro-ocidental da área de estudo possui valores entre 200 e 300 mm. De Monte Alegre de Minas até Tiros no extremo leste da região os valores estão entre 100 e 200 mm. A parte mais alta e mais fria é onde se observa os menores índices de deficiência hídrica, abaixo de 100 mm, como a serra da Canastra, planalto de Araxá e serras da Saudade e do Salitre (Mapa 48).



Mapa 49: Elaboração e organização: Giuliano Novais

3.6 Regime dos ventos na região

A distribuição geral dos ventos sobre o Brasil é controlada pelos aspectos da circulação geral planetária da atmosfera próxima. Dentre esses aspectos, sobressaem os sistemas de alta pressão Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul e do Atlântico Norte e a faixa de baixas pressões da Depressão Equatorial (Figura 6). A posição média da Depressão Equatorial estende-se de oeste a leste ao longo da região Norte do Brasil e sobre o Oceano Atlântico adjacente. Ela coincide com a localização e orientação da Bacia Amazônica, no centro da qual existe uma faixa persistente de baixas pressões.

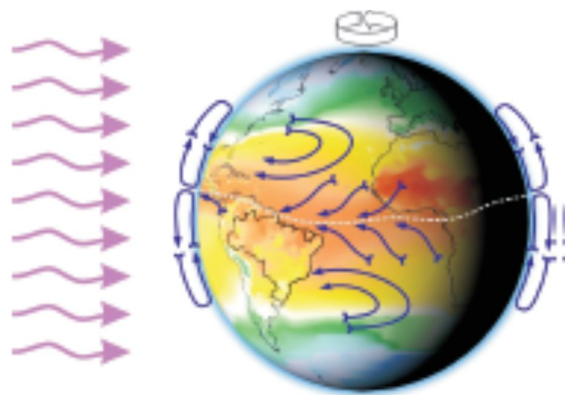


Figura 8: Circulação geral dos ventos no globo terrestre.

Fonte: Atlas Eólico de Minas Gerais.

A Depressão Equatorial é geralmente uma zona de pequenos gradientes de pressão e ventos fracos. Ao norte da Depressão Equatorial os ventos são persistentes de leste a nordeste. Ao sul, os ventos são persistentes de leste a sudeste entre a Depressão Equatorial e o Anticiclone Subtropical Atlântico, o qual tem uma posição média anual próxima a 30°S, 25°W. Esse perfil geral de circulação atmosférica induz ventos de leste ou nordeste sobre o território brasileiro na Bacia Amazônica e no litoral nordeste. Os ventos próximos à

superfície são geralmente fracos ao longo da Depressão Equatorial, porém aumentam de intensidade ao norte e ao sul dessa faixa (AMARANTE, 2001).

A área entre a Depressão Equatorial e a latitude de 10°S é dominada pelos ventos alísios de leste a sudeste. Ao sul da latitude 10°S, até o extremo sul brasileiro, prevalecem os efeitos ditados pela dinâmica entre o centro de alta pressão Anticiclone Subtropical Atlântico, os deslocamentos de massas polares e a Depressão do Nordeste da Argentina – centro de baixas pressões a leste dos Andes.

Pode-se considerar que os regimes de vento decorrem da sobreposição de mecanismos atmosféricos sinóticos (globais) e de mesoescala (regionais). Quanto aos regimes sinóticos, o Estado de Minas Gerais encontra-se numa zona de influência do centro de alta pressão Anticiclone Subtropical do Atlântico, resultando em acentuada ocorrência de ventos de quadrante leste e nordeste. Sobrepostas a esse mecanismo agem as perturbações causadas pelo sistema de baixa pressão do Chaco, além das intermitentes incursões de massas polares, chamadas de frentes frias, resultando em uma marcante sazonalidade (AMARANTE, 2001).

Com os fenômenos sinóticos, interagem os mecanismos de mesoescala, que, no caso do Estado de Minas Gerais, são principalmente caracterizados por brisas montanha-vale, jatos noturnos, acelerações orográficas, ocasionais canalizações do escoamento entre passos de montanhas e ventos catabáticos, resultando em uma complexa interação entre o deslocamento atmosférico e o relevo montanhoso tão típico de Minas Gerais. Os ventos mais intensos não se concentram apenas nas cristas e elevações, onde o efeito de compressão do escoamento atmosférico é mais acentuado, mas também ao longo das

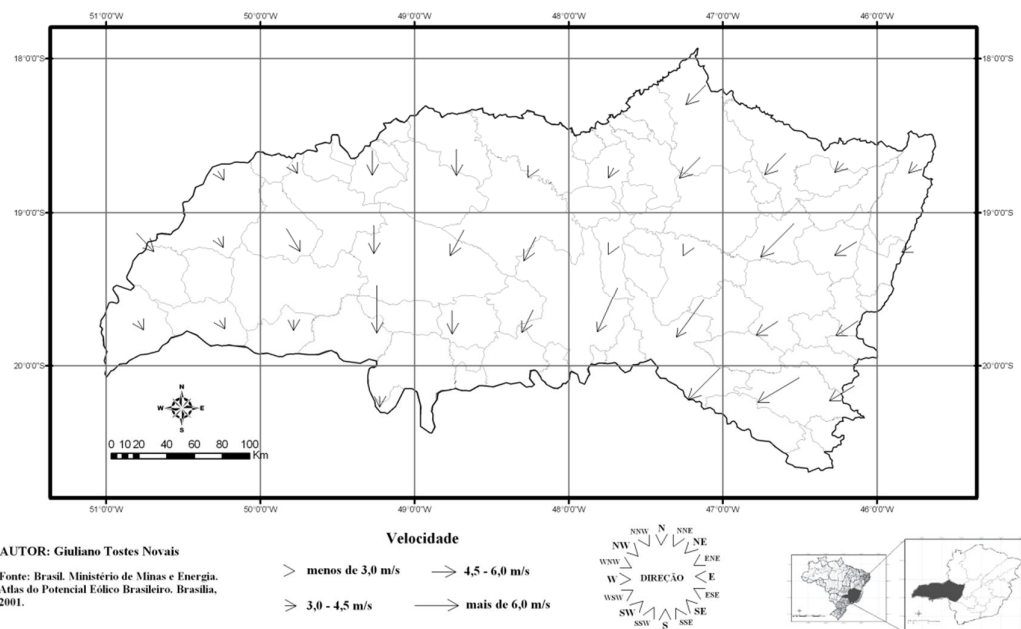
depressões e chapadas do rio São Francisco, situadas a oeste dessas áreas montanhosas (AMARANTE, 2001).

O regime de ventos predominante é aquele em que a velocidade média durante o dia é superior à média noturna. Entretanto, algumas medições realizadas em locais de chapada, e em locais onde a velocidade média é de ordem mais relevante para o interesse de aproveitamentos eólicos, demonstraram um regime predominante inverso.

As nuvens de linhas de regimes diurnos médios sugerem que, à medida que aumentam as influências da mesoescala, bem como as velocidades médias anuais, os regimes tendem a apresentar velocidades maiores durante a noite. Esta tendência se repete nas medições mais recentes (1997-2009), realizadas com anemômetros pelo Sistema de Telemetria Meteorológica (STH) da Cemig (AMARANTE, 2001).

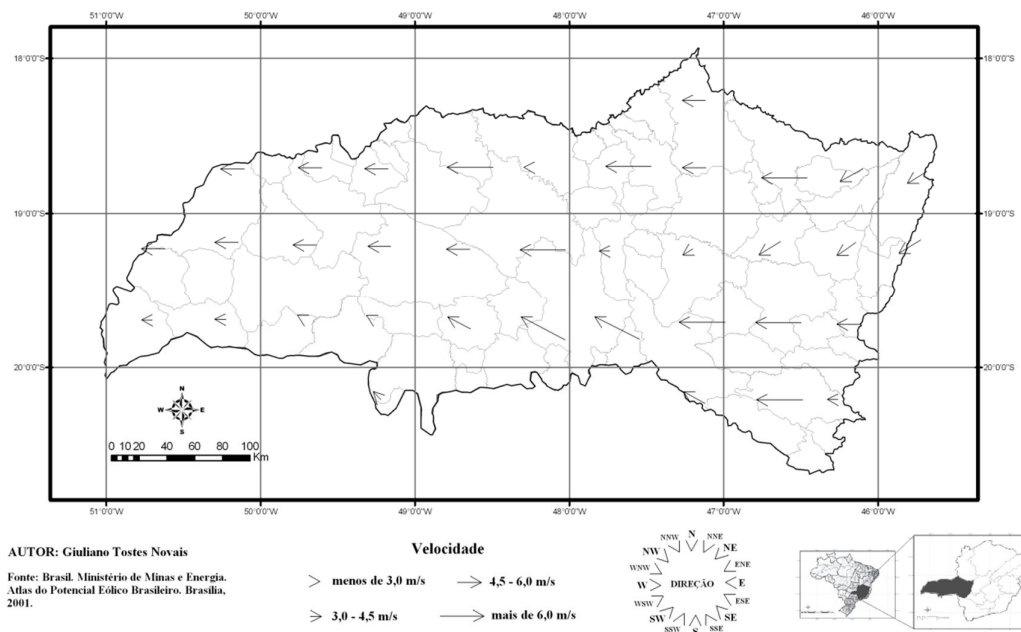
Sazonalmente, predominam na área de estudo ventos de leste, excetuando-se no verão onde as linhas de instabilidade de noroeste mudam a direção dos ventos na região. A intensidade dos ventos é maior no inverno e na primavera. Os locais onde os ventos são comprimidos pelas elevações topográficas, como as serras da Canastra, do Salitre, Negra e também pelos chapadões de Uberaba, Uberlândia e Prata a velocidade dos ventos aumenta. Já dentro do cânion do rio Araguari e na região depressional da represa de Nova Ponte os ventos diminuem sua velocidade, pois eles passam por cima, não adentrando o vale que é muito estreito (Mapas 49 - 53).

Direções predominantes e velocidade média dos ventos no Triângulo e Serra da Canastra (MG) - Verão (Dez-Fev)



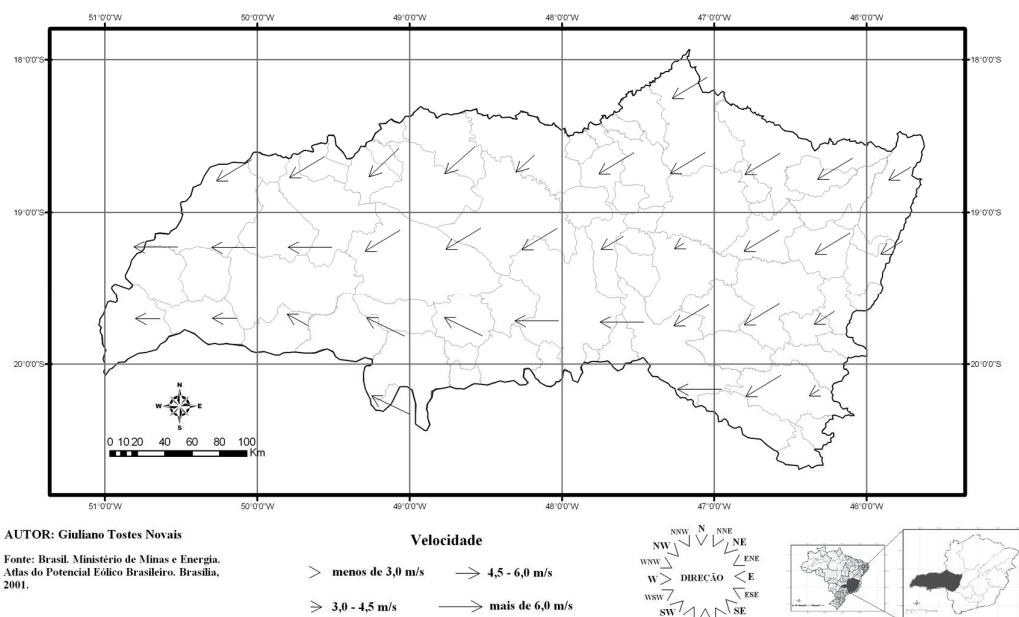
Mapa 50: Elaboração e organização: Giuliano Novais.

Direções predominantes e velocidade média dos ventos no Triângulo e Serra da Canastra (MG) - outono (Mar-Mai)



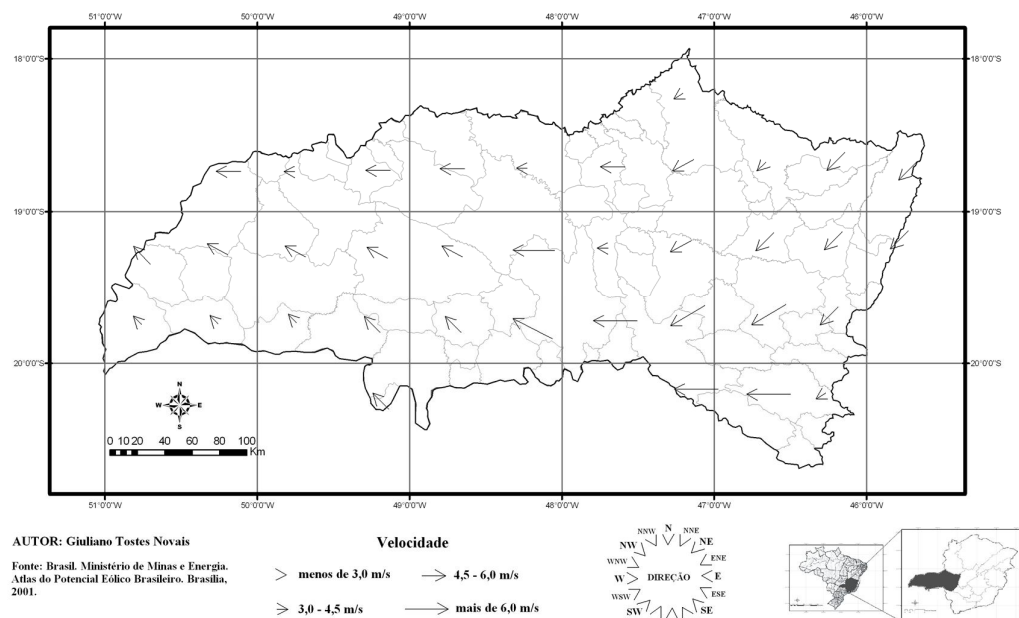
Mapa 51: Elaboração e organização: Giuliano Novais.

Direções predominantes e velocidade média dos ventos no Triângulo e Serra da Canastra (MG) - Inverno (Jun-Ago)

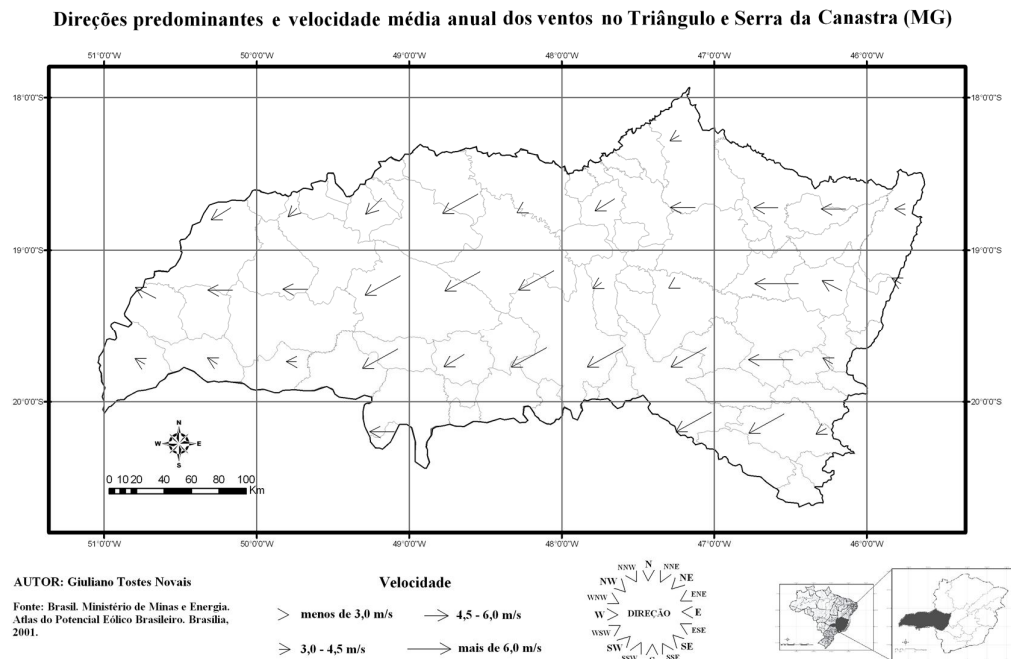


Mapa 52: Elaboração e organização: Giuliano Novais.

Direções predominantes e velocidade média dos ventos no Triângulo e Serra da Canastra (MG) - Primavera (Set-Nov)



Mapa 53: Elaboração e organização: Giuliano Novais.



Mapa 54: Elaboração e organização: Giuliano Novais.

3.7 Outros elementos meteorológicos

Umidade relativa do ar

A umidade relativa do ar é a relação entre a quantidade de água existente no ar (umidade absoluta) e a quantidade máxima que poderia haver na mesma temperatura (ponto de saturação). Ela é um dos indicadores usados na meteorologia para saber como o tempo se comportará (previsões).

A quantidade de vapor de água necessária para saturar um volume aumenta com a temperatura. No inverno o ar contém pouca umidade, enquanto no verão o ar pode conter mais vapor de água (NETO, 2009).

Na área de estudo, a umidade relativa do ar não é muito elevada. A média varia entre aproximadamente 65% (na porção leste) e 70% (na porção

oeste). As médias de umidade relativa do ar em meses específicos nas duas porções da área de estudo são mostradas na Tabela 5.

	JANEIRO	ABRIL	JULHO	OUTUBRO	DEZEMBRO
Porção Leste	74	68	62	68	74
Porção Oeste	74	68	65	71	72

Tabela 5: Média da umidade relativa do ar (em %) em meses específicos nas porções leste e oeste da área de estudo. Fonte: Zoneamento bioclimático da região sudeste do Brasil para o conforto térmico animal e humano (2006).

Insolação

A insolação significa, de acordo com a literatura, o número de horas de Sol descoberto acima do horizonte, ou número de horas de brilho solar. Para sua análise leva-se em consideração tanto o número de horas possível em que o Sol ilumina uma determinada região, quanto a nebulosidade (NETO, 2009), elemento climático de extrema importância para as atividades humanas e para os ecossistemas.

A área de estudo, por se localizar numa região tropical, apresenta pequena variação no total de horas de brilho solar entre o verão e o inverno. Em geral, a média de horas de Sol ao longo do ano é de cerca de 2.500 horas, aproximadamente 210 horas por mês ou 7 horas por dia. Este valor é um dos mais altos do país só perdendo para a região do sertão nordestino que registra 8 horas diárias de Sol.

A distribuição anual da insolação não é homogênea. Apesar dos dias de primavera e verão serem maiores, com um máximo nos dias próximos ao

solstício de verão em torno de 13 horas, trata-se do período chuvoso e o céu fica encoberto por mais tempo diminuindo as horas de brilho solar. Já no outono e inverno, os dias são mais curtos, em torno de 11 horas de brilho solar, mas como o céu permanece limpo e claro por mais tempo, em função do período seco, o número de horas de brilho solar é maior (RIBEIRO, 1992).

A declinação solar média (incidência), que é a posição do Sol em relação ao zênite do local, em toda a área de estudo pode ser verificada na Tabela 6. O paralelo 19°S foi usado por ser a linha mediana da área de estudo. O Sol passa no zênite local, por volta do meio dia, no final de novembro e final de janeiro.

	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Posição do Sol	3,7°	1,8°	11,1°	23,0°	33,8°	41,1°	42,3°	37,1°	27,0°	15,3°	4,3°	2,7°
	Sul	Norte	Norte	Norte	Norte	Norte	Norte	Norte	Norte	Norte	Norte	Sul

Tabela 6: Posição do Sol em relação ao zênite da área de estudo (paralelo 19°S) no início dos meses. Autor: Giuliano Novais.

Nebulosidade

As nuvens é um conjunto visível de partículas de água em estado líquido ou sólido (gelo), ou ainda mesmo os dois, em suspensão na atmosfera. Os principais fatores que intervêm na descrição do aspecto de uma nuvem são as suas dimensões, sua forma, sua estrutura e sua textura, assim como sua luminosidade e cor (NETO, 2009).

A quantidade de nuvens é mensurada a partir da nebulosidade, que representa a fração de nuvens visíveis no céu, sendo que geralmente se adota

o critério de décimos que consiste na divisão do céu em dez partes, conforme a extensão e a quantidade que as nuvens ocupam (NETO, 2009).

A escala de nebulosidade varia de 0 a 10 partes. Quando o céu está totalmente encoberto atribui-se o valor 10 da escala, e conforme a quantidade de nuvens esses valores vão diminuindo até atingir o valor 5 da escala, que significa céu parcialmente encoberto.

Quando a presença de nuvens é baixa é classificada como um céu pouco encoberto, sendo sua escala de nebulosidade de 2 a 3. O valor 0 é atribuído quando o céu não apresenta nenhum vestígio de nuvens, ou seja, se apresenta totalmente claro e aberto (NETO, 2009).

A nebulosidade na área de estudo foi registrada nas Estações Convencionais do INMET de Capinópolis, Uberlândia, Uberaba, Patos de Minas e Araxá, durante o período de 1995-2009, e apresenta uma baixa cobertura do céu, variando anualmente entre 4 e 6.

A nebulosidade é influenciada pela sazonalidade, sendo que os meses de verão apresentam as maiores médias devido a elevada temperatura e precipitação da estação, fazendo que o céu fique mais encoberto por nuvens, entre 7 e 8 partes em 10, já os meses de inverno apresentam as médias de nebulosidade menores, entre 2 e 3, onde as médias de precipitação são baixas. Isto acontece em função do ar estar mais frio, com atmosfera estável e menos sujeita a convecção, assim o céu permanece mais claro e limpo apresentando baixa nebulosidade.

Pressão atmosférica

Pressão atmosférica significa o peso que o ar exerce sobre a superfície terrestre, medido em milibares (mb) ou hectopascal (hPa). Cerca de 1.000 milibares equivalem a uma atmosfera de peso e pressão, sobre o nível do mar. Em geral, as massas de ar tropicais, principalmente aquelas vindas do oeste (Massa Tropical Continental), são as mais quentes e as que provocam maior queda de pressão. As massas de ar mais frias, notadamente a Massa Polar Atlântica, elevam os valores de pressão (NETO, 2009).

Desta forma, nos meses de verão, quando a região é dominada pelas massas de ar quente, percebemos os valores mais baixos de pressão atmosférica. No inverno ocorre o oposto. As massas de ar frias e polares elevam substancialmente a pressão por serem mais pesadas.

A média anual da pressão atmosférica na área de estudo ficou entorno de 917,5 hPa. Foi registrada em Estações Automáticas do INMET localizadas em Capinópolis, Uberlândia, Uberaba, Patos de Minas e Araxá, com um período de observação que durou de 2002 a 2009. A variação mensal e sazonal média no decorrer do ano é muito pequena, cerca de 6 hPa, sendo no verão de 915 hPa e no inverno de 921 hPa.

3.8 Classificação climática para a região

As classificações climáticas utilizadas no Brasil

As classificações climáticas são métodos empregados na identificação e caracterização de tipos climáticos, apresentando aplicação em várias áreas

que dependem direta ou indiretamente das condições ambientais. Assim, a idéia de definir o clima em unidades ou tipos, que permitam seu agrupamento por afinidades, é antiga, remontando ao século 18. Como resultante de trabalhos contínuos e simultâneos de geógrafos, naturalistas, biólogos e climatologistas, surgiram as classificações climáticas usadas no presente, e que, por meio de seus parâmetros, possibilitam definir e caracterizar com maior clareza e precisão as diversas condições climáticas (MALUF, 2000). São exemplos deste tipo de estudo os trabalhos de KÖPPEN (1936), THORNTHWAITE (1948), STRAHLER (1969) e NIMER (1979).

O modelo de classificação climática feito por Köppen é relativamente simples e muito popular. Atualmente, depois de mais de quatro décadas, a maioria da literatura a respeito de geografia regional e climatologia tem adotado, ou uma das suas modificações (AYOADE, 2003).

É baseada no pressuposto, com origem na fitossociologia e na ecologia, de que a vegetação natural de cada grande região da Terra é essencialmente uma expressão do clima nela prevalecente. Assim, as fronteiras entre regiões climáticas foram selecionadas para corresponder, tanto quanto possível, às áreas de predominância de cada tipo de vegetação, razão pela qual a distribuição global dos tipos climáticos e a distribuição dos biomas apresenta elevada correlação.

Na determinação dos tipos climáticos de Köppen (1936) são considerados a sazonalidade e os valores médios anuais e mensais da temperatura do ar e da precipitação. Cada grande tipo climático é denotado por um código, constituído por letras maiúsculas e minúsculas, cuja combinação denota os tipos e subtipos considerados.

Os tipos climáticos de Köppen para o Brasil são:

- **A** : Clima tropical — climas megatérmicos das regiões tropicais e subtropicais
 - o Af : clima tropical úmido ou clima equatorial
 - o Am : clima de monção
 - o Aw : clima tropical com estação seca de inverno
- **B** : Clima árido — climas das regiões áridas e dos desertos das regiões subtropicais e de média latitude.
 - o BSh : clima das estepes quentes de baixa latitude e altitude
- **C** : Clima oceânico — climas das regiões oceânicas e marítimas e das regiões costeiras ocidentais dos continentes
 - o Cf : clima temperado úmido sem estação seca
 - Cfa : clima temperado úmido com verão quente
 - Cfb : clima temperado úmido com verão temperado
 - o Cw : clima temperado úmido com inverno seco
 - Cwa : clima temperado úmido com inverno seco e verão quente
 - Cwb : clima temperado úmido com inverno seco e verão temperado.

Apesar de sua abordagem quantitativa, da objetividade e dos méritos inestimáveis como um dispositivo de ensino, a classificação de Köppen recebe críticas pela ausência de uma categoria subúmida e por ser mais empírica do que genética (AYOADE, 2003).

A classificação do clima de Thornthwaite é um sistema no qual o fator mais importante é a evapotranspiração potencial e a sua comparação com a precipitação que são típicas de uma determinada área. Com base nesses dados, são calculados vários índices. O índice de umidade total (MI) é usado para classificar o clima numa escala de umidade que vai do seco (MI entre -110 e -66) ao muito úmido (com MI superior a 100). Outro dos índices de Thornthwaite, o índice de eficiência térmica, é usado para classificar os climas entre megatérmico e gelado. Ambos estes índices dividem os climas em 9 classes climáticas diferentes.

Arthur Strahler (1969) fez uma classificação genética, embora extremamente eficaz, baseada na atuação das massas de ar. Nessa classificação os climas do mundo dividem-se em três principais: climas das latitudes baixas controlados pelas massas de ar equatoriais e tropicais; climas das latitudes médias controlados pelas massas de ar tropicais e polares; e climas das latitudes altas controlados pelas massas polares e Ártica (AYOADE, 2003). As subdivisões consideram os demais fatores (vegetação, grau de continentalidade, correntes marítimas e altitude). No Brasil Strahler define cinco tipos climáticos:

a) Clima Equatorial Úmido (convergência de alísios)

Abrange a Amazônia, e caracteriza-se por um clima equatorial continental quase todo o ano. Em algumas porções litorâneas da Amazônia, há alguma influência da Massa Equatorial Atlântica, que algumas vezes (no inverno) conduz a frente fria, atingindo o sul e o sudeste da região. Embora as massas de ar sejam em geral secas, a mEc é úmida por ocorrer em uma área com rios caudalosos e cobertura da Floresta Amazônica, que registra grande umidade

pela transpiração dos vegetais. Portanto, é um clima úmido e quente. As médias anuais térmicas mensais vão de 24°C a 27°C, ocorrendo baixa amplitude térmica anual, com pequeno resfriamento no inverno. As médias pluviométricas são altas e a estação seca é curta. Por ser uma região de calmaria, devido ao encontro dos alísios do Hemisfério Norte com os do Sul, a maior parte das precipitações que aí ocorrem são chuvas de convecção.

b) Clima Tropical Litorâneo Úmido

Abrange parte do território brasileiro próximo do litoral. A massa de ar que exerce maior influência nesse clima é a tropical atlântica (mTa). Pode ser notado em duas principais estações: verão (chuvoso) e inverno (menos chuvoso), com médias térmicas e índices pluviométricos elevados; é um clima quente e úmido.

c) Clima Tropical alternadamente úmido e seco

Abrange os estados de Minas Gerais e Goiás, parte de São Paulo, Mato Grosso do Sul, parte da Bahia, do Maranhão, do Piauí e do Ceará. É um clima tropical típico, quente e semiúmido, com uma estação chuvosa (verão) e outra seca (inverno).

d) Clima Tropical Semi-Árido

Abrange o sertão do Nordeste, sendo um clima tropical próximo ao árido com médias anuais de pluviosidade inferiores a 750mm. As chuvas concentram-se num período de 3 meses. O Sertão Nordestino é uma espécie de encontro de quatro sistemas atmosféricos oriundos das massas mEc, mTa, mEa, mPa.

e) Clima Subtropical Úmido

Abrange o Brasil Meridional, porção localizada ao sul do Trópico de Capricórnio, com predominância da Massa Tropical Atlântica, que provoca chuvas fortes. No inverno, tem frequência de penetração de frente polar, dando origem às chuvas frontais com precipitações por causa do encontro da massa quente com a fria, no qual ocorre a condensação do vapor de água atmosférico. O índice médio anual de pluviosidade é elevado e as chuvas são bem distribuídas durante todo o ano, fazendo com que não exista a estação da seca.

Nessa classificação climática fica claro que Strahler simplifica e não oferece detalhamento da diversificação geográfica presente nas áreas de abrangências climáticas.

Na classificação de NIMER (1979), o clima de uma região é representado pelo conjunto estatístico de suas condições durante um intervalo específico de tempo. Essas condições geralmente incluem a temperatura, precipitação e umidade. O mapa de climas do IBGE, baseado na classificação climática de Nimer apresenta as divisões climáticas do país de acordo com a temperatura média e a quantidade de meses secos (Mapa 54):

a) Clima Quente (temperatura média > 18°C durante todo o ano)

- Super úmido (sem seca e subseca);
- Úmido (de 1 a 3 meses secos);
- Semiúmido (de 4 a 5 meses secos);
- Semiárido (de 6 a 11 meses secos).

b) Clima Subquente (temperatura média entre 15°C e 18°C em pelo menos um mês no ano)

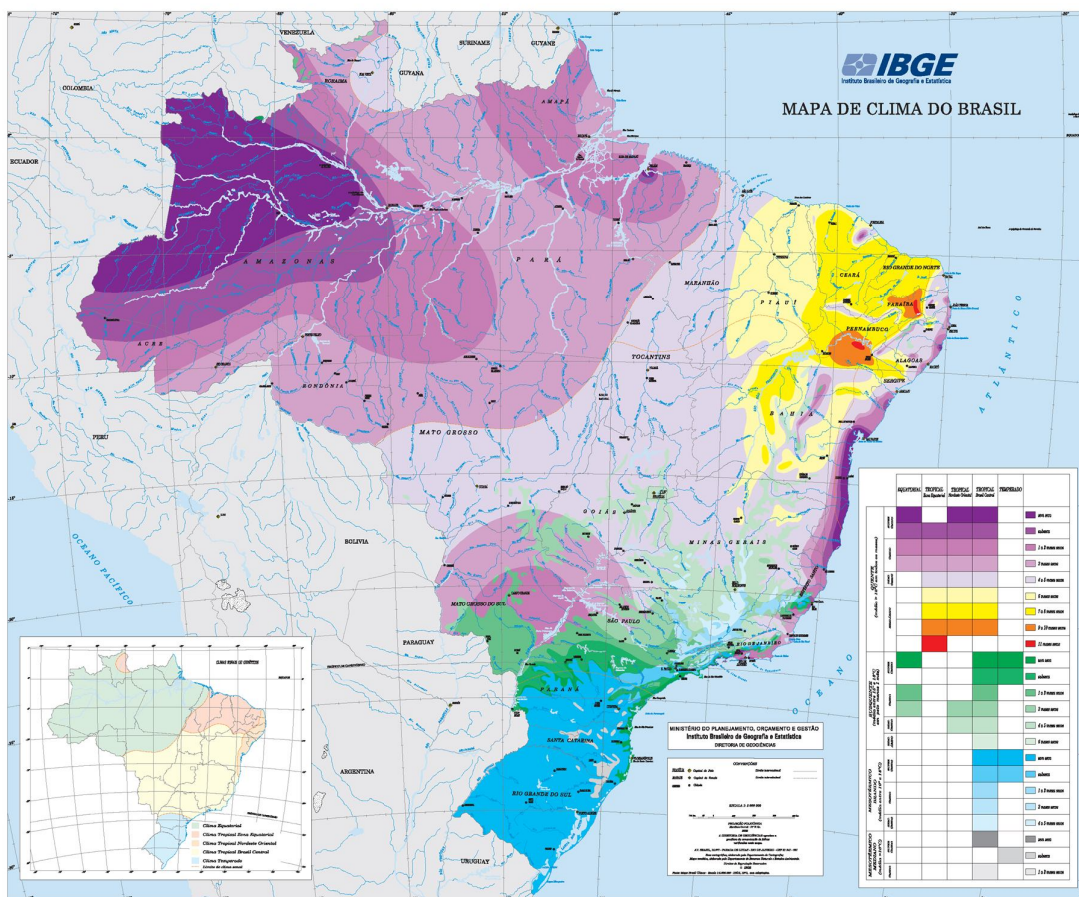
- Superúmido (sem seca e subseca);
- Úmido (de 1 a 3 meses secos);
- Semiúmido (de 4 a 5 meses secos);
- Semiárido (6 meses secos).

c) Mesotérmico Brando (temperatura média entre 10°C e 15°C em pelo menos um mês no ano)

- Superúmido (sem seca e subseca);
- Úmido (de 1 a 3 meses secos);
- Semiúmido (de 4 a 5 meses secos).

d) Mesotérmico Mediano (temperatura média < 10°C em pelo menos um mês no ano)

- Superúmido (sem seca e subseca);
- Úmido (de 1 a 3 meses secos).



Mapa 55: Classificação climática de NIMER para o Brasil. Fonte: IBGE(2003).

Sob o nosso ponto de vista, essa classificação é mais bem elaborada, mas o clima zonal subtropical ainda fica confinado à Região Sul. Os dados deste modelo servirão de base para uma proposta de classificação que virá a seguir. Veja no quadro a seguir a comparação das classificações usadas na área de estudo com a proposta de Novais (2008).

	STRAHLER	KOPPEN	NIMER	NOVAIS
TRIÂNGULO MINEIRO/ALTO PARANAÍBAE ENTORNO DA SERRA DA CANASTRA	Tropical	Aw, Cwa, Cwb.	Quente, Subquente, Mesotérmico Brando	Tropical, Tropical Úmido, Tropical Ameno, Subtropical

Quadro 3: Comparação entre os climas na área de estudo.

Classificação climática de Novais

Para a produção do mapa de Classificação Climática de Novais foi utilizado o mapa de Climas do IBGE, disponível no site do IBGE (mapas interativos), de acordo com a temperatura média e a quantidade de meses secos, o qual foi corrigido para posteriormente ser incorporada a nomenclatura de Strahler e expandindo o clima subtropical. A produção do texto final teve por base a interpretação dos mapas e da bibliografia pesquisada. A variação do clima de Nimer para a proposta de classificação climática para a área de estudo elaborada por Novais (2008) é descrita abaixo:

- O clima *Tropical Úmido* é formado pelo Clima Quente Úmido (de 1 a 3 meses secos);
- O clima *Tropical* (típico das áreas de cerrado) é formado pelo clima Quente Semiúmido (de 4 a 5 meses secos);
- O Clima Subquente transformou-se em *Tropical Ameno*, no qual a temperatura mais baixa se deve a altitude acima dos 1.000m na região;
- O Clima Mesotérmico Brando Úmido (1 a 3 meses secos), Subtropical típico e Semiúmido (de 4 a 5 meses de seca) é a expansão do *Subtropical*, que vem do sul do Trópico de Capricórnio.

Pela classificação climática de Strahler, a mais usada no país, o clima subtropical ao atingir a linha do Tropicó de Capricórnio muda a denominação para Tropical de Altitude, e, no entanto as terras altas que avançam pelo clima tropical mantêm características semelhantes, ou até registram temperaturas menores. “Esta muralha do Trópico tem que ser ultrapassada”. O Sol que fica a pino (zênite) nesta região é anulado pelas montanhas durante o dia na maior

parte do ano (nas áreas ao sul do Trópico de Capricórnio o Sol nunca está no zênite). As vertentes voltadas para o sul, onde nas serras da Canastra e Mantiqueira podem chegar a centenas de quilômetros, não recebem diretamente a luz solar de fevereiro a outubro, diminuindo a temperatura em seu vale abaixo (NOVAIS, 2008 et al).

O Clima Subtropical avança para o norte da serra da Mantiqueira até o maciço do Caparaó, pico do Itambé na serra do Espinhaço e serra da Canastra. A semelhança do clima das serras mineiras com o clima subtropical e temperado é clara. As suas terras elevadas (que podem diminuir a temperatura em até 10°C numa mesma latitude) acompanham a mesma característica climática da maioria da Região Sul, apesar de se encontrar em áreas tropicais.

Tal classificação aumenta o nível de compreensão de que as condições climáticas temperadas avançam sobre as regiões tropicais em função das suas características geográficas, no caso as serras da Mantiqueira e Espinhaço que possuem terras com altitudes superiores a 1.500 m. Isto facilita uma interpretação simplificada das características geográficas do clima, para, desta forma, inferir a homogeneidade de áreas com semelhantes características climáticas que interferem na adaptação das espécies de seres vivos, no uso e ocupação e, até nos impactos ambientais.

O modelo proposto é de mais fácil entendimento e mais simples do que o de Nimer e utiliza a nomenclatura de Strahler. A proposta de classificação climática de Novais pretende facilitar a interpretação da diversidade climática na Região Sudeste do país, e ao mesmo tempo associar a semelhança com as

áreas vizinhas do sul, expandindo o clima zonal subtropical pelas serras de Paranapiacaba, do Mar, Mantiqueira, Espinhaço, Canastra e Maciço do Caparaó (NOVAIS, 2008).

Esta classificação estende o clima subtropical, um dos 5 grandes domínios climáticos brasileiros, às áreas de elevada altitude da Região Sudeste, inclusive na área de estudo onde são observados os climas a seguir:

Clima Tropical Úmido

Equivalente ao clima quente e úmido de NIMER (1979). Quente o ano todo com 3 meses secos (junho - agosto); temperatura média anual entre 22°C e 26°C; pluviosidade média anual entre 1.250 e 1.800 mm, concentrada no verão (novembro a março); déficit hídrico anual entre 100 e 400 mm e excedente hídrico anual entre 250 e 800 mm. Dois exemplos de clima tropical úmido estão relacionados nos gráficos 1 e 2.

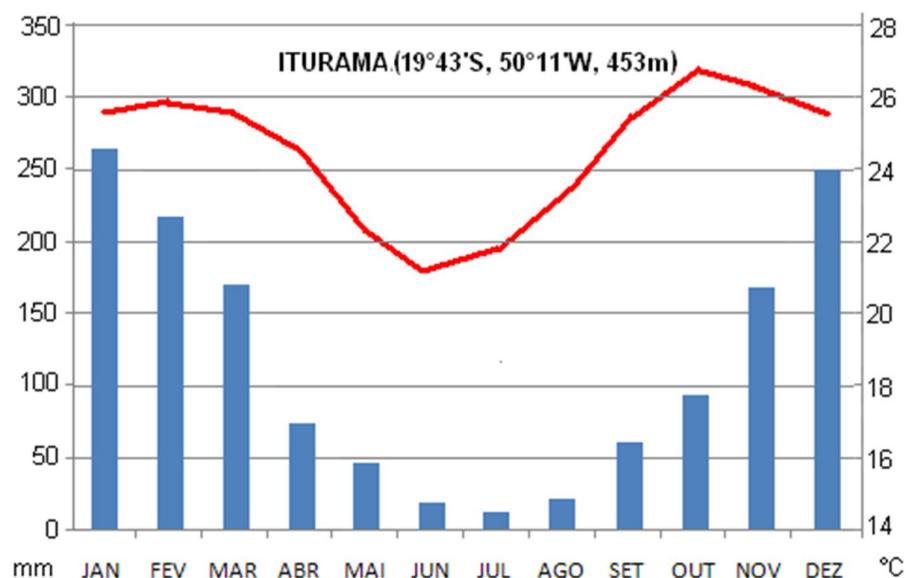


Gráfico 1: Clima Tropical Úmido (Iturama). Autor: Giuliano Novais.

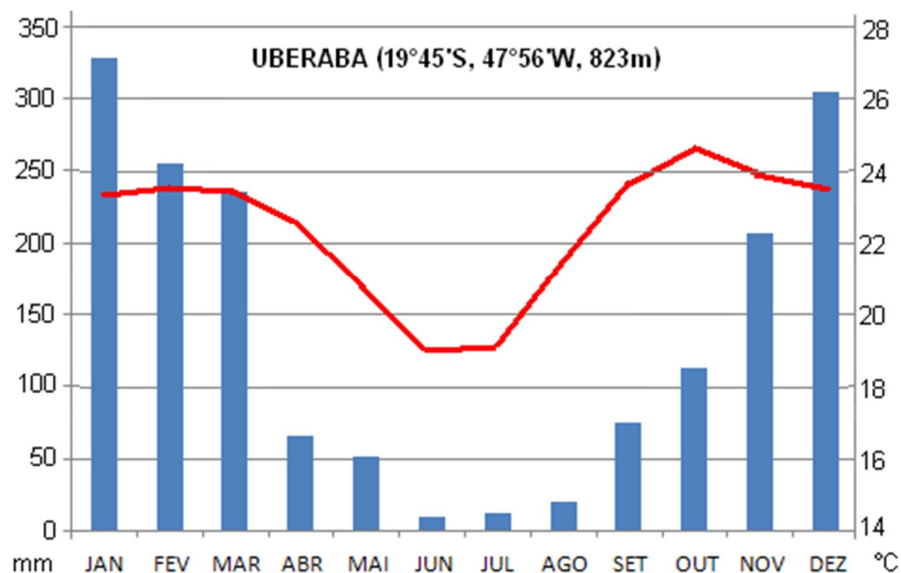


Gráfico 2: Clima Tropical Úmido (Uberaba). Autor: Giuliano Novais

Clima Tropical SemiÚmido

Equivalente ao clima quente e semiúmido de NIMER (1979). Quente o ano todo com 4 a 5 meses secos (maio – agosto, setembro); temperatura média anual entre 22°C e 26°C; temperatura do mês mais frio acima de 18°C; pluviosidade média anual entre 1.100 e 1.750 mm e concentrada no verão (dezembro a fevereiro); déficit hídrico anual entre 100 e 500 mm e excedente hídrico anual entre 200 e 600 mm. Os 3 gráficos a seguir (3,4 e 5) mostram claramente o aspecto do clima tropical semiúmido.

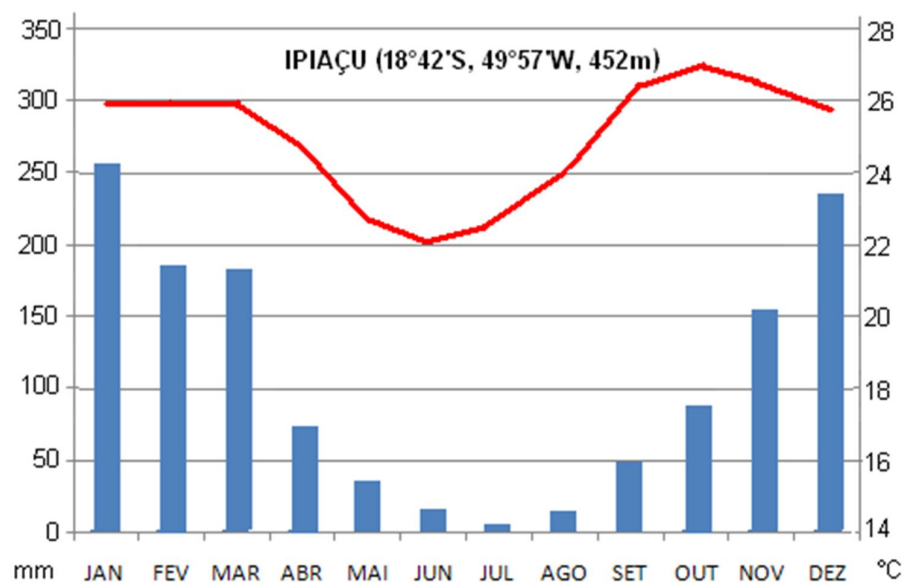


Gráfico 3: Clima Tropical Semi-Úmido (Ipiyaçu). Autor: Giuliano Novais

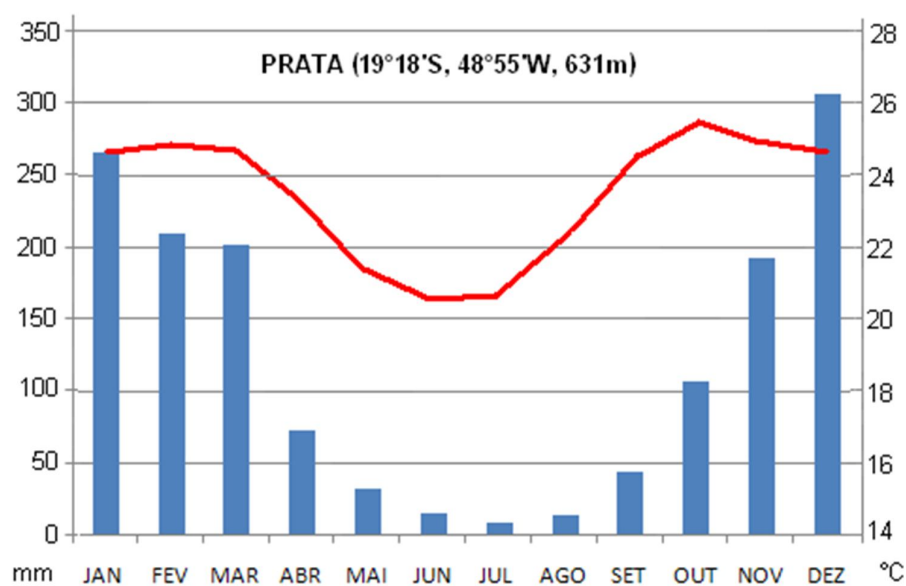


Gráfico 4: Clima Tropical Semi-Úmido (Prata). Autor: Giuliano Novais

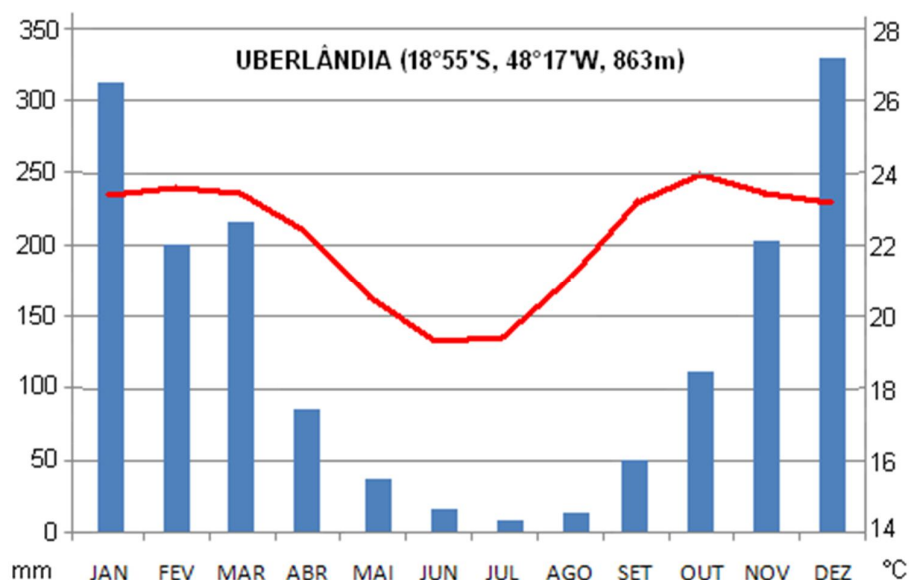


Gráfico 5: Clima Tropical Semi-Úmido (Uberlândia). Autor: Giuliano Novais.

Clima Tropical Ameno

Equivalente aos climas subquente úmido e semi-úmido de NIMER (1979). Quente grande parte do ano com 3 a 5 meses secos (maio, junho – agosto, setembro); temperatura média anual entre 20°C e 22°C, temperatura do mês mais frio entre 15°C e 18°C; pluviosidade média anual entre 1.250 e 1.800 mm, e concentrada no verão (novembro a fevereiro); déficit hídrico anual entre 75 e 200 mm e excedente hídrico anual entre 450 e 800 mm. Nos gráficos 6,7 e 8 são mostrados os aspectos do clima tropical ameno.

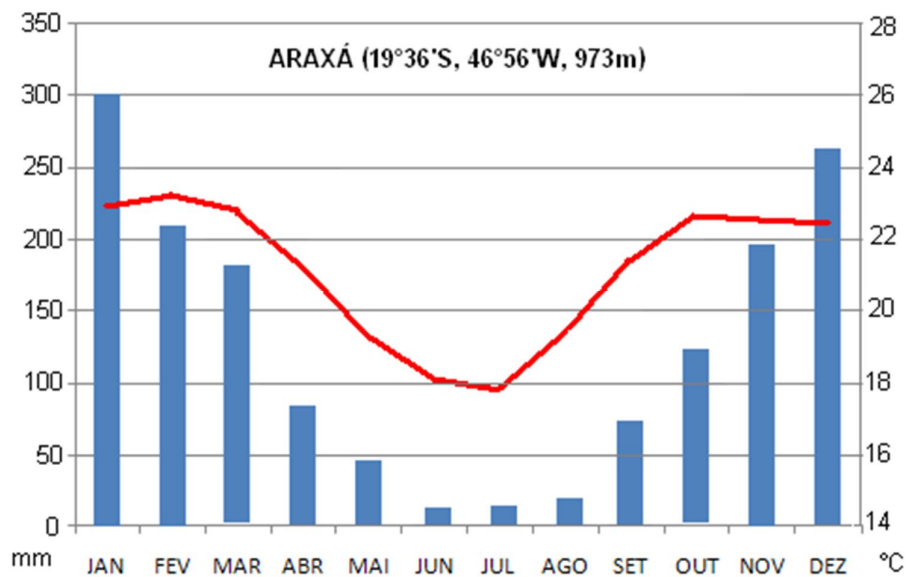


Gráfico 6: Clima Tropical Ameno (Araxá). Autor: Giuliano Novais.

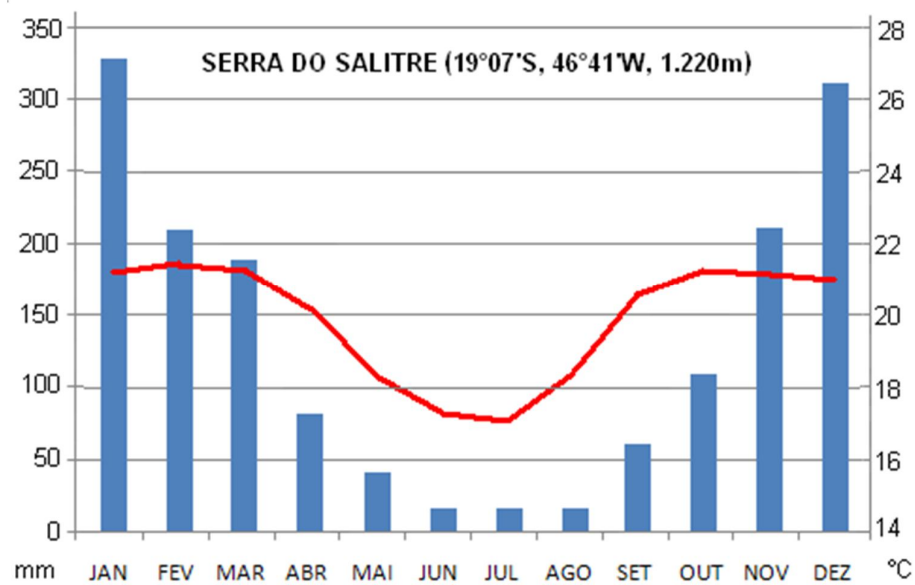


Gráfico 7: Clima Tropical Ameno (Serra do Salitre). Autor: Giuliano Novais.

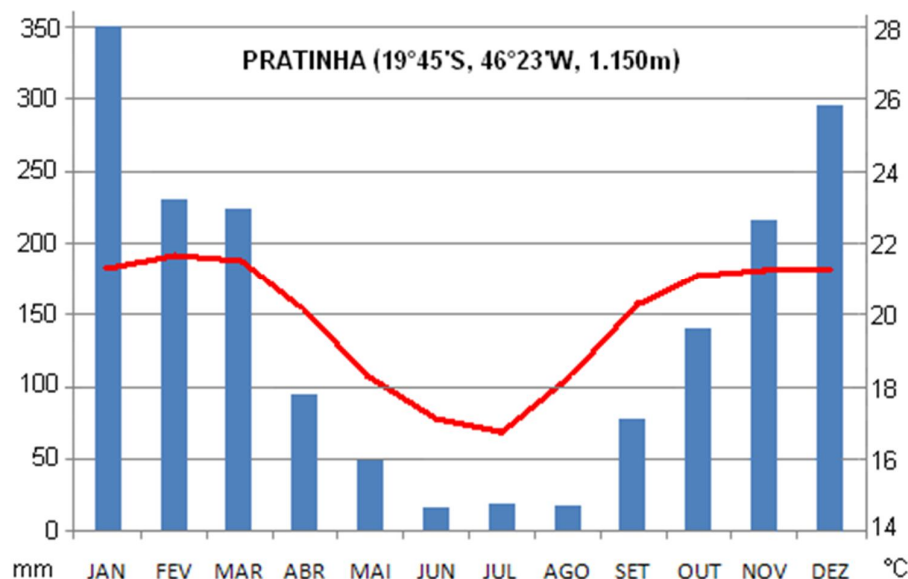


Gráfico 8: Clima Tropical Ameno (Pratinha). Autor: Giuliano Novais.

Clima Subtropical

Equivalente ao clima mesotérmico brando úmido de NIMER (1979). Quente no verão e moderadamente frio no inverno, com menos de 3 meses secos (junho e julho); temperatura média anual entre 18°C e 20°C, temperatura do mês mais frio abaixo de 15°C; pluviosidade média anual entre 1.500 e 1.800 mm, concentrada no verão (novembro a março); déficit hídrico anual entre 50 e 150 mm e excedente hídrico anual entre 600 e 800 mm. O gráfico 9 esboça bem o clima subtropical encontrado no topo da serra da Canastra.

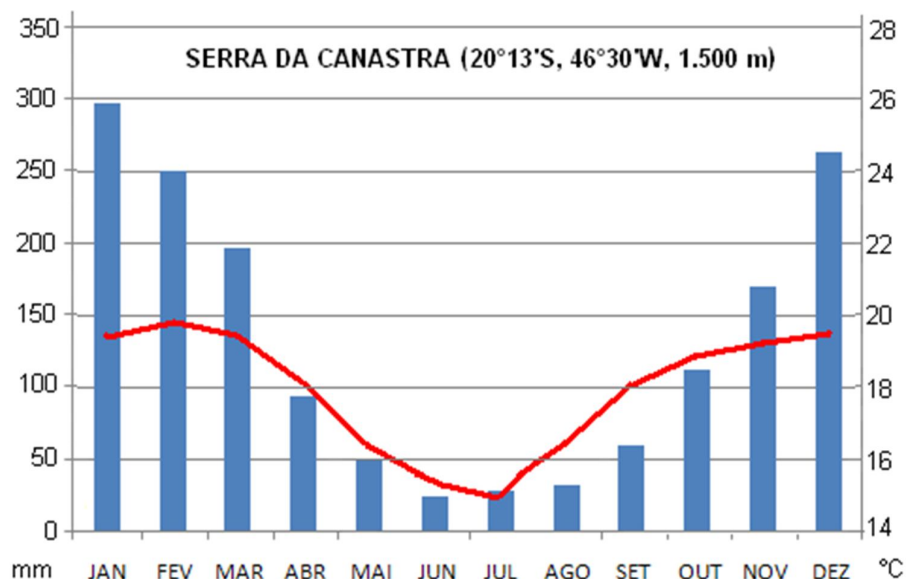


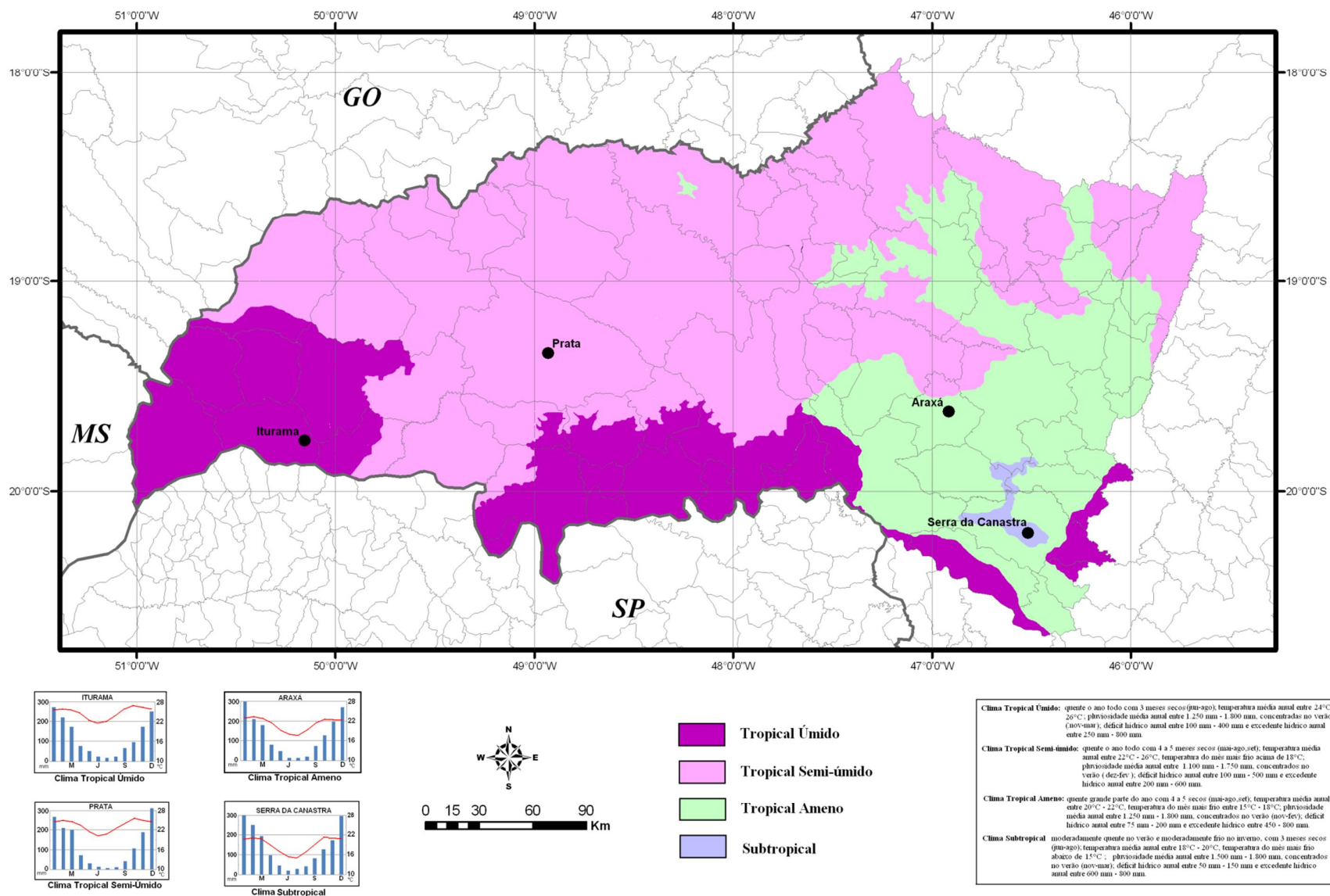
Gráfico 9: Clima Subtropical (Serra da Canastra). Autor: Giuliano Novais.

Esta classificação é apenas uma proposta para nossa região, ela ainda carece de pesquisa sobre a viabilidade de expandir esta abordagem para todo o estado e sobre as demais Regiões brasileiras; da necessidade do levantamento detalhado das semelhanças geográficas de adaptação e da ocorrência faunísticas e florísticas no decorrer das serras mineiras e no sul e do levantamento de dados climatológicos desde o Rio Grande do Sul até o centro de Minas Gerais. Mas sem dúvida a proposta é muito mais detalhada em comparação com as outras classificações climáticas, em que a escala utilizada não consegue delimitar muito bem as regiões climáticas, principalmente se falarmos de Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba e Serra da Canastra.

Por exemplo, no mapa 55, o clima Tropical Úmido segue toda a borda inferior da serra da Gramma em Campina Verde e também margeia todo o chapadão que divide Comendador Gomes, Campo Florido, Veríssimo e

Uberaba, divisão que fica nítida no mapa. O clima Tropical Ameno circunda as curvas de nível em que a altitude faz a temperatura média do mês mais frio cair abaixo de 18°C, aparecendo no norte do município de Araguari e a partir do chapadão que começa em Romaria, divisa com Monte Carmelo e Iraí de Minas até o extremo leste da área de estudo englobando grande parte do Alto Paranaíba e quase todo entorno da serra da Canastra. O clima Subtropical também acompanha as curvas de nível na serra da Canastra e planalto que divide Tapira de Medeiros, só que com temperatura média do mês mais frio abaixo de 15°C, um padrão de exatidão muito maior ao registrado pelas classificações anteriores a de Novais.

Classificação Climática de Novais para o Triângulo e Serra da Canastra (MG)



Mapa 56: Elaboração e organização: Giuliano Novais

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados do trabalho foi possível identificar as regiões de maior pluviosidade, graças à facilidade do acesso aos dados da Agência Nacional de Águas (ANA), proporcionado pela internet, com estações espalhadas por toda a área de estudo, permitindo a elaboração de vários mapas pluviométricos imprescindíveis para a análise da precipitação por toda a região. Os dados de temperatura média mensal e anual foi um dos diferenciais do trabalho, por não termos uma cobertura completa de estações do INMET pela área de estudo, conseguimos com a equação de regressão múltipla e imagens SRTM um incrível detalhamento obtido por mais de 300 pontos de amostra distribuídos pela região para a organização de mapas de temperatura estimada.

Os mapas elaborados pelo ArcGis detalharam melhor a distribuição espacial dos dados pluviométricos e termais na área de estudo. Com uma interface mais fácil de manuseio e visualização, o ArcGis consegue armazenar muito mais dados em tabelas que são utilizados para a interpolação nos mapas.

O uso da geoinformação e de geotecnologias, como sistema de informação geográfica (SIG), auxilia no planejamento estratégico da região, aumentando a eficiência dos dados obtidos por estações pluviométricas além de gerar mapas de fácil compreensão para gestão territorial.

A falta de mapas climatológicos detalhados na região pode ser solucionada a partir deste trabalho, que utiliza um SIG de alta qualidade, trazendo a compreensão dos fenômenos climáticos que atuam na área de

estudo. O mapeamento climatológico da região do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba e entorno da serra da Canastra é um documento essencial, de consulta permanente e obrigatória para todos os que tenham responsabilidade de decidir, desde assuntos setoriais aos mais complexos e gerais problemas do clima.

Quanto aos fatores climáticos observados no trabalho, a distribuição da temperatura na área de estudo é influenciada diretamente pelo relevo, que tem um caimento topográfico de leste para oeste, aumentando a temperatura nesta proporção, onde as médias anuais sobem de 17,7°C na serra da Canastra para 25,7°C no extremo pontal do Triângulo. A precipitação também é controlada pela rugosidade da superfície, nas regiões mais elevadas do leste a chuva é mais abundante chegando a mais de 1.750 mm no entorno da serra da Canastra.

A proposta de classificação climática elaborada neste trabalho visa à compreensão do avanço das condições climáticas temperadas existentes nas porções meridionais para a porção tropical do país, principalmente por influência da topografia. Além de esta classificação ser mais bem detalhada e de suma importância para o Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba, onde em outros trabalhos a região era classificada apenas como clima tropical.

Somente com o conhecimento de nossas potencialidades climáticas teremos os indispensáveis subsídios para definição de áreas de cultivo na agricultura, de políticas e de programas necessários as ações dos Governos.

REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A.N. **Domínios morfoclimáticos e províncias fitogeográficas do Brasil**. In: *Orientação*, n. 3, São Paulo: IGEOG/USP, 1967.
- AMARANTE, O. A. C. do, BROWER, M.; ZACK, J. **Atlas do Potencial Eólico Brasileiro**, MME/Eletróbrás/ Cepel, 2001.
- ANEEL. AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Atlas da Energia Elétrica do País**. Disponível em www.aneel.gov.br. Acesso em 16/03/2011.
- ARAÚJO, G. M. & HARIDASAN, M. **Estrutura fitossociológica de duas matas mesófilas semidecíduas, em Uberlândia, Triângulo Mineiro**. *Naturalia* 22: 115-129. Uberlândia, 2007.
- ARAÚJO, H. M. **O clima de Aracaju na interface com a geomorfologia de encostas**. 2º Seminário Ibero-Americano de Geografia Física. Universidade de Coimbra-Portugal. Coimbra, 2010.
- ARCHELA, E.; FRANÇA, V. CELLIGOI, A. **Geologia, geomorfologia e disponibilidade hídrica subterrânea na bacia hidrográfica do ribeirão jacutinga**. *Revista Geografia*, v.12, n.2. Londrina, 2003.
- ASSUNÇÃO, W. L.; RIBEIRO, A. G.; RODRIGUES, R. A.; SOUZA, M. J. A.; MUNIZ, T. R. P.; GUERRA, A. **O clima regional e a atuação do Laboratório de Climatologia e Recursos Hídricos do Instituto de Geografia da Universidade Federal de Uberlândia**. In: I Simpósio Regional de Geografia. Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2002.
- AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. 8. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002.
- BACCARO, C.A.D. PEREIRA, K.G.O. **As unidades geomorfológicas do Ribeirão Boa Vista-Município de Prata (MG)**. *Revista Sociedade & Natureza*. V.8, N. 15, 1996. Uberlândia, Universidade Federal de Uberlândia, Departamento de Geografia/EDUFU.
- BACCARO, C.A.D.; BRITO, J.L.S.; ROSA, R; SOARES, A.M. **Compartimentação geomorfológica da Bacia do Rio Araguari: Estudo preliminar**. *Revista Sociedade & Natureza*. V.8, N. 15, 1996. Uberlândia, Universidade Federal de Uberlândia, Departamento de Geografia/EDUFU.
- BACCARO, C.A.D. **Unidades Geomorfológicas do Triângulo Mineiro – estudo preliminar**. *Sociedade & Natureza*.Uberlândia. 3(5 e 6):37-4. Jan-dez. 1991.

BAPTISTA, M.C. **Estratigrafia e evolução geológica do município de Lagoa Formosa (MG)**. Dissertação de mestrado apresentada ao Departamento de Geologia da Universidade Federal de Minas Gerais. 2004.

BARBOSA, G.R.; QUEIROZ, A.T.; ZANZARINI, R.M.; ALBINO, K.G.; MENDES, P.C. **Análise climática e suas influências na cultura cafeeira no município de Patrocínio (MG)**. XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Universidade Federal de Viçosa (MG). Viçosa, 2009.

BARBOSA, J.P.M. **Utilização de método de interpolação para análise e espacialização de dados climáticos: O SIG como ferramenta**. Caminhos da Geografia. Uberlândia. 9 (17) 85-96. Fev. 2006.

BEARD, J.S. **The classification of tropical american vegetation-types**. Ecology, Arizona, v. 36, n.1, p. 89-100, 1955.

BESSA, K. **A dinâmica da rede urbana no Triângulo Mineiro: convergências e divergências entre Uberaba e Uberlândia**. Editora Composer Ltda. Uberlândia, 2007.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Bioma Cerrado – vegetação de campo rupestre**. EMBRAPA. 2011. Disponível em: [www.agencia.cnptia.embrapa.br / Agencia 16 / AG01 / arvore / AG01_39_911200585233.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia/16/AG01/arvore/AG01_39_911200585233.html). Acesso em : 16/03/2011.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Cerrado.: Projeto de monitoramento do desmatamento dos biomas brasileiros por satélite – PMDBBS**. Disponível em : [<siscom.ibama.gov.br/monitorabiomas/cerrado/>](http://siscom.ibama.gov.br/monitorabiomas/cerrado/). Acesso em: 12/12/2010.

BRITO, J. L. S. **Adequação das Potencialidades do Uso da Terra na Bacia do Ribeirão Bom Jardim no Triângulo Mineiro (MG): Ensaio de Geoprocessamento**. Universidade de São Paulo. Faculdade de Filosofia. Letras e Ciências Humanas. Departamento de Geografia. São Paulo. 2001.

CASSETI, Valter. **Geomorfologia**. [S.l.]: [2005]. Disponível em: [<http://www.funape.org.br/geomorfologia/>](http://www.funape.org.br/geomorfologia/). Acesso em: 12/10/2010.

CAVALCANTI, I.F.A.; FERREIRA, N.J.; SILVA, M.G.A.J.; DIAS, M.A.F.S. **Tempo e clima no Brasil**. Oficina de textos. São Paulo, 2009.

CUNHA, D.A.I.; BRITO, J.L.S. **Utilização de imagens CBERS2 na elaboração do mapa de uso da terra e cobertura vegetal natural de 2005, do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba**. Disponível em: [www.seer.ufu.br/ index .php /horizontecientifico /article/ view/ 4197/3142](http://www.seer.ufu.br/index.php/horizontecientifico/article/view/4197/3142). Acesso em: 21/03/2011.

DEUS, B.V.; ZEILHOFER, P.; ARAUJO, G.C.; SANTOS, A.S.L. **Interpolação pluviométrica na bacia do alto e médio Teles Pires: uma análise de séries históricas e interpoladores**. Apresentado no III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e tecnologias da geoinformação. Recife. Jul, 2010.

EITEN, G. **Cerrado: caracterização, ocupação e perspectivas**. 2. Ed. p. 17-73. Brasília: Unb: SEMATEC, 1994.

EITEN, G. ESPÍRITO-SANTO, F.D.B. ; OLIVEIRA-FILHO, A.T.; MACHADO, E.L.M.; FONTES, M.A.L. & MARQUES, J.J.G.S.M. **Variáveis ambientais e a distribuição de espécies arbóreas em um remanescente de floresta estacional semidecídua montana no campus da Universidade Federal de Lavras, MG**. Acta Botanica Brasilica 16(3): 331-356. Lavras, 2009.

EPAMIG. EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS. **Atlas Climatológico do Estado de Minas Gerais**. Instituto Nacional de Meteorologia, 5º Distrito de Meteorologia, Universidade Federal de Viçosa. Belo Horizonte, 1982.

ESRI. **ArcGIS Desktop Help**. Redlandsd (USA): ESRI, 2006.

FELICÍSSIMO, A. M. **Parametric statistical method for error detection in digital elevation models**. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, v. 49, n. 4, p. 29-33, 1994.

FERNANDES, L.A.; COIMBRA, A.M. **O Grupo Caiuá: Revisão estratigráfica e contexto deposicional**. Revista Brasileira de Geociências. 24 (3): 164-176, set. 1994.

GASPAR, M.T.P. **Sistema aquífero Urucua: Caracterização regional e propostas de gestão**. Tese de doutorado apresentada na Universidade de Brasília (UNB). 2006.

HUERTAS, D.M. **Da fachada atlântica à imensidão amazônica: fronteira agrícola e integração territorial**. Annablume. São Paulo, 2009.

IBAMA. INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS. **Ecossistemas brasileiros: Cerrado**. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/ecossistemas/cerrado.htm>> - acesso em 10/10/2010.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário**. Rio de Janeiro, 2007.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico**. Rio de Janeiro, 2010.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Mapa Geomorfológico do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1993.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Mapa de Clima do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 2003.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). - **Mapas Interativos**. Disponível em: <<http://mapas.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 11 mai. 2008.

INPE. INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS. **DGI. Catálogo de imagens**. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/mapdsr/mg/frame.html>>. Acesso em: 20 Jul 2009.

JUNIOR, J.B.S. **Solos urbanos residenciais do bairro Jardim Paulista, Campina Grande do Sul (PR)**. Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Ciência do Solo DA Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2008.

KELLER, T.; ASSAD, E.D.; SCHUBNELL, P.R. Regiões pluviometricamente homogêneas no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 40(4), 311-322, 2005.

KÖPPEN, W. & GEIGER, R. **Handbuch der klimatologie**. Vol. 1, Part C, Berlin: Gerbrüder Borntraeger. 1936.

LEITÃO-FILHO, H.F. **A flora arbórea da Serra do Japi**. In: Morellato, L.P.C. (org.). **História natural da Serra do Japi – ecologia e preservação de uma área florestal no sudeste do Brasil**. EDUNICAMP, Campinas. Pp. 40-62. Campinas, 1992.

LOPES, P.M.O.; ADAMI, M.; PEREIRA, E.B; MOREIRA, M.A. **Mapeamento de temperaturas absolutas usando regressão múltipla e dados orbitais**. XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Natal. INPE. 2009.

MALUF, J. R. T. **Nova Classificação Climática do Estado do Rio Grande do Sul** Revista Brasileira de Agrometeorologia, v. 8, n. 1, p. 141-150, Santa Maria, 2000.

MARIN, F.; PANDORFI, H.; FERREIRA, A. S. **Estimativas das temperaturas máximas, médias e mínimas mensais para o Brasil**. In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 13., 2003, Santa Maria. Anais... Santa Maria: CBA, 2003. p. 761-762.

MELLO, C.R.; LIMA, J.M.; SILVA, A.M.; MELLO J.M.; OLIVEIRA, M.S. **Krigagem e inverso do quadrado da distância para interpolação dos parâmetros da equação de chuvas intensas**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 27(9), 925-933, 2003.

MENDES, P.C.; RIBEIRO, A.G. **O comportamento das chuvas em Uberlândia**. Apresentado no Iº Simpósio Regional de Geografia. Uberlândia, 2002.

MENDONÇA, F.; OLIVEIRA, I.M.D. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. Oficina de textos. São Paulo. 2007.

MINAS GERAIS. **Atlas eólico de Minas Gerais**. CEMIG. Belo Horizonte, 2008.

MINAS GERAIS. **Mapa geológico de Minas Gerais**. Serviço Geológico do Brasil. Belo Horizonte, 2003.

MINAS GERAIS. **Produção de Cana-de-açúcar no Triângulo Mineiro**. Secretaria de Estado e Desenvolvimento Econômico. Belo Horizonte, 2010.
Disponível em: www.desenvolvimento.mg.gov.br/pt/component/content/134.
Acesso em: 21/03/2011.

MINAS GERAIS. **Zoneamento agroclimático de Minas Gerais**. Secretaria de Estado da Agricultura. Belo Horizonte, 1980.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. **Informações sobre agricultura do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba**. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/>. Acesso em: 3 Jun de 2007.

MIRANDA, E. E. de; (Coord.). **Brasil em Relevo**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>. Acesso em: 11 nov. 2009.

MONTEIRO, C. A. F. **A Frente Polar Atlântica e as Chuvas de Inverno na Fachada Sul-Oriental do Brasil** (Contribuição metodológica à análise rítmica dos tipos de tempo no Brasil). São Paulo: Universidade de São Paulo/Instituto de Geografia, 1969. (Teses e Monografias).

MONTEIRO, C. A. F. **Da Necessidade de um Caráter Genético à Classificação Climática**. (Algumas considerações metodológicas a propósito do estudo do Brasil Meridional). In: Revista Geográfica, Rio de Janeiro, v. 31, n.57, p. 29-44, jul./dez, 1962.

MONTEIRO, C. A. F. **Sobre o Índice de Participação das Massas de Ar e suas Possibilidades de Aplicação à Classificação Climática**. In: Revista Geográfica, Rio de Janeiro, v.33, n. 61, p. 59-69, jul./dez, 1964.

MOREIRA, R.J. **Críticas ambientalistas a revolução verde**. In.: Revista Sociedade e Agricultura. UFRRJ/CPDA. P.39-52. Rio de Janeiro, 2000.

MUNHOZ, F.C.; GARCIA, A. **Caracterização da velocidade e direção predominante dos ventos para a localidade de Ituverava (SP)**. Revista Brasileira de Meteorologia, v.23, n.1, 30-34, 2008.

NETO, J.L.S.; TOMMASELLI, J.T.G. **O tempo e o clima de Presidente Prudente**. Presidente Prudente: FCT/UNESP, 2009. 72 p.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. 1^a ed. – Rio de Janeiro, RJ: IBGE, 1979. 422 p.

NOVAIS, G.T. **Guia do Município de Prata (MG)**. Prefeitura Municipal de Prata. Prata. 2009.

NOVAIS, G.T.; ASSUNÇÃO, W.L. **Utilização de técnicas de geoprocessamento na elaboração de mapas climáticos na mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba e do entorno da serra da Canastra em Minas Gerais.** Apresentado no 9º Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica. Fortaleza. 2010.

NOVAIS, G.T.; PEREIRA, K.G.O. **A subtropicalidade nas serras mineiras: uma proposta de classificação climática para o sudeste brasileiro.** Apresentado no 8º Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica. Alto Caparaó. 2008.

OLIVEIRA, H.C.M. **Em busca de uma proposta metodológica para os estudos de cidades médias: reflexões a partir de Uberlândia (MG).** Dissertação de mestrado apresentada ao programa de pós-graduação em Geografia pela Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2008.

OLIVEIRA, E.C.; SANTOS, A.R.; CANDEIRO, C.R.A. **Localidades fossilíferas do Cretáceo Superior da região do Triângulo Mineiro (Estado de Minas Gerais, Brasil).** Revista Sociedade & Natureza, 18(35): 151-167. Uberlândia, dez/2006.

OLIVEIRA-FILHO, A.T. & MACHADO, J.N.M. **Composição florística de uma floresta semidecídua montana, na Serra de São José, Tiradentes, MG.** Tiradentes, 1993.

PILLAR, V. D. P. **Clima e vegetação.** Revista do Departamento de Botânica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. UFRGS. Porto Alegre, 1995.

QUEIROZ, A.T.; BARBOSA, G.R.; ZANZARINI, R.M.; ALBINO, K.G.; MENDES, P.C. **Caracterização da distribuição pluviométrica da bacia do rio Tejuco.** XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa. 2009.

RIBEIRO, C.M.; FERREIRA V.O. **Estudo de insolação efetiva e incidência de radiação solar global no Estado de Minas Gerais.** In: Simpósio da situação ambiental e qualidade de vida na região metropolitana de Belo Horizonte em Minas Gerais. Anais...Belo Horizonte: ABGE/FAPEMIG, P.96-99, 1992.

RIZZINI, C. **Tratado de fitogeografia do Brasil. vol.2. Aspectos sociológicos e florísticos.** Hucitec/EdUSP, 375p. São Paulo, 1979.

RODELA, L. G.; TARIFA, J. R. **O clima da serra do Ibitipoca, sudeste de Minas Gerais.** GEOUSP - Espaço e Tempo, São Paulo, Nº 11, pp.101-113, 2002.

ROSA, D. B.; **Análise da unidade litoestratigráfica formação Utiariti na geração de energia hidrelétrica em parte da porção sudoeste do Estado de Mato Grosso, e os impactos ambientais.** Artigo apresentado no I Simpósio de Recursos Hídricos do Norte e Centro-Oeste. Cuiabá, 2007.

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

SANO, S.M.; ALMEIDA, S.P.; RIBEIRO, J.F. **Cerrado: ecologia e flora.** Embrapa Cerrados. 2 v. (1.279 p.): il., 21 cm X 29,7 cm. Brasília, 2008.

SANTOS, A.M. **Climatologia e Geologia.** Fundação Universidade Federal de Rondônia. Departamento de Engenharia Ambiental. UFRO, Porto Velho. 2005.

SCOLFORO, J.R. & CARVALHO, L.M.T. **Mapeamento e inventário da flora nativa dos reflorestamentos de Minas Gerais.** UFLA, Lavras. 2006. 288p.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Carta geológica do Brasil ao milionésimo Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/program/template.php>>Acesso em: 29 Nov 2010.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Formação Botucatu. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/Aparados/ap_geol_pag04.htm>Acesso em: 12 Out 2010.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL. Formação Serra Geral. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/Aparados/ap_geol_pag05.htm>Acesso em: 12 Out 2010.

SILVA, C.H.; SIMÕES, L.S.A.; KRYMSKY, R.; MACAMBIRA, M.J.B. **Proveniência e idade do metamorfismo das rochas da Faixa Brasília, na região de Tapira (MG).** Revista do Instituto de Geociências – USP. V.6. n.1. p.53-66. São Paulo, jul. 2006

SILVA, E.M.; ASSUNÇÃO, W.L. **O clima na cidade de Uberlândia.** Revista Sociedade & Natureza. EDUFU. Uberlândia, jun. 2004.

SILVA, L.A. & SOARES, J.J. **Levantamento fitossociológico em um fragmento de floresta estacional semidecídua, no município de São Carlos, SP.** Acta Botanica Brasilica 16(2): 205-216. São Carlos, 2002.

STRAHLER, A.M. **Physical geography.** New York, London, Sydney, Toronto. John Wiley and sons, Inc. 3º edição. 1969.

SUGUIO, K. **Fatores paleoambientes e paleoclimáticos e subdivisão estratigráfica do Grupo Bauru.** In: SBG/Núcleo SP, A Formação Bauru no Estado de São Paulo e Regiões Adjacentes, 7, Coletânea de trabalhos e debates, p.15-26. 1980.

THORNTHWAITE, C.W. **The Climates of North America According to a New Classification.** Geographical Review, Centerton, n. 21, p. 633-655, 1948.

VALLADARES, G.S.; MARIN, F.R.; OSHIRO, O.T.; GOUVÊA, J.R.F. **Uso de imagens de radar na estimativa da temperatura do ar.** In: XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Goiânia. Anais...Goiânia: INPE, 2005. p. 309-311.

VELOSO, P.H.; RANGEL-FILHO, A.L.R. & LIMA, J.C.A. **Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal.** IBGE, Rio de Janeiro. 1991. 123p.

VIANELLO, R.L.; ALVES, A.R. **Meteorologia básica e aplicações.** Viçosa. UFV, 1991. 449 p.