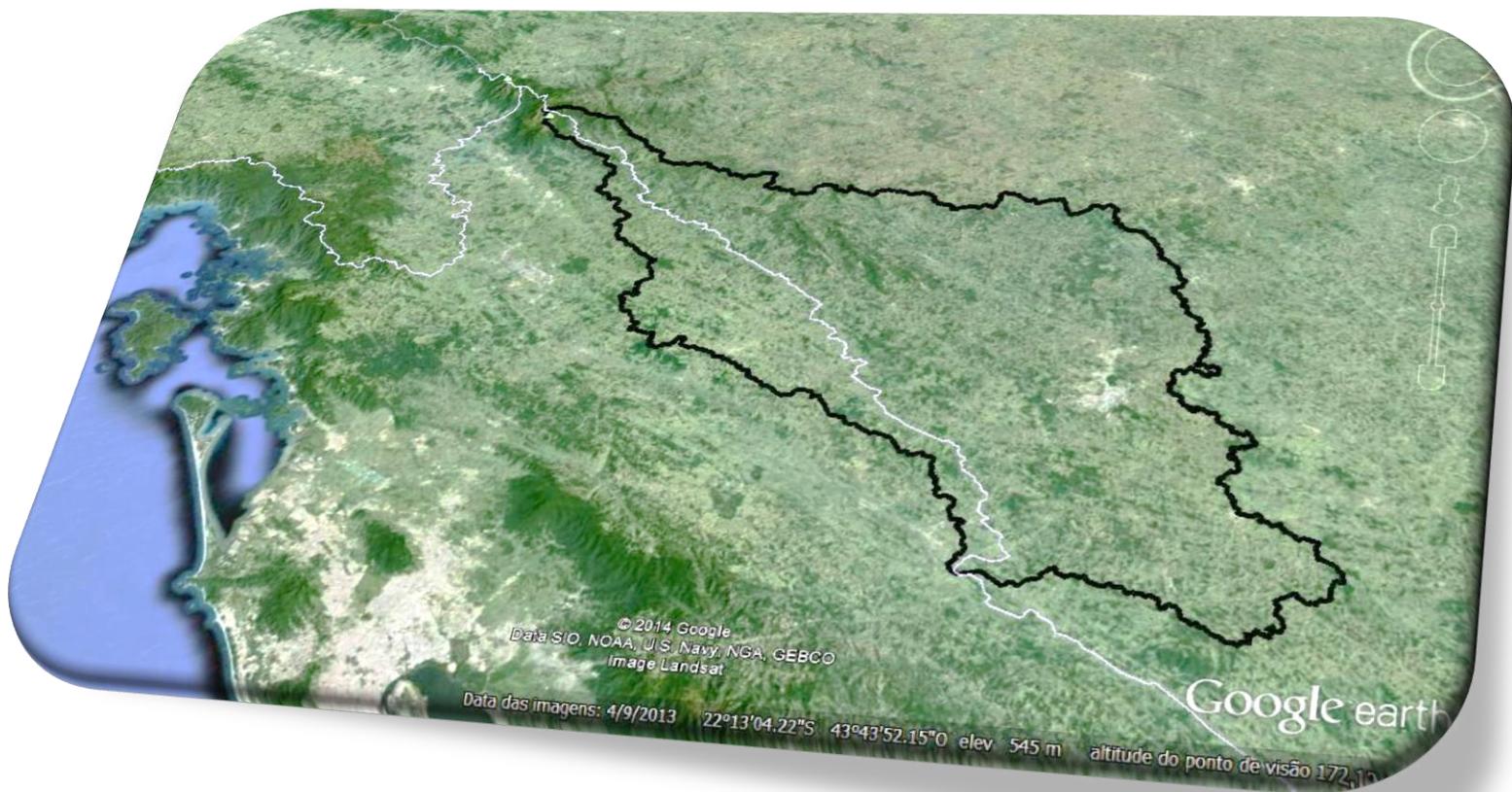


PARTICIPAÇÃO DOS SISTEMAS ATMOSFERICOS NA GENESE E RITMO DAS CHUVAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PRETO, MG/RJ, NOS ANOS DE 2006, 2007, 2008



LabCAA
Laboratório de Climatologia e Análise Ambiental

UFJF

UNIVERSIDADE
FEDERAL DE JUIZ DE FORA

CAPES

DAIANE EVANGELISTA DE OLIVEIRA



UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS

**PARTICIPAÇÃO DOS SISTEMAS ATMOSFÉRICOS NA GÊNESE
E RITMO DAS CHUVAS NA BACIA DO RIO PRETO, MG/RJ -
ANOS DE 2006, 2007, 2008**

Autor (a): Daiane Evangelista de Oliveira

JUIZ DE FORA
2016

DAIANE EVANGELISTA DE OLIVEIRA



UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS

**PARTICIPAÇÃO DOS SISTEMAS ATMOSFÉRICOS NA GENESE
E RITMO DAS CHUVAS NA BACIA DO RIO PRETO, MG/RJ -
ANOS DE 2006, 2007, 2008**

Orientador (a): Cássia de Castro Martins Ferreira

Dissertação de mestrado apresentada
ao Programa de Pós-Graduação em
Geografia da Universidade Federal
de Juiz de Fora, como requisito
parcial para obtenção do título de
mestre em geografia.
Área de Concentração: Dinâmicas da
Natureza

JUIZ DE FORA
2016

PARTICIPAÇÃO DOS SISTEMAS ATMOSFÉRICOS NA GÊNESE E
RITMO DAS CHUVAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PRETO,
MG/RJ

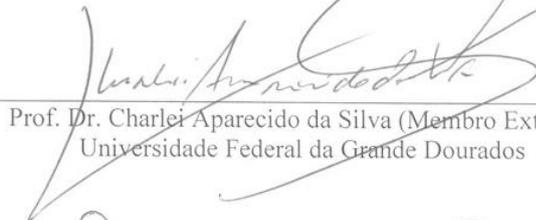
DAIANE EVANGELISTA DE OLIVEIRA

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Juiz de Fora, Área de Concentração Espaço e Ambiente, linha de pesquisa Dinâmicas Sócio-Ambientais, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Geografia.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 28 / 04 / 2016



Prof.^a Dr.^a Cássia de Castro Martins Ferreira (Orientadora)
Universidade Federal de Juiz de Fora



Prof. Dr. Charlei Aparecido da Silva (Membro Externo)
Universidade Federal da Grande Dourados



Prof. Dr. Vicente Paulo dos Santos Pinto (Membro Interno)
Universidade Federal de Juiz de Fora

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Oliveira, Daiane Evangelista de.

Participação dos sistemas atmosféricos na gênese e ritmo das chuvas na bacia hidrográfica do rio Preto, MG/RJ - anos de 2006, 2007, 2008 / Daiane Evangelista de Oliveira. -- 2016.

149 p. : il.

Orientadora: Cássia de Castro Martins Ferreira

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto de Ciências Humanas. Programa de Pós Graduação em Geografia, 2016.

1. Gênese das chuvas. 2. Ritmo climático. 3. Sistemas atmosféricos. I. Ferreira, Cássia de Castro Martins, orient. II. Título.

AGRADECIMENTOS

A presente dissertação é um dos resultados obtidos dentre os requisitos exigidos para a obtenção do título de mestre do Programa de pós-graduação em Geografia da **Universidade Federal de Juiz de Fora** e foi realizada junto ao **Laboratório de Climatologia e Análise Ambiental (LabCAA)** da mesma instituição. Portanto, em primeiro lugar, agradeço à UFJF e ao grupo de pesquisa pela acolhida. Agradeço ainda a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior -**CAPES**, pela bolsa durante todos os meses do mestrado. Ambos permitiram inúmeras experiências acadêmicas, profissionais e principalmente pessoais.

Passando de um nível institucional para o interpessoal, agradeço à toda equipe do LabCAA. Em especial ao **Yan Viana**, por todas as dicas e conselhos estatísticos e meteorológicos, você não tem noção do tanto que ajudou na execução desse trabalho.

A querida professora, orientadora e amiga **Cássia Ferreira**, o meu muito obrigada pelas oportunidades, pelos conselhos e experiências compartilhadas, pela disponibilidade e por ser essa “madrinha acadêmica” que tanto admiro. Obrigada por tudo. Mesmo que agora seja a hora de se criar asas e partir, serás sempre a minha mentora em climatologia.

Obrigada aos professores **Carlos Maia, Elias Lima, Júlio Ambrozio e Roberto Marques** pelo conhecimento compartilhado. Ao **Marcelo Costa** pela disponibilidade de sempre. Aos professores **Roberto Marques e Cezar Rocha**, pelos apontamentos durante a qualificação do mestrado. E aos professores **Vicente Pinto e Charlei Silva** pelos apontamentos e disponibilidade de comporem a banca da defesa final.

Agradeço à minha família pelo apoio de sempre. A minha mãe **Inácia** pela coragem e força com que luta todos os dias, e por me ensinar nesses dois anos a ser forte e a acreditar sempre, e ao meu pai **Camilo**, referência de homem íntegro e apaixonado pelo saber. O meu muito obrigada por estarem presentes a cada conquista.

Aos meus irmãos **Davi, Karla e Diana**, pelo respeito, amizade e companheirismo. Obrigada por compreenderem os momentos de ausência.

Aos meus amigos **Fabi, Isabela, José, Poliana, Raiane, Rogério e Vanely**, por deixarem meus dias dissertativos mais coloridos. O Vale está em festa novamente.

A minha amiga-irmã **Fabricia** pela paciência, amizade e consideração. À minha grande amiga **Amora**, pelo companheirismo e lealdade, mesmo a km de distância. “*A amizade é um amor que nunca morre*”...

As minhas parceiras de vida e de laboratório **Débora** e **Franciele**, as quais não tenho nem palavras para dizer ou mensurar a importância que possuem na minha vida. AMO-AS. Vocês serão para sempre os cães da minha vida. Obrigada por tudo.

Á **Ruth** e a **Lilian**, presentes que o mestrado deu em forma de amigos.

Obrigada vida, pela oportunidade.

DEDICATÓRIA

**Dedico este trabalho, aos meus pais
Camilo e Inácia... esse sonho sempre foi nosso!!!**

RESUMO

Dentre os enfoques que podem ser dados aos estudos climáticos destaca-se a análise rítmica, que por considerar a sequência diária com que os elementos climáticos se manifestam, assim como os sistemas atmosféricos e suas correlações com o ambiente, permite uma análise integrada do clima. Esta, vêm contribuindo para que a sociedade se torne menos vulnerável às intempéries climáticas, à medida que considera tanto a sucessão habitual dos tipos de tempo quanto os eventos extremos em suas análises diárias. Partindo-se da necessidade de se conhecer essa complexa relação entre clima - ambiente - sociedade, o presente estudo teve por objetivo fazer uma investigação acerca do ritmo climático, através da quantificação da participação dos sistemas atmosféricos e dos fatores geográficos na gênese e no ritmo das chuvas na bacia hidrográfica do Rio Preto, MG/RJ, para os anos de 2006, 2007 e 2008. A partir daí se tornou possível estabelecer correlações entre o fenômeno climático e o meio físico, identificando sua dinâmica e principais unidades espaciais e temporais, estabelecendo um modelo integrado e a criação de mapas e gráficos de ritmo que subsidiassem a compreensão do sequenciamento dos tipos de tempo. A escala temporal de análise é a diária e em anos padrão (MONTEIRO, 1971, 1991) e a metodologia de escolha desses foi com base em técnicas estatísticas (box plot, desvio padrão, Sturges e quantil). Os mapeamentos foram realizados no *software* ArcGIS 10, inserindo informações obtidas junto ao *Hidroweb* (ANA) e imagens de satélite (LANDSAT e SRTM). A construção dos gráficos de ritmo foi feita a partir de dados meteorológicos coletados no *site* Hidroweb da ANA, de análise sinótica de cartas sinóticas da Marinha do Brasil e dos boletins Climanalise. Como resultados, constatou-se que os três anos estudados apresentaram características distintas quanto a distribuição espacial e temporal das chuvas, havendo maior destaque na alternância do regime destas. Em termos de participação dos sistemas atmosféricos é a mTa a que atuou no maior número de dias para os três anos e em 2008 (ano úmido) a atuação da ZCAS foi mais que o dobro dos demais anos (19%). Sob a atuação desta última, em quase 100% dos dias constatou-se a presença de chuvas. Também em dias sob atuação das frentes frias constatou-se a presença de chuvas. Os eventos extremos não seguiram um padrão de distribuição espacial.

Palavras Chave: Gênese das chuvas, Ritmo climático, Sistemas Atmosféricos.

ABSTRACT

Among the approaches that can be given to climate studies stands out the rhythmic analysis, what is set as the daily sequence with which the climatic elements manifest themselves, as well as the atmospheric systems they relate with the environment, providing an analysis integrated the climate. This contributed to what the society be less vulnerable to climatic conditions, as it considers both the usual succession of weather types as extreme events in their daily analysis. Starting from the need to understand the complex relationship between climate - environment - society, this study aimed to make an investigation about the climate pace, by quantifying in the participation of atmospheric systems and geographical factors in the genesis and rhythm of rain in the river watershed Preto, MG / RJ, for the years 2006, 2007 and 2008. Thenceforth, it became possible to establish correlations between the climatic phenomenon and the physical environment, identifying your dynamics and main spatial and temporal units, to establishing an integrated model and the creating maps, rhythm graphics that subsidize the understanding of the sequencing of the types of time. The temporal scale of analysis is daily and in years "pattern" (MONTEIRO, 1971, 1991) and the methodology of choice of these was based on statistical techniques (box plot, standard deviation, Sturgers and quantile). The maps were made in the ArcGIS 10 software by entering information obtained from the *Hidroweb* (ANA) and satellite imagery (Landsat and SRTM). The construction of the rhythm graphics was made from collected meteorological data in *Hidroweb* (ANA) website, synoptic analysis of synoptic maps of the Navy of Brazil and *Climanalise* newsletters. As a result, it was found that the three years studied showed different characteristics as the spatial and temporal distribution of rainfall, with greater emphasis on the annual alternation of these arrangements. In terms of participation of atmospheric systems is the Atlantic Tropical mass that acted in the greater number of days and in 2008 (wet year) the performance of South Atlantic convergence zone was more than double the other years (19%). Under the action of the latter, nearly 100% of the days found for the presence of rain. Also in action on day of cold fronts is it found the presence of rain. Extreme events have not followed a pattern of spatial distribution.

Keywords: Genesis rainfall, climate Rhythm, Atmospheric Systems.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Esquema dos procedimentos metodológicos a serem realizados	52
Figura 2 - Convenções utilizadas para a análise sinótica	66
Figura 3 - Esquema para inserção dos dados de precipitação no gráfico de ritmo	69
Figura 4 - Atuação da Linha de Instabilidade – 16/02/2016	91
Figura 5 - Atuação de um sistema frontal – 21 a 23 de abril de 2008	121
Figura 6 - Trajetórias das chuvas	135
Figura 7 - Padrão de chuvas para o inverno	136

LISTA DE MAPAS

Mapa 1 -	Localização da área de estudo	39
Mapa 2 -	Rede hidrográfica.	40
Mapa 3 -	Principais fatores geográficos de formação do clima na área de estudo.	42
Mapa 4 -	Aspectos do relevo	44
Mapa 5 -	Elementos climáticos	47
Mapa 6 -	Aspectos antropicos e cobertura vegetal	48
Mapa 7 -	Estações teste por unidade climática	54
Mapa 8 -	Variação da precipitação em relação a média anual	77
Mapa 9 -	Variação espacial mensal da precipitação para os anos padrão	89

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Informações das estações meteorológicas	55
Tabela 2 -	Desvio padrão para as estações teste	57
Tabela 3 -	Valores de K para as series meteorológicas analisadas (STURGERS, 1926)	58
Tabela 4 -	Anos padrão segundo a técnica do box-plot	59
Tabela 5 -	Anos padrão	60
Tabela 6 -	Estações utilizadas para a interpolação	61
Tabela 7 -	Relação dos dias faltosos	62
Tabela 8 -	Dias falhos por posto pluviométrico	64
Tabela 9 -	Dias com falhas nas cartas sinóticas	68
Tabela 10 -	Relação entre eventos El Nino e La Nina e os totais anuais de precipitação	74
Tabela 11 -	Variação da precipitação em relação a média anual	76
Tabela 12 -	Principais sistemas atuantes na área de estudo.	78
Tabela 13 -	Dias sob atuação dos sistemas frontais	79
Tabela 14 -	Número de dias em que foram registradas chuvas	83
Tabela 15 -	Porcentagem de dias em que choveu para cada sistema atuante	84
Tabela 16 -	Precipitação mensal por estação teste.	85
Tabela 17 -	Média mensal da precipitação.	86

LISTA DE PRANCHAS

Prancha 1 -	Sucessão anual dos tipos de tempo - 2006	80
Prancha 2 -	Sucessão anual dos tipos de tempo - 2007	81
Prancha 3 -	Sucessão anual dos tipos de tempo - 2008	82
Prancha 4 -	Precipitação Diária - Janeiro - 2006	93
Prancha 5 -	Precipitação Diária - Fevereiro - 2006	94
Prancha 6 -	Precipitação Diária - Março - 2006	95
Prancha 7 -	Precipitação Diária - Abril - 2006	96
Prancha 8 -	Precipitação Diária - Maio - 2006	97
Prancha 9 -	Precipitação Diária - Junho - 2006	98
Prancha 10 -	Precipitação Diária - Julho - 2006	99
Prancha 11 -	Precipitação Diária - Agosto - 2006	100
Prancha 12 -	Precipitação Diária - Setembro - 2006	101
Prancha 13 -	Precipitação Diária - Outubro - 2006	102
Prancha 14 -	Precipitação Diária - Novembro -2006	103
Prancha 15 -	Precipitação Diária - Dezembro - 2006	104
Prancha 16 -	Precipitação Diária - Janeiro - 2007	107
Prancha 17 -	Precipitação Diária - Fevereiro - 2007	108
Prancha 18 -	Precipitação Diária - Março - 2007	109
Prancha 19 -	Precipitação Diária - Abril - 2007	110
Prancha 20 -	Precipitação Diária - Maio - 2007	111
Prancha 21 -	Precipitação Diária - Junho - 2007	112
Prancha 22 -	Precipitação Diária - Julho - 2007	113
Prancha 23 -	Precipitação Diária - Agosto - 2007	114
Prancha 24 -	Precipitação Diária - Setembro - 2007	115
Prancha 25 -	Precipitação Diária - Outubro - 2007	116
Prancha 26 -	Precipitação Diária - Novembro -2007	117
Prancha 27 -	Precipitação Diária - Dezembro - 2007	118
Prancha 28 -	Precipitação Diária - Janeiro - 2008	123
Prancha 29 -	Precipitação Diária - Fevereiro - 2008	124
Prancha 30 -	Precipitação Diária - Março - 2008	125
Prancha 31 -	Precipitação Diária - Abril - 2008	126
Prancha 32 -	Precipitação Diária - Maio - 2008	127
Prancha 33 -	Precipitação Diária - Junho - 2008	128
Prancha 34 -	Precipitação Diária - Julho - 2008	129
Prancha 35 -	Precipitação Diária - Agosto - 2008	130
Prancha 36 -	Precipitação Diária - Setembro - 2008	131
Prancha 37 -	Precipitação Diária - Outubro - 2008	132
Prancha 38 -	Precipitação Diária - Novembro -2008	133
Prancha 39 -	Precipitação Diária - Dezembro - 2008	134

LISTA DE GRÁFICOS

Grafico 1 - Diagrama pontual da variação anual da precipitação	56
Grafico 2 - Participação mensal dos sistemas atmosféricos	85

LISTA DE SIGLAS

ANA	Agencia Nacional das Águas
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EPAGRI	Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
ICMBio	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
IDW	Inverse Distance Weigh
IEF	Instituto Estadual de Florestas
IGAM	Instituto Mineiro de Gestão das Águas
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
LI	Linhas de Instabilidade
mPa	Massa Polar Atlântica
mTa	Massa Tropical Atlântica
NOAA	<i>National Oceanic and Atmospheric Administration</i>
ONI	<i>Oceanic Niño Index</i>
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission
UFJF	Universidade Federal de Juiz de Fora
USGS	United States Geological Survey
ZCAS	Zona de Convergência do Atlântico Sul

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	16
1. REVISÃO TEORICA	24
1.1. <i>A abordagem rítmica</i>	26
1.1.1. O ritmo da climatologia geográfica brasileira	27
1.1.2. Estudos de Ritmo, metodologias em climatologia brasileira	30
1.2. <i>Escalas de Abordagem</i>	34
1.3. <i>Caracterização da área de estudo e suas correlações com a formação do clima regional</i>	38
2. METODOLOGIA	51
2.1. <i>Precipitação</i>	53
a) <i>Escolha dos anos padrão</i>	53
a) <i>Organização e tabulação dos dados</i>	62
a) <i>Interpolação</i>	65
2.2. <i>Análise Sinótica e Construção do gráfico de ritmo</i>	65
2.3. <i>Procedimentos de síntese</i>	69
3. RESULTADOS	72
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	138
5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	142

INTRODUÇÃO

*“Mas o que quer dizer este poema? - perguntou-me alarmada a boa senhora.
E o que quer dizer uma nuvem? - respondi triunfante.
Uma nuvem - disse ela - umas vezes quer dizer chuva, outras vezes bom tempo...”*
Mario Quintana

O conhecimento como um processo de apreensão da realidade, produzido como resposta aos desafios do cotidiano, permite melhorar a vida dos indivíduos, na medida que favorece as relações entre sociedade-ambiente. E como é sabido que o clima é um elemento que direta ou indiretamente afeta a vidas das pessoas, a apreensão do fenômeno climático se torna fundamental.

O clima é “o ambiente atmosférico constituído pela série de estados da atmosfera acima de um dado lugar em uma sucessão habitual” (SORRE, 1951, p. 13-14), seguindo as diversas combinações que caracterizam o tempo atmosférico. Por sua vez

o clima de uma região é determinado por fatores, denominados controles climáticos, que atuam tanto na escala global como na regional. Os mais importantes são a circulação geral da atmosfera (CGA), a topografia local, a natureza da cobertura vegetal, o ciclo hidrológico e as correntes oceânicas se a região for costeira (MOLION, 1987, p. 107).

Já a variabilidade climática é dada pela interação entre a circulação atmosférica e os aspectos geográficos de uma determinada área (TAVARES, 2004).

Aliado a estes, existem os elementos climáticos, os quais sofrem influência dos padrões de controle, se reorganizam e se interligam entre si, variando de acordo com o contexto em que estão inseridos. Dentre os elementos climáticos destacam-se a precipitação, a pressão atmosférica, a temperatura do ar, a umidade relativa do ar e os ventos, que se analisados em conjunto dão conta de identificar as condições climáticas de determinada área, pelo menos em um primeiro momento.

Independentemente da ação humana, o clima difere-se de uma região para outra, ou até mesmo dentro de alguns poucos quilômetros. As variações em quantidade, intensidade e distribuição estacional de temperatura, precipitação, umidade, pressão atmosférica e ventos, associados às variáveis do local, vão produzir inúmeras situações e tipos climáticos diferentes. Tornando, importante obter mecanismos que nos permitam conhecer e identificar estas diferentes unidades climáticas em escala regional. (FERREIRA, 2002, p.85).

O clima é a manifestação atmosférica em um dado lugar, por sua vez, a climatologia se preocupa em estabelecer e compreender as relações que ocorrem entre esta, a superfície terrestre e a sociedade. Assim, se torna possível aferir inúmeras importâncias dadas aos estudos climáticos, uma vez que tais relações são complexas e muito instáveis.

Em primeiro lugar, pode-se falar nos estudos do clima com vista ao reconhecimento dos recursos naturais, para a sua utilização racional e fundamentalmente para o planejamento do uso da terra (GOLFARI, 1974). Estes subsidiariam a produção agrícola, contribuindo para a melhoria na produção de alimentos e a prevenção de desastres, dado ao entendimento das irregularidades nos regimes hídrico e térmico. Uma vez que as

espécies possuem ótimos climáticos que podem vir a sofrer *stress* com a ocorrência de eventos extremos.

O clima é considerado um regulador central, que influência direta ou indiretamente os fatores bióticos e abióticos, o que o coloca dentre os fatores fundamentais para explicar, prever e entender o crescimento e desenvolvimento dos recursos naturais. E como o mesmo é variável no espaço e no tempo, constitui, num importante fator de mudança na superfície terrestre.

Mas se de um lado o clima exerce influências sobre o ambiente, de outro, pelo mesmo é influenciado. “Os insumos climáticos, de ordem hierárquica superior são sempre redefinidos pela forma e pelo conteúdo do (no) espaço próximo à superfície da Terra” (TARIFA, 2002, p. 28). A distribuição da radiação em escala local pode ser influenciada pela topografia, formas do terreno e pela orientação e inclinação das vertentes do mesmo. A temperatura por sua vez, sofrerá influência do padrão de cobertura que vem sendo dado a terra e da situação topográfica onde o sítio se insere. Em termos de precipitação pode-se destacar o efeito orográfico e os componentes adiabáticos de compressão e expansão nos volumes pluviométricos. Também os efeitos da latitude podem ser simulados em pequenas escalas (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007).

Outra importância dada ao (re)conhecimento dos padrões climáticos está atrelada a riscos físicos, como é o caso de suscetibilidade da sociedade frente aos eventos extremos, a enchentes e deslizamentos. É sabido que, mesmo havendo leis que proíbem a ocupação humana em áreas consideradas de risco, as mesmas, em alguns casos, estão sendo ocupadas, o que com a ocorrência de excessos de precipitação podem ocasionar perdas de vidas e/ou financeiras.

A vulnerabilidade humana em relação a estas manifestações é variável conforme seu grau sócio-econômico, o que torna necessário uma visão mais integradora frente aos estudos climáticos. O homem apresenta diversos graus de suscetibilidade em relação ao fenômeno climático, sendo o fator econômico, o principal delineador de calamidade (ou não) frente aos eventos extremos. Questões econômicas, em muitos casos, colocam em debate problemas sociais, que são acentuados quando a população não está preparada para lidar com as intempéries climáticas.

Por sua vez, em meio urbano, onde é possível observar o maior e mais concentrado adensamento de pessoas, nota-se que são acentuados os efeitos do clima urbano, dada a ocorrência de eventos climáticos extraordinários. A impermeabilização dos solos pelos inúmeros materiais que constituem o urbano, alteram a dinâmica dos espaços, os quais,

cada vez mais antropizados, além de se tornarem mais quentes, se tornam áreas passíveis da ocorrência de enchentes.

Assim sendo, entender o clima de forma generalista não dá mais conta da complexidade existente no espaço. O conhecimento climático totalitário deve ser realizado considerando todas essas relações que ocorrem e que estão por traz de sua gênese e de suas manifestações. A este, acrescenta-se a necessidade de um (re)conhecimento que seja útil para as sociedades, uma vez que mesmo com as novas tecnologias o homem ainda é vulnerável às excepcionalidades climáticas e sob ele ainda não tem controle.

A climatologia, essencialmente a climatologia geográfica (e a Geografia do Clima, SANT'ANNA NETO, 2001), vem no sentido de amenizar tais impactos, assim como contribuir para um maior aproveitamento do clima enquanto recurso energético e o resguarde da qualidade de vida da sociedade, pois permite uma análise interativa entre os elementos climáticos e a população.

Do mito à ciência, a climatologia evoluiu enquanto saber e hoje, dada as novas possibilidades que o período técnico-científico-informacional (SANTOS, 2014) dispõe, poderá contribuir mais em termos de retorno à sociedade, subsidiando as relações que esta exerce com o ambiente. O uso do geoprocessamento e da informática vem permitindo uma maior agilidade na criação e manuseio dos dados climáticos. A criação de sensores mais modernos e confiáveis, o uso de radares de imageamento e a utilização de Sistemas de Informação Geográfica (SIG's), são alguns dos ganhos que a ciência adquiriu e que se bem utilizados servirão para um maior (re)conhecimento das manifestações climáticas.

Estes contribuem para a elaboração e/ou (re)formulação de sínteses sobre a dinâmica da natureza, na medida que agilizam o manuseio das informações, assim como possibilitam a modelagem dos sistemas ambientais e o (re)conhecimento do meio onde se vive. Na região Sudeste (SANT'ANNA NETO, 2005) e para a área da bacia (FERREIRA 1997, 2002), alguns trabalhos já foram realizados, mas ainda há a necessidade de uma maior investigação e resgate a cerca do fenômeno climático em escala regional.

Nesta escala espacial de análise, nota-se uma preferência pelas classificações e sistematizações (mapeamentos), os quais além de se mostrarem como valiosos produtos geográficos de conhecimento do espaço, vem dando suporte em outras pesquisas das ciências de fronteira com a geografia. Na biologia e agronomia, por exemplo, nota-se que são utilizados os estudos de precipitação, temperatura e umidade, com o intuito de se chegar à ótimos climáticos em relação a certos cultivos.

Há que se ressaltar que, por algum tempo as outras escalas espaciais de análise para o estudo dos fenômenos climáticos tiveram preferência se comparadas com a regional. Em 2005, Sant'Anna Netto já destacava que desde os anos 70, quando Edmon Nimer (1979) propõe um estudo dos climas brasileiros, é que não mais se observa estudos de cunho regional. Tal fato pôde ser constatado por Ely (2006), quando em análise das monografias, dissertações e teses brasileiras, observou que poucos trabalhos utilizam a escala regional como unidade espacial de análise.

Um dos motivos que justificam o fato é que historicamente o intenso e descontrolado processo de urbanização que o país vivenciou a partir da década de 70, trouxe consigo os problemas de um crescimento desordenado, fazendo com que se voltassem os olhos para os estudos do urbano no Brasil e conseqüentemente para os de cunho climático. Logo, cabe destacar que a partir da década de 70 e principalmente na década 90, ter ocorrido um aumento dos estudos de clima urbano. Também, a escassez de dados, atrelada as limitações no manuseio dos mesmos, em escala regional, fez com que a escala regional de abordagem do fenômeno climático fosse reduzida.

Atualmente, nota-se que vem ocorrendo um retorno dos estudos regionais, uma vez que existem manifestações do clima, que só podem ser observadas nesta escala. Ainda mais em um país com dimensões continentais como o Brasil, que apresenta inúmeros tipos climáticos (NIMER, 1979). Há a necessidade de se fazer estudos mais dinâmicos e que o relacione com as esferas do cotidiano e com o ambiente do qual faz parte. O clima enquanto ciência precisa ser repensado e suas relações com a sociedade em âmbito regional não podem ser reduzidas a apenas insumos do processo produtivo, ou manifestações classificatórias generalistas.

Assim, dada a necessidade de conhecer o ambiente e as relações que nele ocorre, assim como, a necessidade de caracterizar e conhecer o clima, enquanto fenômeno que nele atua e por ele é influenciado e principalmente, porque tais relações afetam a vida da sociedade em geral, é que o presente estudo teve por intuito fazer uma análise de como se dá o ritmo climático das chuvas na Bacia Hidrográfica do Rio Preto, MG/RJ. A partir daí se torna possível estabelecer correlações entre o fenômeno climático e o meio físico, identificando sua dinâmica e principais unidades espaciais e temporais. Estabelecendo um modelo integrado e a criação de mapas e gráficos que subsidiassem a compreensão do espaço.

O porque de trabalhos como este se reforça no sentido de que de igual importância que conhecer o movimento temporal e rítmico dos tipos de tempo (MONTEIRO, 1973, 1991), há a necessidade de análise da variação espacial do mesmo, uma vez que os

fenômenos se manifestam no tempo e no espaço. Escolheu-se trabalhar com o elemento precipitação, no caso com as chuvas, por que qualquer variação no registe destas tem um grande impacto na vida das pessoas. Entende-se por precipitação a queda de água do céu, a qual é chamada de chuva, caso esteja em seu estado líquido.

A escolha da bacia hidrográfica do rio Preto como recorte espacial utilizado, ocorre dado ao fato de que, conforme ressalta Ribeiro (1995, p.44),

quando os progressos do conhecimentos do planeta e do espírito científico levaram ao desejo de descrever, de modo sistemático, a superfície da terra, procurou-se uma base territorial, limitada com o possível rigor, que servisse de molde a descrição. Foi então que BUACHE (1975) lançou a famosa teoria das *bacias fluviais* (RIBEIRO, 1995, p.44).

Mesmo sofrendo muitas críticas, dada às inúmeras vantagens a essas atribuídas, como possuir limites, hierarquias, unidade (RIBEIRO, 1995), nota-se que ainda hoje as bacias hidrográficas se portam como convenientes ao estudo da realidade regional.

Por sua vez, a bacia hidrográfica do rio Preto foi escolhida por possuir expressiva área de contribuição, cerca de 8.597 km², limites fixados, e ainda, por ser uma das principais sub-bacias da bacia do Paraíba do Sul. Esta, se localiza em uma região de transição climática, apresenta uma heterogeneidade que pode ser observada a priori e dá possibilidades a análises de seus padrões espaciais além do nível descritivo (PAESE e SANTOS, 2004), pois em perspectiva de escala de observação vai além de entidades empíricas.

Já o recorte temporal de análise foi o diário (sucessão dos tipos de tempo) e em anos padrão (um habitual – 2006; um seco – 2007; e um úmido: 2008), conforme metodologia proposta por Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro (1971, 1991), no qual o Ritmo como pressuposto de análise traduz-se em uma metodologia de compreensão do clima, que ao considerar os eventos extremos, permite uma compreensão totalitária dos eventos meteorológicos que mais afetam a sociedade, dada a magnitude e imprevisibilidade com que ocorrem.

Tais estudos são frutos de um período da ciência climática denominado Climatologia Dinâmica, e que, em termos regionais, traz seguidores como Monteiro (1963, 1973), Nimer (1979), Sette (2000), Tarifa (1970-2000), Zavatini (1998, 2000) e Sant'Anna Neto (2005). Vários outros pesquisadores adotam essa abordagem climática em seus estudos (FERREIRA, 1997, 2002; FIALHO, 1998; SILVA, 2001).

E é neste contexto que o desejo pela compreensão dos ritmos da natureza, e consequentemente do ritmo do clima, foi se desencadeando. Após leituras dos trabalhos já citados anteriormente, surgiu um interesse pelo estudo detalhado e dinâmico das chuvas. Aos poucos uma metodologia de pesquisa foi sendo moldada, adequando os

trabalhos clássicos à realidade da área de estudo e aos ensaios que já haviam sendo feitos na área de estudo em outros trabalhos.

O primeiro desígnio passou a ser então o de levantar quantitativamente e qualitativamente a atuação dos sistemas atmosféricos na gênese das chuvas na área de estudo, conforme proposta de Monteiro (1963). A ideia de que as massas de ar, a Zona de Convergência do Atlântico Sul e os sistemas frontais, teriam papel fundamental na formação das chuvas na região, foi o norteador para se escolher esse método de estudo.

Verificada e quantificada a influência da atmosfera na gênese das chuvas, estabeleceu-se que haveria ainda a necessidade de entendimento dos fatores geográficos na formação e distribuição destas na região. Deste modo, o segundo objetivo do trabalho passou a ser o de verificar as relações entre a atmosfera, o meio físico do sítio e as chuvas.

Essa concepção teórico-metodológica teve como fruto vários mapas, gráficos e interpretações acerca do fenômeno climático. E o texto final redigido, foi estruturado em 4 partes principais.

No primeiro capítulo intitulado “*Referencial Teórico*” apresentou-se um levantamento de literaturas que tecessem considerações acerca do que seria o ritmo enquanto conceito, assim como as bases da climatologia geográfica que constituíram terreno fértil para o florescimento da análise rítmica na climatologia brasileira. Neste, o clima/ritmo foi descrito em várias perspectivas, destacando-se como referencial conceitual, método de análise, escala de análise e enquanto proposta de classificação. Também foi realizado um levantamento sobre o aporte teórico-metodológico utilizado para a análise rítmica. Tal postura se justifica por uma aceitação de que a leitura de autores que compactuam da temática e aporte conceitual, é um dos primeiros passos a um entendimento dialético de determinado fenômeno.

A partir do ritmo, enquanto conceito central, foram trabalhadas duas temáticas principais. A primeira diz respeito aos mapeamentos e classificações climáticas espaciais, como metodologias e produtos que dão arcabouço aos estudos do tempo e clima. E a segunda diz respeito aos fatores de formação do clima regional da bacia do Rio Preto e caracterização da área de estudo, onde se pretendeu mostrar a caracterização geral do sítio onde se insere a Bacia Hidrográfica do Rio Preto. Deste modo, houve um (re)conhecimento *apriori* do espaço que foi delimitado para ser estudado.

De posse de um arcabouço teórico consolidado e com uma compreensão da realidade espacial que seria base para o estudo, passou-se para os mecanismos e procedimentos que dariam suporte ao levantamento dos tipos de tempo. Após leituras, constatou-se inicialmente que de alguma forma haveria a necessidade de construção de gráficos de

ritmo e de mapas da distribuição temporo-espacial das chuvas, pois se entendia que ambas escalas de abordagem seriam importantes.

Assim, no terceiro capítulo, “*Metodologia*”, foi apresentada a metodologia escolhida para o estudo do ritmo climático que abrange a Bacia do Rio Preto, do método de construção de um gráfico de ritmo, da elaboração dos mapas climáticos e do meio físico, se justificando cada um deles e apresentando uma breve explicação do que representariam. Também a escolha de qual período temporal seria estudado foi registrado nesse capítulo (anos padrão).

Nos capítulos de “*Resultado*” e “*Considerações Finais*” foram descritos os resultados obtidos com a análise dos gráficos e mapeamentos, onde se procurou tecer reflexões acerca dos resultados obtidos e as conclusões que se chegou com a pesquisa.

REVISÃO TEÓRICA

“Essa ideia de que existe ritmo em tudo na natureza já ressonava na minha cabeça de forma inconsciente. Uma certa dança das coisas...”
Marcelo Gleiser

Um conceito chave norteia esta pesquisa, que é o de ritmo climático. Este foi trabalhado ancorado em três temáticas principais, as quais fundamentaram a postura de estudo adotada, que é a de uma climatologia dinâmica. A reflexão que se faz é que o ritmo climático, estudado e espacializado a partir de um aporte teórico metodológico das classificações climáticas que considera a origem genética das tipologias de tempo e correlacionando com os fatores geográficos de formação do clima, tem suas análises favorecidas a partir da incorporação do uso de SIG aos estudos dos tempo e clima.

Em primeiro lugar cabe destacar o fato de a perspectiva da análise rítmica apresentar destaque dentre os estudos climáticos, uma vez que por entender os elementos meteorológicos a partir do sequenciamento com que se manifestam, permite visualizá-los e correlacioná-los de forma mais integrada, contribuindo para o (re)conhecimento de sua ciclicidade.

Mas se por um lado o entendimento do padrão de sucessão dos elementos meteorológicos permite visualizar os tipos de tempo, chegando-se a um estudo mais detalhado dos padrões atmosféricos, são suas relações com os distintos padrões e morfologias e superfícies da terra, que existem durante sua trajetória, é que vão implicando tipologias climáticas distintas. A influência que os fatores geográficos exercem na distinção de unidades espaciais em determinado sítio, criam arranjos específicos que podem ser identificados, de modo que as classificações climáticas se tornam meios/metodologias que facilitam o reconhecimento das relações atmosfera-superfície.

Neste sentido, Ribeiro (1995, p.47) destaca que

“posição, clima, relevo, três dados fundamentais da geografia física que tantas vezes se mostram interdependentes ou conjugados, permitem traçar, num território extenso, as divisões fundamentais e agrupar nelas, por afinidades de conjunto, a variedade regional”
(RIBEIRO, 1995, p.47)

Por sua vez, dado que existem empecilhos na distribuição dos equipamentos e na aquisição dos dados climáticos, nada mais correto do que tirar proveito das geotecnologias para tentar sanar, em partes, a baixa disponibilidade que ainda existe, através das modelagens. Uma vez que o contexto teórico-metodológico atual, vem se adequando as inúmeras necessidades das pesquisas que são realizadas.

Após essa breve contextualização sobre a temática abordada, a primeira indagação que se faz é: o que seria o ritmo climático?

1.1. A ABORDAGEM RÍTMICA

Antes de passarmos para a concepção de ritmo na climatologia geográfica, torna-se necessário tecer considerações acerca do que seria o ritmo enquanto conceito. Uma vez que quase tudo o que está ao nosso redor tem ritmo e esta é uma terminologia utilizada em inúmeras áreas do conhecimento.

A expressão ritmo aparece formalmente nos dicionários a partir do século XIII (RYTHME, 1370, ROBERT, 1977 *apud* TARIFA e SETTE, 2012), significando “uma sequência de intervalos regulares”, porém sua origem é muito mais antiga. A terminologia ritmo vem do grego *rhuthmós* que significa movimento regular. No senso comum apresenta geralmente uma conotação mecânica ou quantitativa, sendo relacionado a deslocamento, movimento e velocidade (TARIFA e SETTE, 2012).

Em alguns casos o ritmo passa a representar harmonia, como é o caso da rima poética e da música. Costuma-se dizer que a melodia é uma combinação de sons sucessivos, que a harmonia é uma combinação de sons simultâneos e que o ritmo é a ordem na qual obedecem aos sons no discurso musical. Qualquer composição é “polirritmia” ou um conjunto de ritmos (TARIFA e SETTE, 2012).

Para a física o ritmo faz parte da dinâmica, pressupõe movimentos, sequências, encadeamentos, limites, durações e intensidades. E como os ritmos não são fixos, ao se moverem no tempo e no espaço consomem energia variável, de modo que sempre que há movimento há ritmo (TARIFA e SETTE, 2012). Também o estudo do corpo humano utiliza da concepção de ritmo, pois organismos possuem seu ritmo próprio, como é bem representado pelas batidas cardíacas.

Assim, há uma universalidade nos usos do conceito de ritmo, o qual pode ser definido como movimento (fatos, sons, energia, massas de ar, fenômenos) e diferenças em repetição no tempo e no espaço (LEFEBRVE, 1992). Os ritmos ao mesmo tempo em que são unicidade ou multiplicidade, repetitivos, quase iguais, são diferentes. Diferenças se somam, a partir da unidade, do linear repetitivo que é ao mesmo tempo mudança. E é esta dialética que atinge a profundidade do ritmo dos corpos (interior-exterior) e as relações entre espaço e tempo (TARIFA e SETTE, 2012).

Neste sentido, pode-se dizer que a relação entre os fenômenos físicos, biológicos, humanos e sociais que se dá em determinado lugar da superfície terrestre pode ser traduzida através do ritmo (TARIFA, 2001). A análise da realidade pressupõe uma relação mútua. E o ritmo é um dos caminhos possíveis de compreender a interação entre os fenômenos

(TARIFA, 2001), e é através da “ritmanálise”, que se torna possível compreender o funcionamento dos ritmos.

Apesar de tantas possibilidades e aplicações do ritmo, deve-se ressaltar que na prática o mesmo é pouco analisado, e que é somente quando ocorre alguma “disritmia” ou “arritmia”, é que os homens se interessam por conhecer a ritmicidade. As mudanças impostas pelo caráter repetitivo dos fenômenos são tratadas de forma mais natural do que aquelas que ocorrem de forma esporádica. E é o que acontece com o ritmo climático. Pode-se dizer que este é ditado pelas inúmeras relações que ocorrem entre a atmosfera e os fatores geográficos, como o conjunto de atributos que formam o ambiente, e que caracterizando o clima em cada lugar, marcam o ritmo.

Como a atmosfera é instável, o ritmo do clima, o qual traduz a dinâmica climática de determinado ambiente, e que ao mesmo tempo em que apresenta em alguns casos certos intervalos regulares (estações do ano), em outros não (uma sucessão de eventos habituais ou anômalos, disritmias, como os eventos extremos), só é colocado no centro das análises, quando vem a ser um risco, ou a população, ou às questões econômicas.

Monteiro, o criador do método de análise rítmica em climatologia, quando trata da discussão central de sua obra (MONTEIRO, 1991), chega a destacar ser esta a relação entre “clima e excepcionalíssimo”. Dentre as motivações que lhe causaram desordem (ou ordem) de pensamento e que o motivaram a aprofundar na temática do ritmo, está a expressão *natural hazards*, a qual em tentativa de ser traduzida pelo autor, o faz refletir nas concepções de “azar”, “acaso”, “desgraça”, “risco”, “acidente”, “desastre” e “catastrofismo. Assim, dado que as imprevisibilidades do tempo interferem diretamente na vida dos indivíduos, e que a ciência deve contribuir para a sociedade, a concepção de ritmo é logo incorporada à climatologia, se tornando um método de análise da realidade.

Tal perspectiva apresenta destaque dentre os estudos climáticos, uma vez que a preocupação em entender os elementos meteorológicos a partir do sequenciamento com que se manifestam, permite visualizá-los e correlacioná-los de forma mais integrada, contribuindo para o (re)conhecimento de sua ciclicidade e diminuindo a susceptibilidade frente aos eventos extremos.

1.1.1. O ritmo na climatologia geográfica brasileira

Para que se possa entender qual a concepção de ritmo que se tem em climatologia e o porquê dele ser tão importante para as concepções teórico-metodológicas adotadas por tal ciência, é preciso conhecer o contexto científico que permitiu o acolhimento desta abordagem de forma monopolar. Sendo importante levantar às bases da climatologia

geográfica, que constituíram terreno fértil para o florescimento da análise rítmica na climatologia brasileira.

Conforme ressalta Sant'Anna Neto (2002) “a atmosfera ainda pode ser considerada o domínio mais pulsante, dinâmico e imprevisível de todas as esferas naturais do planeta. É a última fronteira do desconhecido mais próximo de nós” (SANT'ANNA NETO, 2002, p.57) e, portanto, temos enormes dificuldades em decifrá-la, assim como inúmeras curiosidades devido às incertezas que a rondam. Seu estudo é temática compartilhada entre a Meteorologia e a Climatologia, e apesar de apresentar objetos de estudo que se complementam, apresentam algumas divergências em termos metodológicos, assim como distintas concepções de tempo e clima.

De um lado os geógrafos, com suas concepções mais amplas na abordagem climática, e de outros os meteorologistas trabalhando com uma concepção mais vinculada ao conjunto de valores, acaba por criar um inevitável conflito entre tais ciências (BARROS e ZAVATINI, 2009). Neste trabalho serão levantadas as concepções vinculadas à climatologia brasileira, que entre os finais da década de 60 a 80 passou a constituir uma área de grande interesse de pesquisas (SANT'ANNA NETO, 2008).

Os estudos climáticos que atualmente vem sendo realizados no Brasil são principalmente de cunho dinâmico e baseados nas concepções climáticas de Max Sorre, que no Brasil teve como principal seguidor o geógrafo Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro, a partir do paradigma do ritmo e sucessão de tipos de tempo. Outras teorias que vem influenciando alguns estudos climáticos são aquelas provenientes da *Teoria Geral dos Sistemas*, proposta por Von Bertalanffy em 1933 (pautada na segunda lei da termodinâmica), as teorias sistêmicas como as da *Ecodinâmica* de Tricart (1977), os modelos *Geossistêmicos* de Sotchava (1977) e Bertrand (1971) e aquelas revelações derivadas das teorias do caos, da catástrofe e dos fractais. Em conjunto tais teorias acabam por evidenciar inúmeras lacunas em termos conceituais e metodológicos.

Conforme ressalta Sant'Anna Neto (2001, p.50) “a climatologia no Brasil nasceu no seio das ciências naturais, derivada das concepções humboldtianas da “teoria geral da terra” e dos pressupostos sistêmicos de natureza regional. Este enfoque esteve presente nas primeiras descrições e no caráter explicativo”.

Porém nem sempre foi assim. Se fizermos um breve resgate histórico em termos da evolução da climatologia enquanto objeto da ciência, constata-se que os primeiros trabalhos seguiam as diretrizes propostas por Julius Hann, que era o expoente da meteorologia mundial da época (SANT'ANNA NETO, 2001, p.51). Conforme ressalta Ferreira (2012, p.767) “ao final do século XIX a obra de Julius Hann, *Hanbdtbuch der*

Klimatologie, foi a mais completa e valiosa contribuição dentre todo o conhecimento sobre as ciências atmosféricas de sua época”. Muito pautado em médias, compreendia o clima como sendo um conjunto de fenômenos meteorológicos que caracterizaria o estágio médio da atmosfera em um dado ponto da superfície terrestre, podendo a sua climatologia ser enquadrada dentro de um viés analítico-separativa, onde cada elemento do clima seria estudado de forma isolada. Trabalhos como, por exemplo, o de Koöpen (1918), que propôs uma classificação zonal dos climas da Terra, esteve pautado nessa perspectiva de se trabalhar com dados médios.

Como essa teoria acabava por dissolver a realidade, à medida que muito generalizava, assim como devido às novas exigências e influências de um novo contexto histórico-econômico-intelectual, onde este modo fragmentador de ver o mundo já não era mais capaz de explicar a complexidade da realidade, concepções de cunho mais sintético passaram a ser adotadas pelos trabalhos de climatologia. E é neste contexto, que o nome de Max Sorre passa a ser citado, pois o mesmo além de refletir sobre a análise geográfica do clima, o entende em sua totalidade, levando em consideração a sucessão dos tipos de tempo, seu ritmo e duração. Os conceitos de tempo e clima formulados por Julius Hann, assim como as propostas de classificação de Köppen, foram duramente questionados por Max Sorre, devido ao caráter estático, separativo e descritivo com que praticavam a climatologia (SANT’ANNA NETO, 2002). Sorre pode ser considerado como o fundador de uma climatologia eminentemente geográfica, ao introduzir os conceitos de ritmo e sucessão na definição do clima

ao definir o complexo climático (ou meio climático), concebeu a noção de ritmo, argumentando que é exatamente o ritmo da sucessão de tipos de tempo que deveria nos interessar, uma vez que expressaria de forma global a variação do clima. Em cada instante, ainda segundo Sorre (1951), a combinação dos elementos meteorológicos forma um conjunto original – o tempo e, a sucessão dos tipos de tempo é regida por leis da meteorologia dinâmica, das quais o geógrafo extrai o conhecimento do mecanismo dos climas (SANT’ANNA NETO, 2008, p.54).

A partir dos anos 60 observa-se que este enfoque dinâmico passa a ganhar força nos trabalhos em climatologia geográfica, e os trabalhos de Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro se tornam as bases brasileiras para a análise do ritmo climático. Uma revolução paradigmática sobre os fenômenos climáticos se inicia, muito mais preocupada com as interconexões e as interdependências dos mais diversos fenômenos, e a concepção de um ambiente integrado passa a vigorar.

Monteiro é considerado o pai da climatologia no Brasil, e traz à tona possibilidades de aplicação das visões de Sorre. Incorpora a concepção de ritmo em climatologia e revoluciona a climatologia geográfica à medida que adota um novo paradigma. Tece

críticas ao tratamento estatístico médio dado as informações climáticas e destaca a necessidade de se estudar e considerar os eventos extremos. Há que ressaltar que “antes do Professor Monteiro, alguns geógrafos brasileiros já tentavam utilizar os recursos da Meteorologia Dinâmica. Mas, quando muito, usavam-nos para ilustrar alguns tipos de tempo em seus estudos de caso” (ZAVATTINI, 2005, p. 155).

Contemporâneo a Monteiro, pode-se falar nos trabalhos de Pedelaborde, um geógrafo francês, que defende a noção de totalidade nos estudos do clima, por meio do levantamento dos tipos de tempo. Conforme ressalta Pedelaborbe o mais importante no estudo da realidade climática seria a compreensão de como o complexo se manifesta, assim como as condições que o determinam (PEDELABORBE, 1970). Porém seus trabalhos acabaram por revelar certas limitações metodológicas, traduzidas num catálogo de tipos de tempo (BARROS e ZAVATTINI, 2009).

A grande diferença entre as concepções de Pedelaborde e Monteiro, refere-se principalmente ao fato de que mesmo seguindo os pressupostos da climatologia dinâmica de Sorre, seus paradigmas não eram os mesmos. Enquanto Pedelaborde defendia a concepção de totalidade climática, considerando o clima e o seu dinamismo atmosférico, é a noção de ritmo que é defendida por Monteiro.

Assim sendo, é atribuído à Monteiro a inserção do paradigma do ritmo na climatologia geográfica, o qual permite analisar no tempo e no espaço os fenômenos atmosféricos e sua ligação com outros componentes, sejam eles sociais ou naturais (SILVA, 2010). Para Monteiro (1969, p.13) “é a seqüência que conduz ao ritmo é o ritmo a essência da análise dinâmica”.

1.1.2. Estudos de ritmo, metodologias em climatologia

Conforme destaca Monteiro (1991, p.3) sua “análise geográfica do clima aplicada ao Brasil, iniciada nos anos quarenta assentou-se numa iniciação meteorológica fruída da obra de Adalberto Serra”. E que muitos de seus estudos eram pautados na aprendizagem da Meteorologia Dinâmica, preconizada por este autor, dentre as quais pode-se falar na análise sinótica e a compreensão genética do clima.

Dentre as obras de Monteiro que mais são utilizadas enquanto referencial teórico em termos de análise rítmica, destaca-se: “*Análise rítmica em Climatologia*” (1971), “*Análise rítmica em climatologia - problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho*” (1971), “*A dinâmica climática e as chuvas no estado de São Paulo*” (1973, tese) e o livro “*Clima e Excepcionalismo*” (1991), onde sintetiza os aprendizados e reflexões que fez durante sua vida.

Para Monteiro (1976), o ritmo significa o encadeamento sucessivo e contínuo dos estados atmosféricos e suas articulações no sentido de retorno aos mesmos estados, que é o que conecta seu pensamento ao de Sorre, segundo o qual o ritmo exprimiria não mais a distância quantitativa dos valores sucessivos, mas o retorno mais ou menos regular dos mesmos estados. Se de um lado sua aceitação do conceito de Sorre dá adoção a um novo paradigma, de outro a mesma não encontraria apoio em sua estratégia metodológica, uma vez que Sorre não produziu análises climatológicas (MONTEIRO, 1991).

Monteiro (1991) defende que a essência geográfica do clima é o ritmo, e é por meio deste que se baseia sua proposta de análise climática. Pautado em fundamentos genéticos e dinâmicos, assim como em um mecanismo de encadeamento sequencial de tipos de tempo, Monteiro propõe uma compreensão rítmica do clima. Sua perspectiva considera os padrões habituais e episódicos, despreza o uso de valores médios, utiliza de cartas sinóticas, elabora um ciclo evolutivo de penetração das massas de ar e tem como escala temporal anos padrão.

A técnica utilizada para assim propor sua análise rítmica consistia na montagem de um gráfico de representação simultânea dos elementos do clima, em sua variação diária, o que permitiria a representação gráfica da sequência dos diferentes sistemas meteorológicos envolvidos na circulação secundária (MONTEIRO, 1991). Sua análise em série se dá de forma sequencial, dando atenção às irregularidades que representem diferentes graus de proximidade do ritmo habitual. Trabalharia com anos padrão e não se prendia aos 30 anos de séries meteorológicas (Organização Mundial da Meteorologia), e a cálculos de normais climatológicas.

Tal fundamentação teórico/metodológico é seu grande legado para a climatologia geográfica. Se séculos de evolução no pensamento científico deram base para a sua perspectiva, somente uma visão original e ousada deu a possibilidade (ou oportunidade) de superar um antigo problema de ordem conceitual, que perturbava a climatologia e que permitiu o estabelecimento de uma nova ordem de valores, revolucionando e impulsionando o progresso da climatologia (SANT'ANNA NETO, 2008).

Há que se ressaltar ainda a insuficiência de se considerar o ritmo climático, apenas como um processo ligado à circulação atmosférica regional. Existem condições das quais a reprodução das necessidades humanas consomem ou colocam em conflito ritmos e mudanças (TARIFA e SETTE, 2012). Necessidades se sobrepõem, e entender o clima de forma isolada não dá conta da complexidade da realidade, necessitando de análises que não apenas considerem os eventos extremos, mas que também compreendam os arranjos que se dão a partir das relações entre clima e sociedade, assim como entre clima e ambiente.

Conforme ressalta Zavatinni (2004), um dos seguidores de Monteiro e que ao inventariar o paradigma da análise rítmica nas teses e dissertações em Climatologia Geográfica da USP (Universidade de São Paulo) e UNESP (Universidade do Estado de São Paulo), para os anos de 1971 a 2000, constatou que das 108 obras levantadas, 58%, ou seja, 63 delas, utilizam da análise rítmica, o que demonstra certa aceitação pelo paradigma proposto por Monteiro. No entanto, dentre estas existem obras nas quais o paradigma é aceito, mas ocorrem erros de adequação quanto à metodologia de estudo. De modo que o que se nota é que mesmo sendo de grande importância e ter revolucionado a climatologia brasileira a concepção de ritmo ainda é mal interpretada nos estudos de cunho climático.

Em termos cronológicos, constata-se que os mais remotos estudos que utilizaram o paradigma da análise rítmica nos remontam as décadas de 1940 e 1950; ao próprio Monteiro (tese de doutorado e atlas climático de São Paulo e da Bahia), aos estudos de Aouad (1978), com a confecção do atlas da Bahia, e as análises episódicas realizadas por Brino (1973) (tipos de tempo na Bacia do Corumbataí/SP) (ZAVATINI, 2004).

A partir daí inúmeros estudos foram feitos. Se considerarmos as principais características que direcionaram os estudos de ritmo em cada década (ZAVATINI, 2004), constata-se que:

- 1960 e 1970: passa a ocorrer uma certa ecleticidade na diversidade das abordagens empregadas;

- 1980: a escolha primordial dos anos 1983, 1984 e 1985 como os anos padrão a serem analisados, dada a magnitude com que ocorreram eventos esporádicas de precipitação nestes.

- 1990: foi marcada por novas características nos estudos do ritmo climático, onde praticamente desaparecem os estudos anuais, prevalecendo as análises esporádicas e maior ênfase passa a ser dada ao urbano.

Quanta a disposição espacial dos dados, Zavatini (2004) constatou que é a região litorânea a mais privilegiada com a realização dos trabalhos. Até a década de 1970 o que prevaleciam eram os estudos realizados no Sudeste e na Bahia, e que é somente nesta década que passou a ter estudos no Nordeste brasileiro. Foi a partir dos anos 1990 que os estudos foram sendo realizados em outras regiões, como a Centro-Oeste (TARIFA, 1972, 1975, e SETTE, 1996, 2000) e Sul (SARTORI, 1979; e HERRMANN, 1998). Porém há muitos vazios a serem preenchidos.

Hoje, pode-se falar que muitos autores vêm trabalhando na perspectiva dinâmica e utilizam a análise rítmica como fundamentação teórico-metodológica. Dentre eles pode-se falar nos nomes de Zavatinni (análise da produção bibliográfica de ritmo), Mendonça,

Sant'Anna Neto (geografia do clima), Tarifa e Sette (Holorritimo). Monteiro chega a colocar Tarifa como sendo um de seus primeiros precursores.

1.2. ESCALAS DE ABORDAGEM

Sabe-se que existem escalas hierárquicas de análise para as abordagens climáticas, as quais podem ser espaciais, temporais ou verticais. Por sua vez, a delimitação destas nas pesquisas faz parte de um contexto teórico-metodológico que tece recortes da base histórico/material que se pretende pesquisar. Neste estudo é o ritmo que dá os subsídios necessários a escola das escalas e métodos geográficos de análise espaço-temporal, ao caracterizar uma análise rítmica dos elementos climáticos.

Em termos espaciais, constata-se que a análise rítmica pode, e vem sendo, uma metodologia aplicável tanto em escala urbana, quanto regional. No entanto, o que se observa é que em termos de clima urbano, observa-se que os trabalhos estão ligados geralmente à eventos extremos, que afetam diretamente a vida dos cidadãos, e mesmo quando o ritmo é o aporte teórico-metodológico central, existem inúmeros outros objetivos e relações que são feitas.

Por sua vez, a análise regional utiliza, e muito, dos procedimentos metodológicos de análise rítmica dos elementos meteorológicos. Nesta escala, esta é contemplada principalmente pelas classificações climáticas e modelagens espaciais, onde a partir de mapeamentos, constata-se a espacialidade das manifestações climáticas.

O recorte espacial da presente pesquisa contempla a escala regional, e por isso foi dado um enfoque para esta. A materialização do ritmo, representando cartograficamente pelas classificações climáticas, se torna possível dado que os sistemas atmosféricos, ao se relacionarem com a cobertura da terra e o relevo, vão criando arranjos e unidades espaciais que se distinguem entre si, as quais são passíveis de serem mapeadas. “As regiões agrupam-se em *conjuntos naturais* mais vastos, definidos em regra pelo clima e pela posição, indiferentes as fronteiras de estados ou aos limites administrativos” (RIBEIRO, 1995, p.37).

Conforme ressalta Vianello e Alves (2012)

a área da superfície da Terra sobre a qual os efeitos combinados de diversos fatores resultam em um conjunto de condições climáticas aproximadamente homogêneas é denominada região climática. Para facilitar a descrição e mapear as regiões climáticas, é necessário identifica-las e classifica-las em diferentes tipos (VIANELLO e ALVES, 2012, p.371).

Tais classificações climáticas e o número de elementos a serem combinados são tantos quantos forem seus propósitos, sendo escolhidos de acordo com a finalidade que elas terão (VIANELLO e ALVES, 2012). Assim, há a necessidade de uma visão

totalitária que anteceda ao processo classificatório, dado que em uma região “os fatores são complexos, as combinações variadas, as relações múltiplas e por vezes desconcertantes” (ORLANDO RIBEIRO, 1995, p.26).

Diversas classificações climáticas já foram realizadas, mas é atribuído a Von Humboldt (1817) a introdução do enfoque climático aos mapeamentos, ao elaborar mapas de isotermas anuais para muitas regiões do hemisfério norte (VIANELLO e ALVES, 2012).

Dentre as classificações mais conhecidas, destaca-se a de Köppen (1901), que propõe dividir o clima mundial em cinco grandes grupos, utiliza de valores numéricos para dividir os grupos, e considera como variáveis a vegetação, a temperatura, a precipitação e as características sazonais. Esta classificação se enquadra na chamada climatologia tradicional, uma vez que trabalha com dados médios.

Outra classificação que também faz parte dessa escola climatológica é a de Thornthwaite (1948/1955), que propõe uma classificação do clima que utiliza de um balanço hídrico. As variáveis de que faz uso são: informações de evapotranspiração, precipitação e índice de umidade, e posteriormente de parâmetros de armazenamento de água no solo, capacidade de água disponível e perda de água acumulada. Pode-se falar ainda nas classificações de De Martonne (1926), que delimitava diferentes zonas de vegetação da Terra considerando dados de precipitação e temperatura e a de Gaussen (1955), que considera um índice xerotérmico.

No entanto, apesar de utilizadas até hoje, e de darem subsídios a inúmeros estudos, principalmente os de ciências como a Biologia, Agronomia, outros, o enfoque do movimento que a climatologia dinâmica acabou por demonstrar, exigiu que novas propostas e abordagens em relação as metodologias e resultados alcançados com as classificações climáticas, assim como novas maneiras de delimitar as espacialidades climáticas, fossem pensadas.

É neste contexto que classificações climáticas de cunho genético passam a ser realizadas. Como é o caso do “Método sintético das massas de ar e dos tipos de tempo” de Pedelaborde (1970) e da Classificação de Strahler, que delimitava as unidades climáticas a partir de dados térmicos, assim como considerava os centros de ação, as massas de ar e os processos sinóticos. Na tentativa de adequar a classificação de Strahler para o Brasil, pode-se falar nos trabalhos de Monteiro(), Nimer (1979) e alguns pesquisadores do IBGE (VIANELLO e ALVES, 2012). Sendo dado a Monteiro o mérito de pioneiro nos estudos genéticos em climatologia geográfica brasileira.

Brino (1977, p.98), ressalta que

o primeiro trabalho de Monteiro, no qual transparecem as preocupações relacionadas com a abordagem genética: “Da necessidade de um caráter genético à classificação climática” foi publicado em 1962. Seguindo a orientação desenvolvida por Monteiro, foram elaborados outros trabalhos como o de Conti (1972), preocupando-se em relacionar as chuvas à circulação atmosférica, e o de Brino (1973), procurando definir tipos de tempo em uma bacia hidrográfica, correlacionando-os à sua gênese. Por outro lado, Nimer (1971; 1972a; 1972b; 1972c) preocupou-se em definir a relação entre os elementos climáticos e os tipos de fluxo atmosféricos predominantes para as diversas regiões brasileiras.

A partir daí, constata-se uma maior preocupação em propor classificações pautadas no dinamismo e considerando a gênese das tipologias de tempo e clima (AOUAD, 1982; MONTEIRO, 1964; SANT’ANNA NETO, 1995, FERREIRA, 1997).

Ao se analisar os elementos meteorológicos que mais são estudados nestas classificações constata-se que é “na combinação da marcha da temperatura com o regime das chuvas que se baseiam as classificações climáticas mais correntes (Koppen, De Martonne, Thornthwaite)” (RIBEIRO, 1995, p.106). E é o que ainda hoje prevalece.

Por sua vez, em relação a escala temporal de análise, observa-se que tais classificações estão atreladas geralmente às sínteses anuais e em menos casos episódicas, quando há alguma situação atípica. Foi a partir da inserção da metodologia de análise rítmica proposta por Monteiro, como um modo de sistematizar a série de estados atmosféricos e os tipos de tempo de Sorre, que a utilização dos anos padrão se tornou de uso corrente para delimitar os períodos de análise (TAVARES, 1976). “Pode-se através deles alcançar a compreensão real do clima, mesmo sem dispor de longas séries de dados meteorológicos” (ZAVATINNI, 1992, p.70).

Dado que nesta pesquisa teve-se como escala temporal os anos padrão, foi dada uma melhor explanação do que estes seriam. Anos padrão são anos que apresentam um sequenciamento característico dos sistemas atmosféricos, o que os colocam como anos representativos de uma dada serie temporal. Estes, representam a sucessão habitual ou esporádica dos tipos de tempo e são escolhidos tomando em consideração a média dos dados da série em questão (MONTEIRO, 1971, 1973). Podem ser habituais quando estiverem próximos aos valores médios, úmidos quando chovem mais do que é o esperado, e secos onde a precipitação é bem inferior à média dos dados.

Usa-se para se escolher estes anos de métodos estatísticos e é a atribuído a Tavares (1976) a inserção de uma metodologia para a escolha destes anos. Posteriormente autores como Sant’Anna Neto (1990), Flores (1995), Xavier (2001) e Galvani (2012), propuseram novas metodologias e técnicas de escolha. Silvestre et al (2014), por sua vez, sintetizaram várias metodologias de estudo no artigo “Critérios estatísticos para definir anos padrão: uma contribuição à climatologia geográfica”.

Outra escala temporal de análise que foi utilizada é a diária e episódica, tornando-se possível o reconhecimento da dinâmica climática de forma totalitária. Nesta escala são analisados principalmente a habitualidade e os efeitos das eventualidades dos elementos meteorológicos na sociedade. São trabalhos que lidam diretamente com as relações entre atmosfera-pessoas, vindo a diminuir a vulnerabilidade da população (principalmente a mais pobre) frente aos desastres relacionados ao clima. Neste contexto, podemos citar como bom exemplo, o trabalho de Armond (2014) e suas reflexões sobre as excepcionalidades das chuvas e os alagamentos no Rio de Janeiro.

Outros trabalhos (BRINO, 1973; BALDO, 2006; BORSANTO e MENDONÇA, 2013, 2015) além de buscarem compreender o sequenciamento do ritmo diário das chuvas, utilizam da compreensão dos sistemas atmosféricos atuantes para a justificar a gênese das chuvas em tais dias.

Há ainda, os trabalhos que utilizam de dados topoclimáticos ou de uma caracterização espacial consolidada da área de estudo, com vista ao entendimento da relação entre tais esferas. Por acreditarmos nessa postura teórico-metodológica, apresentamos uma caracterização da área de estudo, correlacionando com o clima regional, com fins de dar suporte as posteriores análises (item 1.3).

1.3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO E SUAS CORRELAÇÕES COM A FORMAÇÃO DO CLIMA REGIONAL

Conforme destaca Ribeiro (1995, p.75) “qualquer estudo regional tem de começar pela análise dos elementos naturais” e com os estudos climáticos não seria diferente. Tempo e clima integram a realidade do espaço, e em mútua interação sofre influências do sítio onde se insere, e a ele condiciona. De modo que em uma pesquisa geográfica há a necessidade de uma caracterização da área de estudo que busque uma compreensão integrada.

Compreender as interações que garantem as distinções de ambiente é entendê-lo enquanto um sistema, um todo complexo, onde há inter-relações e interdependências entre os seus atributos formadores, que relacionando entre si, com o todo e com os seus arredores, criam arranjos específicos. Neste há um princípio de evolução, que reunindo todas as formas de energia, complementares ou antagônicas, reagem dialeticamente umas em relação as outras, determinando o sentido e a intensidade de sua evolução geral (BERTRAND, 1971).

Cada atributo, em determinada porção do espaço, será ou não beneficiado pelas características do ambiente onde se está localizado, e sobressairá (ou não) sobre os outros de acordo com suas especificidades. E com o clima não será diferente. Suas causas podem ser explicadas por um ou outro fator em específico, mas que reagindo uns com os outros formarão tipos climáticos distintos. Também os processos genéticos serão responsáveis pelas várias unidades que podem ser encontradas, uma vez que o clima está em constante (re)arranjo, se modificando em escalas espaciais e temporais.

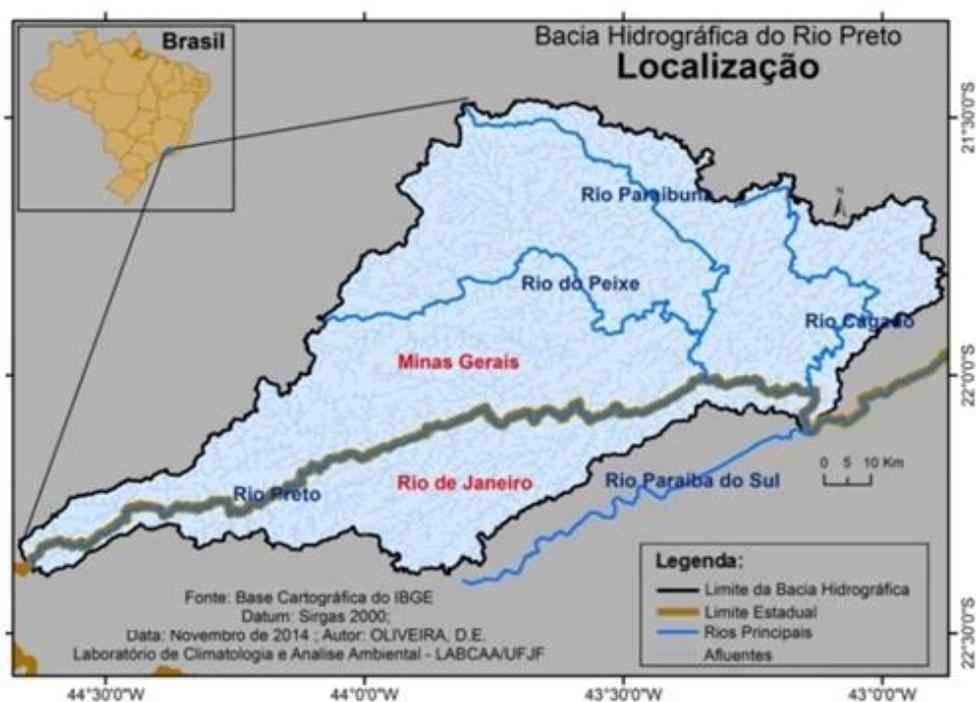
A partir daí, inúmeras combinações podem ser encontradas e causas diversas podem ser as responsáveis pelos tipos climáticos, o que demonstra a importância de conhecer as características do sítio onde se insere a área de estudo e as relações que neste ocorre, a fim de se chegar a uma compreensão mais totalitária da espacialização das variáveis climáticas. O (re)conhecimento da área de estudo, norteia as abordagens e metodologias a serem usadas, à medida que a princípio, e baseado em referenciais teóricos, torna possível aferir certas relações, que não seriam em caso contrário.

Tal postura está relacionada ao destacado por Nimer (1979), que ressalta que

a experiência tem-nos mostrado que nenhum fenômeno da natureza pode ser compreendido, quando encarado isoladamente, fora dos demais circundantes. Qualquer acontecimento natural pode ser convertido num contra-senso quando analisado fora das condições que o rodeiam, ao contrário, se considerado em ligação com os demais poderá ser compreendido e justificado (NIMER, 1979, p.9).

Assim, um estudo regional terá que por em realce tais questões, uma vez que o clima é resultado das interações entre a circulação geral da atmosfera e das condições locais de relevo de cada local (RIBEIRO, 1995). E é neste contexto, conforme destaca ELY (2006) ao estudar a produção bibliográfica brasileira em climatologia, entre os anos de 1944 e 2003, constatou que 80% relacionava os fatores geográficos ao rítmico climático, o qual poderia ser abordado em diversas escalas temporais.

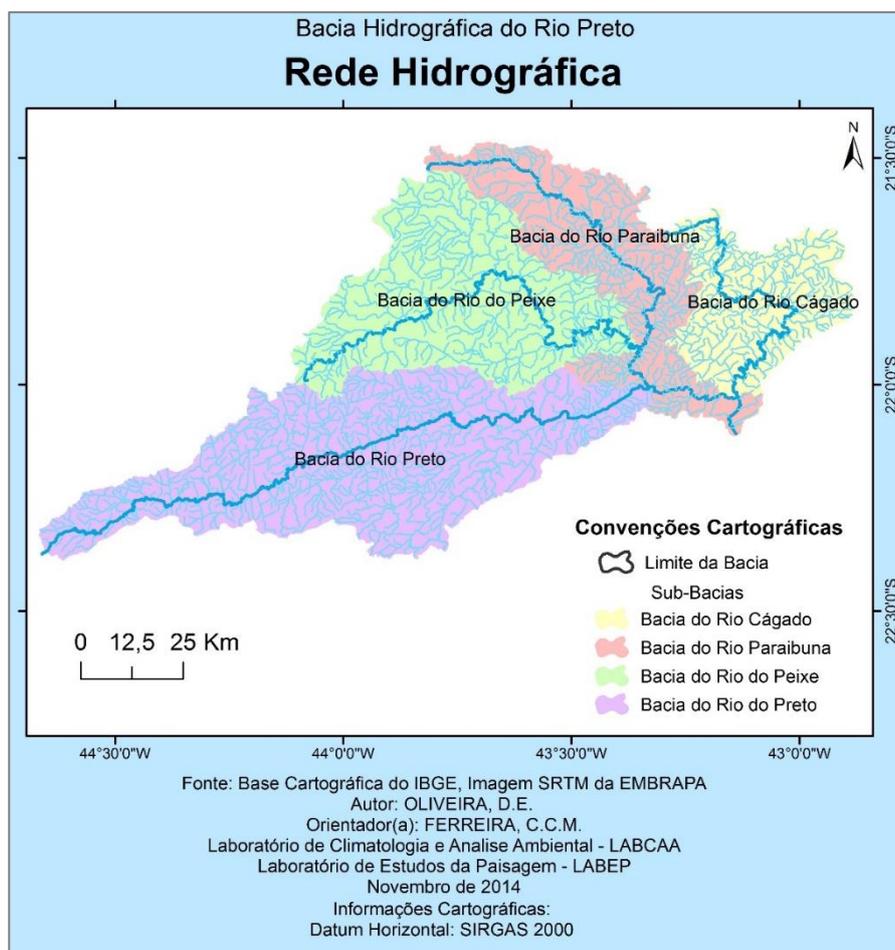
Deste modo, dado ao fato de que o espaço é um mosaico complexo, composto de inúmeros elementos, e que, portanto, não seria possível transcrevê-lo na íntegra, na presente pesquisa, a seleção das variáveis a serem apresentadas nesta etapa do trabalho se pautou naquelas que mais influenciaram efetivamente os tipos climáticos da região, uma vez que estas subsidiariam as análises que foram feitas nos resultados. Deste modo, a partir de referenciais teóricos (NIMER, 1979; CAVALCANTI et al 2009) será apresentada a seguir, uma caracterização da área de estudo, buscando a todo momento, tecer relações entre as diferentes manifestações dos atributos que compõem o espaço, e que em suma permitiram uma análise mais totalitária do clima, à medida que considerou todas as suas imbricações. Como o objeto de estudo deste trabalho é o clima, a caracterização geral da área de estudo, foi apresentada tecendo sempre que possível, considerações com os fatores de formação do clima regional.



Mapa 1: Localização da área de estudo

Em termos de caracterização geral da área de estudo, a bacia hidrográfica do Rio Preto se localiza na Zona da Mata mineira e Terras Fluminenses adjacentes, na região Sudeste do Brasil, no Noroeste do estado do Rio de Janeiro e no Sudeste do estado de Minas Gerais (mapa 1), a Centro-Oeste da Serra do Mar, em uma região denominada, segundo Ab'Saber (1970) como *Domínio Morfoclimático dos “Mares de Morro” Florestados*. Engloba 37 municípios, dentre os quais 9 pertencentes ao Estado do Rio de Janeiro e 28 ao Estado de Minas Gerais. Ocupa uma área de cerca de 8.593 km² e apresenta uma população de cerca de 5.259.067 habitantes (IBGE, 2010).

É uma sub-bacia da Bacia do *Rio Paraíba do Sul*, a qual é pertencente a região hidrográfica da bacia do *Atlântico Sudeste* (ANA, 2013) e possui três rios principais como seus afluentes: o Rio Paraibuna, o Rio do Peixe e o Rio Cágado. Seu rio principal é o Rio Preto, e apresenta inúmeros tributários, que garantem à bacia, em anos onde os padrões climáticos sejam ditos normais, abundância na disponibilidade de água. Os corpos hídricos que se destacam em tamanho e que, portanto, podem ser observados na escala de análise da imagem LANDSAT são as lagoas de Chapéu d’Uvas em Juiz de Fora, uma no município de Valença e outra no município de Ewbank da Câmara. Estes representam menos de 1% da área total da bacia.



Mapa 2: Rede hidrográfica.

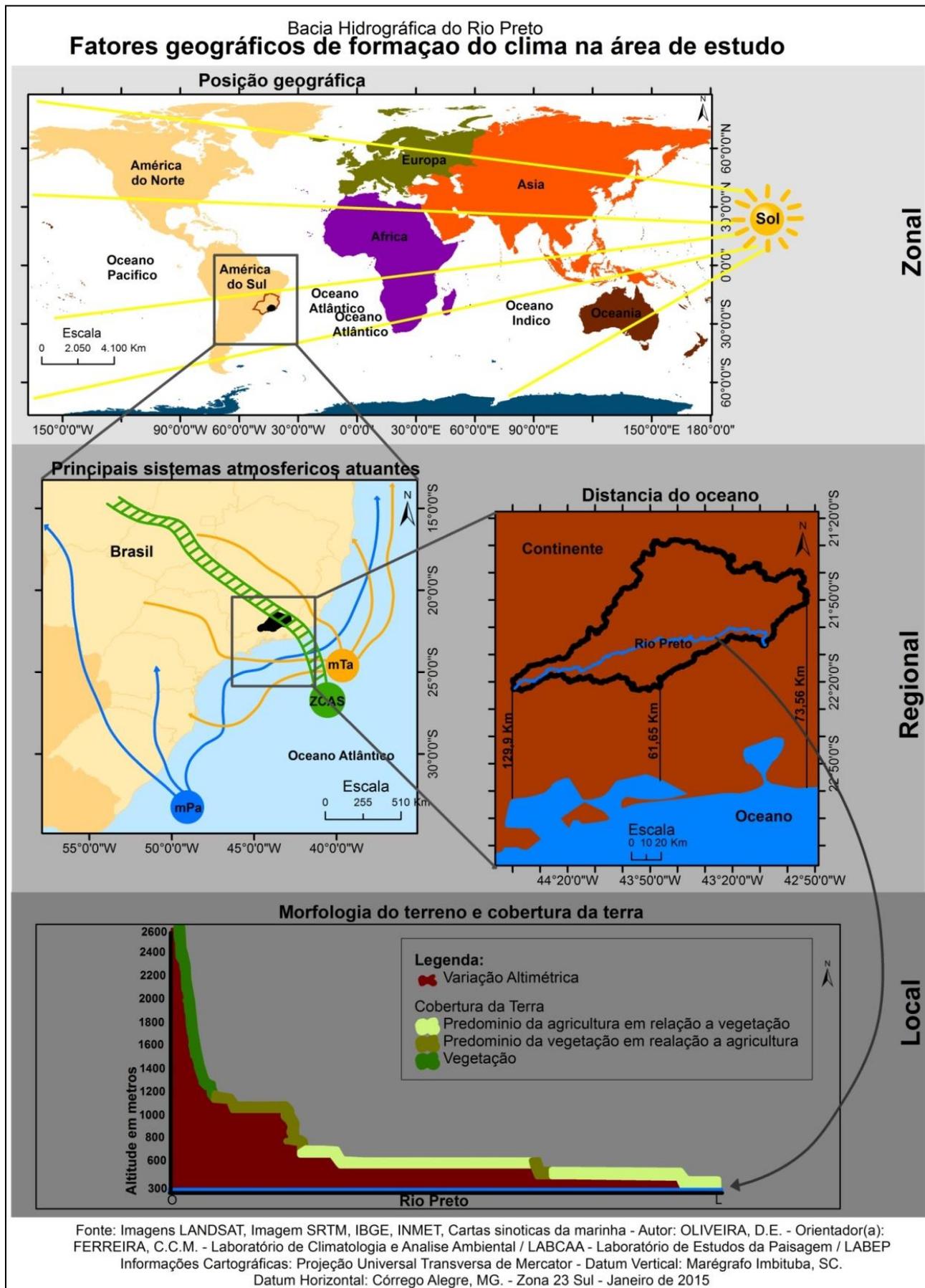
Dentre suas bacias a maior em extensão é a do rio Preto (248 km²), seguida da bacia do rio do Peixe (186 km²), do rio Cágado (127 km²) e por fim da bacia do rio Paraibuna (113 Km²). A bacia do Rio Preto é a que apresenta a maior amplitude altimétrica, entre 260-2400 metros (mapa 2), a qual corresponde à própria amplitude da bacia do Rio Preto.

Partindo de sua posição geográfica, é possível dizer que a área de estudo, em termos climáticos, sofre influência de fatores dinâmicos e estáticos (NIMER, 1979). Conforme ressaltado por Nimer (1979) os fatores dinâmicos são representados pela própria dinâmica da atmosfera, enquanto que os fatores estáticos são a morfologia do relevo e a posição em relação ao oceano. Juntos compõem o clima regional.

Por sua vez, é necessário considerar que existem escalas de análises de abordagem do clima e que dependendo desta, uma ou outra variável exercerá maior ou menor influência (mapa 3). Assim, a seguir, preocupou-se em descrever as características que descrevem a área de estudo, partindo do Zonal, uma vez que é o Sol a principal entrada de energia e principal diferenciador de áreas latitudinalmente, perpassando pelas influências de cunho regional, para assim chegar a uma caracterização da bacia hidrográfica do Rio Preto de fato, correlacionando, sempre que possível, todas as variáveis.

Em termos zonais, é principalmente a posição geográfica, que imprime a bacia uma caracterização climática. Sua localização na zona térmica *Tropical* (CONTI, 1989) faz com que sofra, influência da tropicalidade, apresentando uma entrada de energia superior às maiores latitudes. Com isso, tem-se que o balanço de radiação na área de estudo é maior que nas latitudes mais elevadas, uma vez que depende em grande parte da altura solar. Este tipo de comportamento, torna os processos de evaporação e evapotranspiração mais ativos, o que é acentuado, na região, pela existência de superfícies líquidas, criando pré-condições às precipitações (CONTI, 1989).

A sazonalidade dos elementos climáticos é bem marcada e segue, em grande parte, o próprio movimento de translação. Conforme pode ser observado nos estudos de Oliveira et al (2012, 2014, 2015), tanto o balanço de radiação, quanto as precipitações, indicam a existência de duas estações bem diferenciadas, uma que vai de outubro a março, mais quente, chuvosa e irradiada; e uma que vai de abril a setembro, mais fria e seca. A média anual das precipitações gira em torno de 1536 mm anuais na bacia (ANA, Hidroweb) mas a pontos como Fazenda das Agulhas Negras em que já foram registrados totais superiores aos 3500mm (1983). A amplitude térmica anual média está na faixa dos 5°C (NIMER, 1979). A disponibilidade hídrica local também será importante para acentuar esses contrastes, principalmente com a formação de chuvas convectivas no verão.



Mapa 3: Principais fatores geográficos de formação do clima na área de estudo. Obs: Extensão do rio Preto: 248Km.

Há ainda que se falar na existência de uma realidade climática onde ocorrem os encontros entre os sistemas extratropicais e os tropicais. A atuação predominante é das massas de ar originárias sobre o oceano e uma pequena atuação das de origem continental podem ser observadas. Estas, ao seguirem suas trajetórias influenciam nos tipos de tempo, pois carregam consigo características de seu local de origem, o que ocasiona fortes mudanças regionais em termos climáticos, podendo gerar determinada instabilidade nos lugares por onde passam.

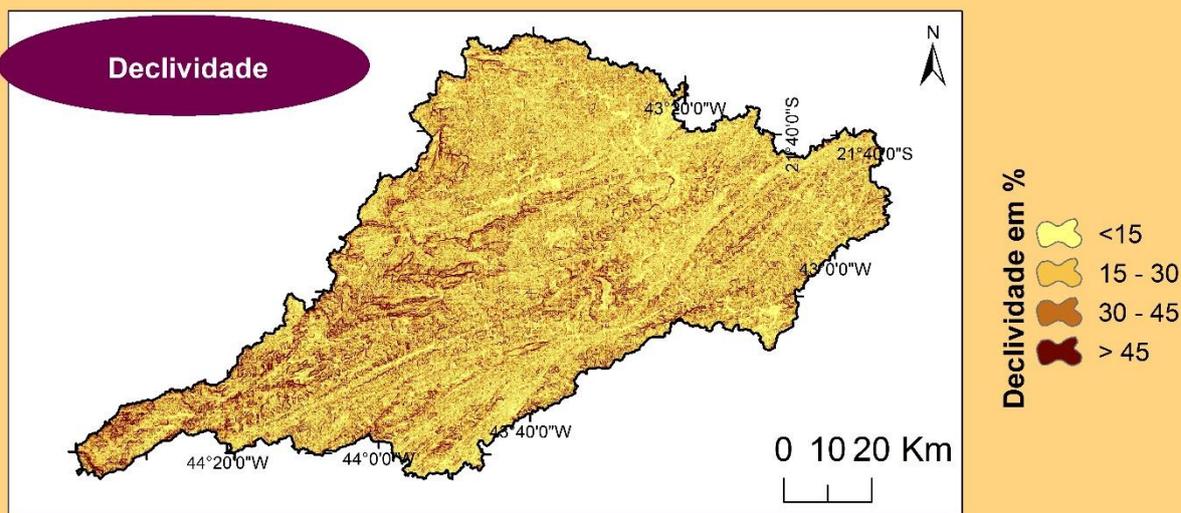
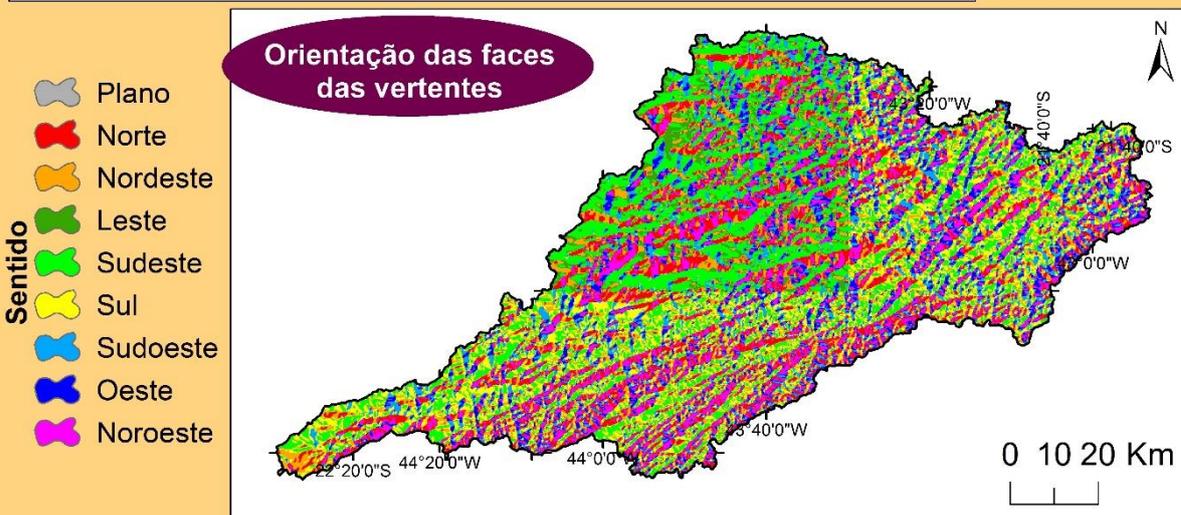
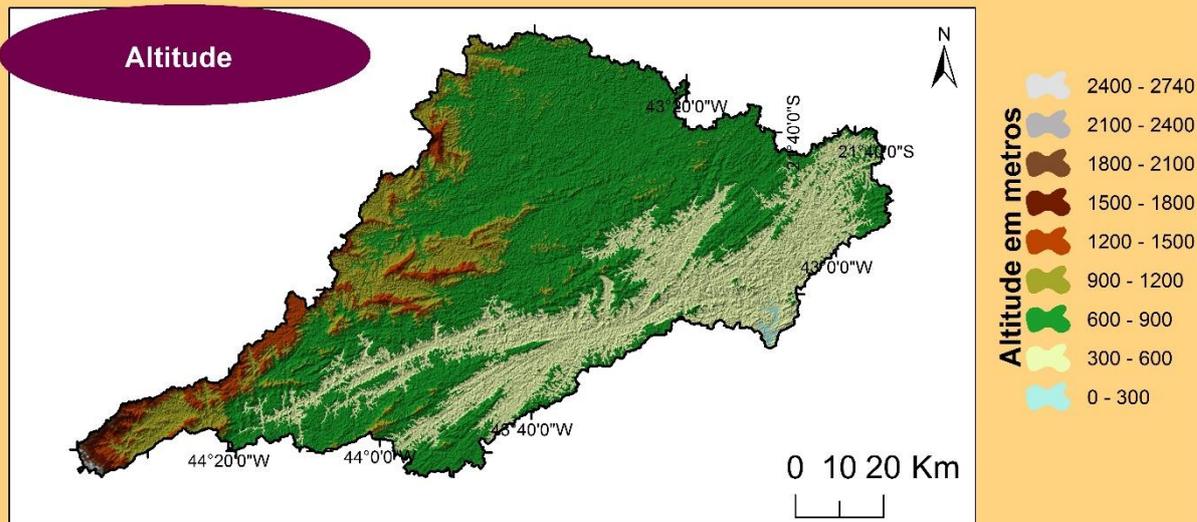
Conforme ressalta, Ferreira (2002) a área é caracterizada pela atuação mais frequente e predominante da Massa Tropical Atlântica (mTa) e posteriormente pela Massa Polar Atlântica (mPa) e dos sistemas frontais, que normalmente, na região, alteram a temperatura, podendo acarretar a presença de precipitações. A atuação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), importante fornecedor de umidade, é um dos fatores responsáveis pelas precipitações no final da primavera e verão.

Estes sistemas também influenciam na dinâmica climática em termos regionais, uma vez que atrelados à distância em relação aos oceanos e o próprio modelado do relevo, vão formando tipos climáticos distintos. A espacialização dos processos sinóticos na bacia está condicionada principalmente ao efeito orográfico que as variações topográficas (tanto regionais, quanto locais) exercem no direcionamento, velocidade e intensidade das massas, durante o percurso seguido pelos sistemas atmosféricos.

O fato de a bacia se localizar próxima ao oceano Atlântico, precisa ser considerado sob dois aspectos, uma vez que a maritimidade influencia diretamente no clima. Em primeiro lugar que esta distância varia entre 61,62 Km e 129,9 Km e que isso implica em uma realidade climática caracterizada pela presença de massas de ar que ainda carregam muita umidade, e que conseqüentemente faz com se tenha volumes de precipitação que podem chegar aos 1000mm e 3500mm em anos tidos como úmidos. Em segundo lugar que ao se deslocarem perpassam pela Serra do Mar, o que faz com que grande parte da umidade vai ficando pelo caminho, devido aos mecanismos adiabáticos de compressão e dispersão e a formação das chuvas orográficas a barlavento.

Em escala local, estudos realizados por OLIVEIRA et al (2014; 2015) comprovaram que é a morfologia e a morfoestrutura do relevo, atreladas aos padrões de cobertura da terra, os principais diferenciadores de unidades climáticas na área de estudo. Assim sendo, a seguir, será apresentada uma caracterização geral da área de estudo, com o intuito de, analisando as relações que ocorrem no ambiente em termos locais/regionais, compreender os tipos climáticos encontrados na área de estudo.

Bacia Hidrográfica do Rio Preto
Aspectos do Relevo



- Informações Cartográficas - Datum: SIRGAS 2000; Fonte: Imagem SRTM da EMBRAPA e Imagens LANDSAT
 Autor: OLIVEIRA, D.E. - Orientador(a): FERREIRA, C.C.M.
 Laboratório de Climatologia e Análise Ambiental - LABCAA e laboratório de Estudos da Paisagem - LABEP
 Novembro de 2014

Mapa 4: Aspectos do relevo.

Em relação ao modelado do relevo (mapa 4), destaca-se que tanto a declividade, quanto as variações altimétricas e a orientação de suas vertentes, exercerão influência no clima regional e local da bacia (OLIVEIRA e FERREIRA, 2013; OLIVEIRA et al, 2014). A distribuição da radiação em escala local pode ser influenciada pela topografia, formas do terreno e pela orientação e inclinação das vertentes do relevo. A temperatura por sua vez, sofrerá influência do padrão de cobertura que vem sendo dado a terra e da situação topográfica onde o sítio se insere.

A parte mais elevada da bacia se localiza no maciço do Itatiaia, na Unidade Geomorfológica Planalto de Itatiaia, a Oeste e Sudoeste da bacia onde podem ser encontradas altitudes que chegam aos 2400 metros. O que predominam na área de estudo são as altitudes entre 600 e 900 metros, correspondendo a cerca de 60% de seu total.

Mesmo apresentando uma morfologia do terreno bastante movimentada, apresenta em sua maior parte declives inferiores a 30%, sendo estes os que predominam nas áreas Sul, Norte e Leste. Estas são as áreas menos elevadas e por mais que em escala local possam apresentar uma ou outra feição com declividades mais acentuadas, na escala espacial de análise da imagem SRTM, não são percebidas. Onde são encontrados os maiores valores de altitude (acima de 1200m), constata-se a existência de declividades superiores a 45%. Estas áreas se encontram cobertas por vegetação.

Este tipo de modelado exerce bastante influência quanto à recepção de radiação solar (mapa 5) dado que a disposição das faces das vertentes do relevo se posiciona de maneiras distintas. O que predominam são as vertentes voltadas para Sudeste (34%) e Noroeste (27%), o que permite aferir a existência de áreas menos sombreadas que outras, sendo às áreas voltadas para Noroeste as que recebem maior insolação, uma vez que dada a trajetória aparente do sol, o qual a Sul do Trópico de Capricórnio descreve um arco no céu voltado para o Norte, em quase todo o ano, os terrenos com orientação da vertente voltados para Norte receberão mais radiação que os voltados para Sul. Assim, o fluxo de radiação que chega a uma vertente bastante inclinada e posicionada em direção Norte, em área Subtropical Austral, será mais intenso do que outra, com a mesma inclinação e no mesmo local, posicionada em direção Sul (LOMBARDO, 1996). Por este motivo “as orientações e declividades das vertentes tem uma importância significativa nas características dos topoclimas, com as vertentes N/NE se aquecendo mais que as S/SW” (ARMANI, 2009, p.2).

Esta configuração espacial da disposição das faces das vertentes do relevo está condicionada a uma tectônica regional, e está relacionada com a existência de um sistema de falhas estruturais na bacia. As diferenças morfológicas entre as sub-bacias, marcadas

pelos aspectos geológicos/geomorfológicos, estão ligadas ao processo evolutivo da Serra da Mantiqueira. As bacias dos rios Paraíba, Peixe e Preto representam a escarpa interior (vertente Norte) da Serra da Mantiqueira voltada para o vale do rio Paraíba do Sul, enquanto que a do rio Cágado representa um planalto com suave inclinação para Sul, até atingir o rio Paraíba.

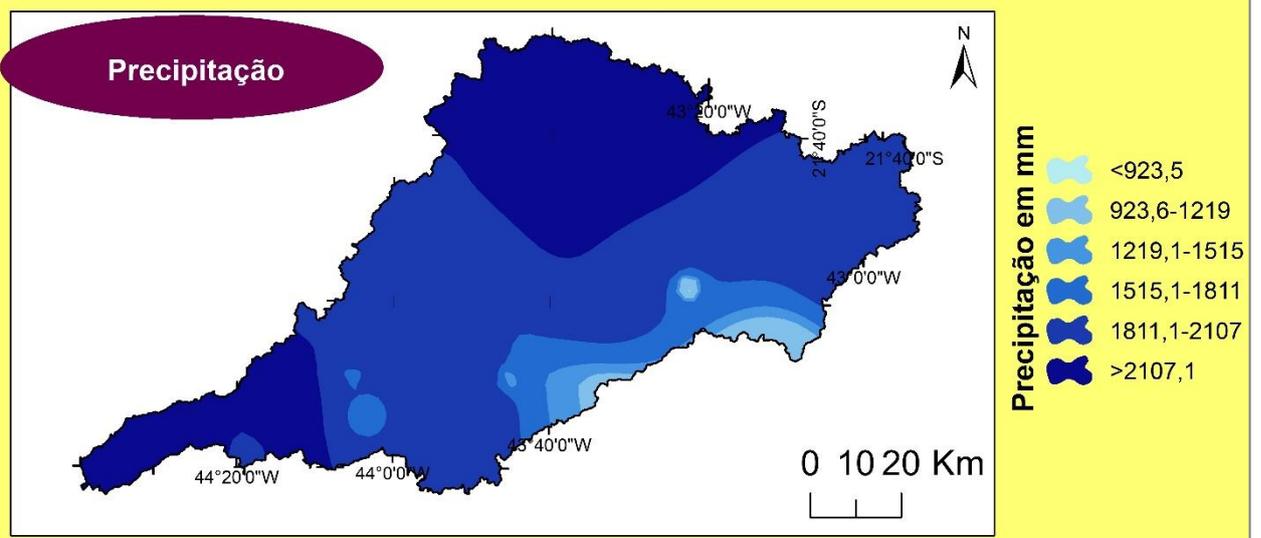
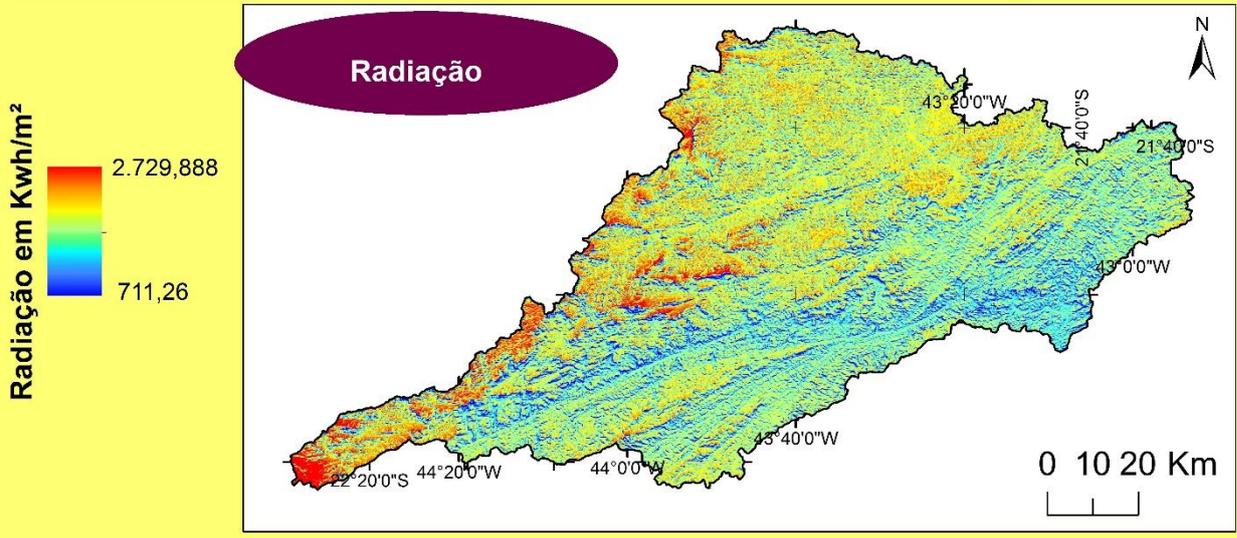
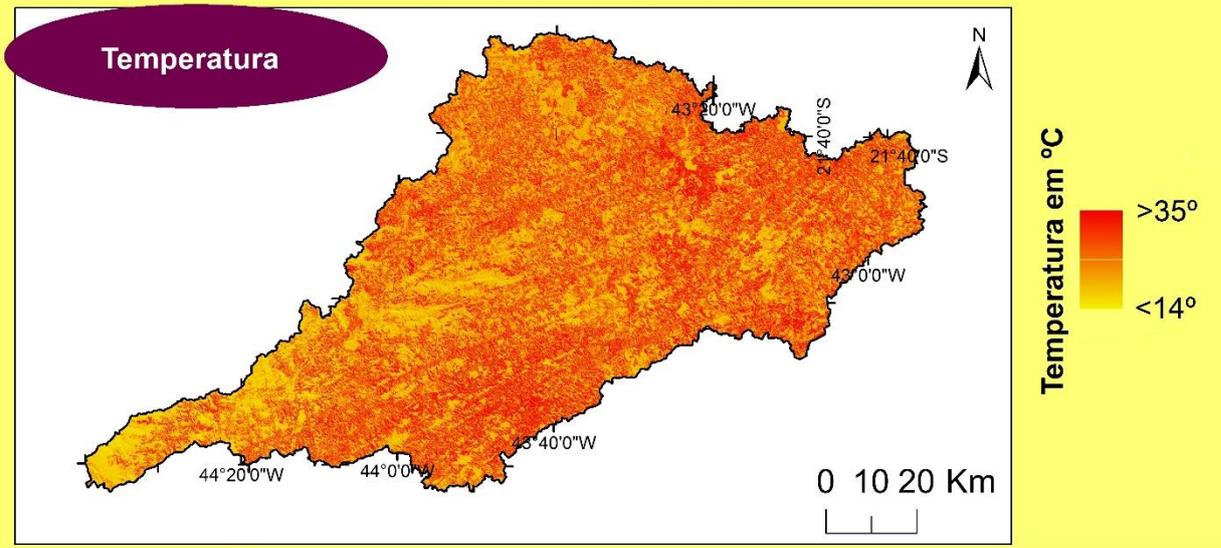
Em relação ao balanço de radiação anual (mapa 5), constata-se que as áreas mais elevadas e com os maiores declives, à Sudoeste e Oeste, são as que apresentaram os maiores valores de radiação, indo de encontro ao fato de que áreas mais elevadas apresentariam maior incidência de radiação (BRASSEUR E SOLOMON, 1986), uma vez que sendo mais elevadas não se apresentariam, portanto, sombreadas por outros alinhamentos estruturais. Em contrapartida, nas áreas menos elevadas, localizadas a Sul da bacia e onde estão as calhas dos rios principais, são registrados os menores índices de radiação, os quais chegaram ao máximo de 1.000 Kwh/m², podendo estar sofrendo sombreamento por parte do conjunto morfoestrutural Mantiqueira Setentrional.

Nas áreas mais elevadas, apesar da incidência de radiação ser maior, constata-se que são encontradas as menores temperaturas (menores que 14°C), principalmente em Itatiaia. O fato é que com a elevação da altitude tem-se progressivamente uma diminuição da temperatura, dado à ação dos componentes adiabáticos de dispersão. Também a presença de cobertura vegetal densa e significativa, vem influenciando na diminuição das temperaturas. “A relação entre vegetação e temperatura do ar se dá no controle da radiação solar, do vento e da umidade do ar. A vegetação também serve para reduzir a incidência de precipitação no solo e modifica a concentração da umidade na atmosfera e na superfície” (CARVALHO, 2001, p. 12). Há que se destacar ainda, que o fato de o relevo ser movimentado também acentuará as inversões térmicas.

Outra questão é que a morfoestrutura do relevo irá influenciar na velocidade e direção dos ventos. Em áreas fechadas e abrigadas dos ventos as variações serão maiores que em áreas expostas aos ventos. As correntes de vento diminuem a velocidade quando entram em contato com as rugosidades da superfície. No entanto, deve-se ressaltar há outros elementos que também influenciam.

Por sua vez, as maiores temperaturas (> 18 °C) são encontradas na porção Norte e Nordeste da bacia, região que apresenta menor presença de vegetação e são menos elevadas. Também a presença da área urbana do município de Juiz de Fora, MG, contribui para a elevação da temperatura nessa área (podem chegar a 36°C), à medida que vem criando um clima urbano específico que se difere de seu entorno rural. Sendo o mais populoso da Zona da Mata Mineira, representa 1% da cobertura da terra na bacia.

Bacia Hidrográfica do Rio Preto
Aspectos do Clima

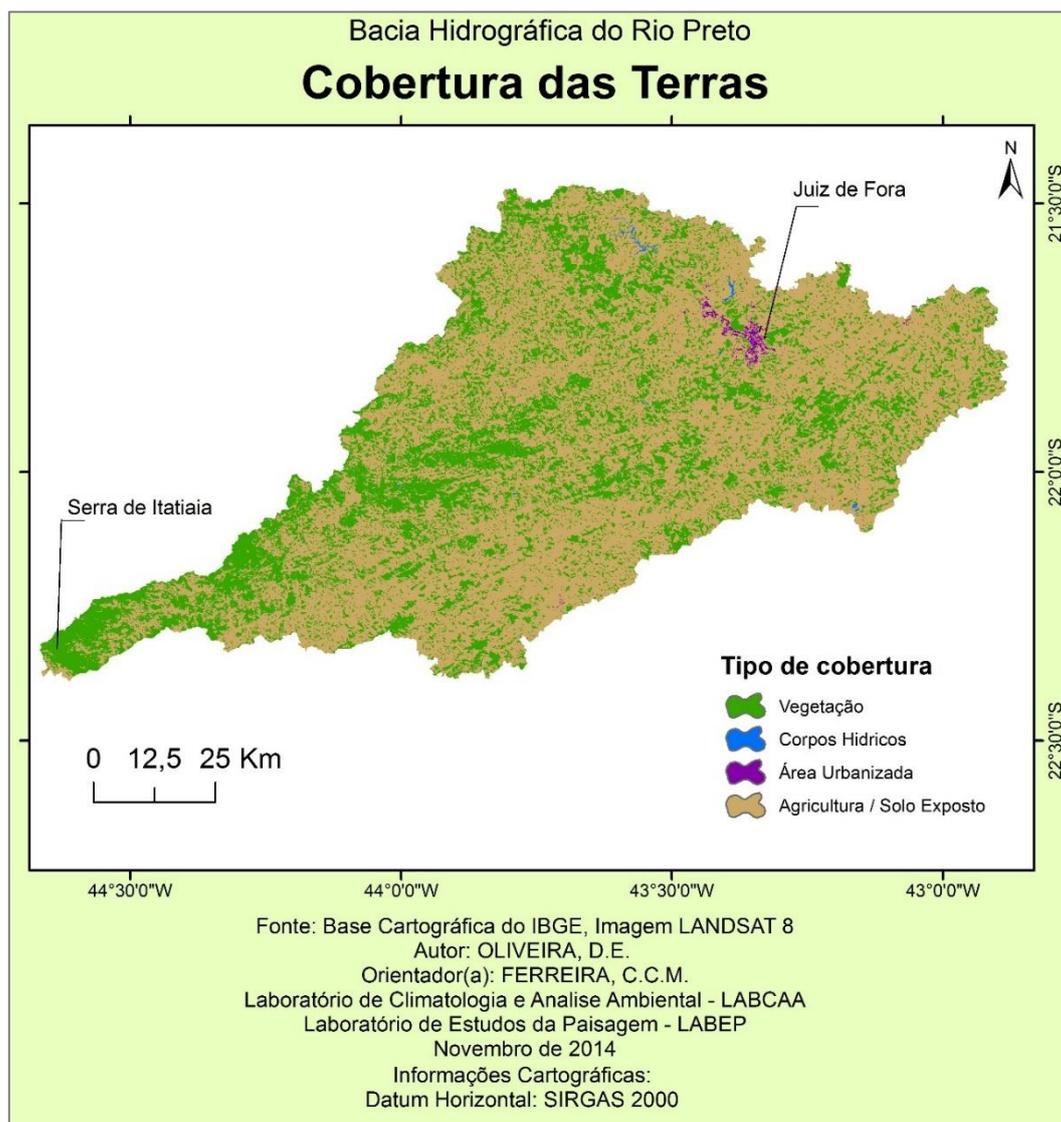


- Informações Cartográficas - Datum: SIRGAS 2000; Fonte: Imagem SRTM da EMBRAPA e Imagens LANDSAT
 Autor: OLIVEIRA, D.E. - Orientador(a): FERREIRA, C.C.M.
 Laboratório de Climatologia e Análise Ambiental - LABCAA e laboratório de Estudos da Paisagem - LABEP
 Novembro de 2014

Mapa 5: Elementos climáticos.

O tipo de morfologia do terreno também vem condicionando, padrões distintos de precipitação. Próximo a Serra de Itatiaia (Sudoeste da área de estudo), que apresenta uma amplitude topográfica que varia entre 1000 e 2400 metros (na bacia), são encontrados os maiores valores de precipitação, variando em torno de 1800 a 2400 mm. Esta área apesar de representar apenas 3/10 de toda a bacia, corresponde a cerca de 32,56% da precipitação que ocorre na mesma, por favorecer a ocorrência de chuvas orográficas, ao constituir-se como uma barreira aos ventos úmidos vindos do oceano.

Em relação à cobertura que vem sendo dada a terra (mapa 6), cerca de 70% da bacia é caracterizada pela presença de agricultura e solo exposto. O intenso processo de uso que estas terras vêm passando, desde a retirada da vegetação nativa para ser usada para as lavouras, faz com que se observe na região um cenário de alteração e de significativa ação antropica. Tais áreas são geralmente as menos elevadas e estão localizadas predominantemente a Sul e Leste da bacia.



Mapa 6: Aspectos antropicos e cobertura vegetal – ano de 2014.

Para garantir o sucesso nestas produções agrícolas locais, a intervenção antrópica na área é cada vez maior e mais necessária. A expressiva perda dos solos, além de seu empobrecimento, a questão de disponibilidade hídrica e de qualidade, faz com que a utilização de insumos diversos, de máquinas pesadas e o represamento de afluentes, sejam práticas que vem sendo observadas. No entanto, há que se destacar que as atividades variam muito ao longo da bacia.

A bacia vem tendo seu território configurado seguindo cada processo histórico-econômico e hoje tem como principais atividades econômicas a agropecuária e a indústria. Seu processo de ocupação humana (pelos povos de origem européia) seguiu a própria história da ocupação do litoral brasileiro, que associada à ocupação do Vale do Rio Paraíba do Sul, apresentou um histórico de uso da terra que se inicia, desde o final do século XVII, pelo Ciclo Cafeeiro, e posteriormente o seu declínio, no final do século XIX, pela substituição por outras atividades.

Atualmente, vem experimentando atividades econômicas temporárias como o extrativismo de madeira e carvão (bacia do rio Peixe e Paraibuna), além da pecuária leiteira. Além do tempo de uso da terra, a intensidade e forma de suas intervenções garantem à bacia do Rio Preto um cenário de alteração. Esta vem perdendo grande parte de sua biodiversidade florística, solos e recursos hídricos, que por se constituírem como um recurso natural acabam sendo colocados como mercadoria, graças a exploração econômica, uma vez que são dotados de valor econômico. Há ainda na bacia, a presença de Unidades de Conservação (Parque Nacional do Itatiaia – ICMBio e Parque Nacional da Serra do Ibitipoca - IEF) e corredores funcionais.

Porém, observa-se um movimento de mudança na constituição desses espaços. A estagnação e abandono de algumas destas atividades dá lugar ao surgimento de um grande número de propriedades que não atingiram sustento econômico, o que permitiu a retomada gradativa das coberturas florestais secundárias que hoje partilham do mosaico bastante diverso que compõe a bacia.

Em termos de cobertura vegetal do tipo mata, constata-se que esta se encontra principalmente como fragmentos, geralmente nas áreas mais elevadas. As áreas mais densamente vegetadas coincidem com aquelas onde ocorrem os maiores totais de precipitação, as menores temperaturas e a maior incidência de radiação. No entanto, há que se destacar que desde o início de sua ocupação o homem tendeu a se localizar nas áreas menos elevadas e que isso também vem contribuindo para que essa vegetação ficasse mais protegida. Também o fato de existirem leis que restringem o uso de áreas

consideradas como de preservação (Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012), podem ter contribuído para a não retirada da vegetação, porém em menor proporção, uma vez que essas foram implantadas a pouco tempo e o processo de ocupação e modificação da paisagem da bacia já vem ocorrendo desde a inserção da ocupação humana pelos povos de origem européia na área.

Assim, o que se observa é que a bacia do rio Preto é formada por um sistema, onde os elementos se interligam, formando arranjos específicos de interação atmosfera – ambiente, os quais, passam a ter a possibilidade de serem mapeados. E é neste contexto que o clima, e conseqüente as chuvas, passam a ter o seu ritmo passível de ser identificado, e para além da identificação, ter sua gênese definida.

METODOLOGIA

“Para atingir o ponto que tu não conheces, tu deves pegar o caminho que tu não conheces...”

San Juan de la Cruz

Neste estudo, optou-se pela compreensão da gênese e ritmo das chuvas, a partir da quantificação da atuação dos sistemas atmosféricos e correlacionando com as características do sítio. Para tal, foi realizada primeiramente uma revisão teórica das metodologias que vêm sendo empregadas para o estudo do ritmo climático em escala regional, uma vez que esta, subsidiaria a escolha de qual método seria o mais adequado na realização do trabalho. A partir desta optou-se por trabalhar com a metodologia do ritmo proposta por Monteiro (1973), com o intuito de observar a distribuição espacial e temporal das chuvas na região, seguindo a própria dinâmica climática regional. Assim, atrelado à sua metodologia de *Análise Rítmica* para o estudo do clima, teríamos como resultado uma análise mais totalitária do fenômeno climático.

As reflexões que culminaram nesta escolha se pautam no fato de que, nos últimos anos, os trabalhos que consideram o estudo do ritmo apresentam um enfoque muito mais temporal, do encadeamento dos tipos de tempo, que espacial. E onde este tem destaque é geralmente com outro propósito, que não o de entender as trajetórias que os sistemas seguem conforme as relações que tecem com a superfície, e a gênese e formação das chuvas.

Assim, considerando a importância de analisar o ritmo enquanto totalidade e aproveitando das possibilidades metodológicas advindas do uso do Sistema de Informação Geográfica e do Geoprocessamento, na pesquisa serão feitos estudos tanto temporais (gráficos de sequência), quanto espaciais (mapeamentos). Tendo a compreensão do movimento espacial e temporal dos tipos de tempo como norteador dos procedimentos metodológicos da análise rítmica. O uso do Sistema de Informação Geográfica dá suporte às análises e mapeamentos. Sua utilização sensata contribui para o planejamento, monitoramento e gestão do espaço, à medida que favorece o seu reconhecimento.

A seguir se encontra um esquema com a metodologia que será realizada (figura 1).

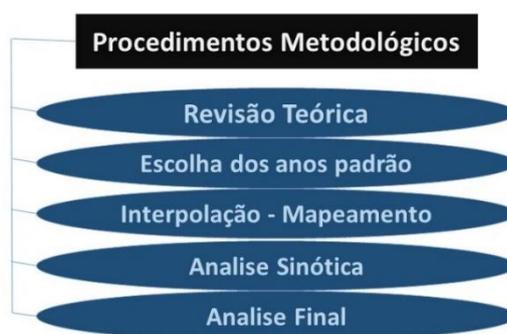


Figura 1: Esquema dos procedimentos metodológicos a serem realizados.

2.1. Precipitação

Uma primeira coleta dos dados da precipitação se deu a partir dos dados brutos. Foi coletada toda série histórica disponível no *site* “Hidroweb” da Agência Nacional das Águas (ANA), o qual hospeda um enorme volume de dados que são operados pela CPRM (Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais), INMET (Instituto Nacional de Meteorologia), IGAN (Instituto Mineiro de Gestão das Águas), dentre outros. A busca foi realizada considerando como estações possíveis de serem analisadas todas aquelas existentes nos municípios que fazem parte, total ou parcial, da bacia hidrográfica do Rio Preto, estando localizados na vizinhança de até 13 Km da bacia.

A definição deste universo de estações/dados foi definida em função da abrangência e representatividade das mesmas na dinâmica climática da bacia, uma vez que conforme ressaltado no manual “Estações hidrometeorológicas automáticas: recomendações técnicas para instalação” (EPAGRI, 2012) o raio de cobertura de uma estação meteorológica é de até 100 km.

Considerando esse critério, foram encontradas primeiramente 89 registros de estações pluviométricas que apresentassem séries de dados, no entanto, verificou-se que algumas apresentaram informações sobrepostas ou falhas de dados, além de que compreendiam séries temporais distintas, havendo a necessidade de uma pré-seleção das que fariam parte da pesquisa. Assim, optou-se por primeiramente escolher o período temporal passível de ser analisado, para a partir daí, escolher as estações pluviométricas que estavam em funcionamento neste período.

Optou-se por trabalharmos com anos padrão (seco, úmido e habitual), conforme metodologia de Monteiro (1971, 1973), os quais seriam representativos da série histórica pluviométrica.

a) Escolha dos anos padrão

Para a escolha dos anos padrão optou-se por utilizar de técnicas estatísticas, conforme metodologias citadas por Silvestre *et al* (2013), dado que são metodologias de uso comum na climatologia no Brasil (TAVARES, 1976; SANT’ANNA NETO, 1990,1995; GALVANI, 2012). A partir dessas se torna possível agrupar classes com características comuns, permitindo visualizar anos que apresentem similaridade nos totais anuais de precipitação. As técnicas utilizadas foram: desvio padrão, quantil, fórmula de Sturges (1926) e box plot.

Como foi encontrado um número significativo de estações meteorológicas (89) que apresentaram dados de precipitação para a área de estudo e adjacências. E porque as

A escolha destas foi feita qualitativamente, com base no mapa de unidades climáticas proposto por Oliveira et al (2015) para a Bacia do Rio Preto, que a partir dos elementos temperatura, precipitação e radiação, constatou a distinção de unidades espaciais, demonstrando a heterogeneidade que há na região.

“Dada a heterogeneidade das informações, para o verão, foram encontradas cinco classes principais, a saber:

- Classe 1: É a unidade com as características mais singulares da bacia. Apresenta os maiores índices de precipitação, os maiores fluxos de radiação e temperaturas baixas, dada as áreas cobertas por vegetação, as quais correspondem principalmente às áreas mais elevadas. É a variação altimétrica o principal caracterizador dessa tipologia.

- Classe 2: Localiza-se a norte da área de estudo. Apresenta uma quantidade razoável de precipitação, índices elevados de radiação e temperaturas elevadas, dada a presença da área urbana do município de juiz de fora, que acarreta o aquecimento próximo a superfície devido aos materiais constituintes do urbano. Se diferenciando da unidade 1, pelas temperaturas mais elevadas e por apresentar menores índices de precipitação (se comparado a ela).

- Classe 3: Apresenta baixos índices de precipitação (os menores encontrados na área de estudo) e os menores fluxos de radiação. O fato de ser a área menos elevada, é o principal identificador da distribuição dos tipos de tempo que podem ser encontrados na área de estudo.

- Classe 4: Apresenta características de transição entre as unidades 1 e 5. Ainda possui um elevado volume de precipitação, um fluxo elevado de radiação, mas as temperaturas já se mostram mais elevadas.

- Classe 5: Corresponde as terras fluminenses. Apresenta baixos índices de precipitação e radiação (que é o que a difere da classe 3) e temperaturas medianas.” (OLIVEIRA et al, 2015, p.9).

Destaca-se ainda que também foram considerados os padrões altimétricos e a cobertura da terra local/regional para a escolha das estações teste. Foram escolhidas 8 estações meteorológicas, e a tabela 1 representa a síntese das principais características destes pontos testes:

Ponto	Operador	Nome da Estação	Altitude	Município	Latitude	Longitude	Ativa desde	Ultima atualização
1	CPRM	FAZENDA AGULHAS NEGRAS	1245	RESENDE (RJ)	-22:20:16	-44:35:25	01/02/1941	31/12/2014
2	CPRM	ZELINDA	550	PASSA VINTE (MG)	-22:14:35	-44:15:49	01/12/1935	31/12/2014
3	CPRM	CONSERVATORIA	550	VALENÇA (RJ)	-22:17:15	-43:55:46	01/04/1945	31/12/2014
4	CPRM	TABOAS	444	RIO DAS FLORES (RJ)	-22:12:31	-43:37:24	01/12/1941	31/12/2014
5	CPRM	CONCEIÇÃO DO IBITIPOCA	970	LIMA DUARTE (MG)	-21:45:28	-43:55:4	01/12/1941	31/12/2014
6	CPRM	TORREÕES	442	JUIZ DE FORA (MG)	-21:52:9	-43:33:20	01/05/1943	31/12/2014
7	INMET	CHAPEU D'UVAS	970	JUIZ DE FORA (MG)	-21:45:54	-43:20:49	26/05/1905	31/12/2014
8	CPRM	ESTEVIÃO PINTO	452	MAR DE ESPANHA (MG)	-21:53:47	-43:2:29	01/03/1943	31/12/2014

Tabela 1: Informações das estações meteorológicas. Fonte: Hidroweb.

Também fez-se cálculos de tendência, desvio padrão e variabilidade para as estações escolhidas, com fins de observar o padrão interanual das chuvas nestas localidades, e para confirmar se estes seriam representativos e portanto, adequados para

Ressalta-se que para suprir os dados faltosos, foram realizados procedimentos estatísticos (Média Aritmética dos postos vizinhos). E que se teve o cuidado de considerar para este cálculo, estações que além de apresentarem próximas as estações teste em termos de distância, apresentassem em relação a estas também similaridade nos totais anuais da precipitação, não ultrapassando em média os 10%.

⇒ Desvio Padrão

Uma das formas de se escolher os anos padrão é com base no desvio padrão em relação à média da precipitação. Através deste, é possível estabelecer qual o grau de distanciamento dos volumes anuais de precipitação em relação à média dos dados da série analisada. Tornando-se possível classificar os anos secos, úmidos e habituais.

Para as séries de dados estudada chegou-se aos desvios padrões de:

Estação	Desvio Padrão
FAZENDA AGULHAS NEGRAS	479,68
ZELINDA	461,82
CONSERVATORIA	373,24
TABOAS	385,494
CONCEIÇÃO DO IBITIPOCA	332,2
TORREÕES	378,93
CHAPEU D'UVAS	304,397
ESTEVÃO PINTO	353,74

Tabela 2: Desvio padrão para as estações teste.

A partir daí classificou-se a precipitação anual seguindo os seguintes critérios (SANT'ANNA NETO, 1995):

- Chuvoso: $P > MP + \sigma$
- Tendente a chuvoso: $MP + \sigma/2 < P < MP + \sigma$
- Habitual: $MP - \sigma/2 < P < MP + \sigma/2$
- Tendente a seco: $MP - \sigma < P < MP - \sigma/2$
- Seco: $P < MP - \sigma$

onde: P = total anual de precipitação

MP = média do total anual

σ = desvio padrão em relação à média

⇒ Quantis

A técnica dos quantis permite observar quais os limites das classes a partir de quartis da amostra. A técnica de quantis empregada é a baseada no trabalho de Xavier (2001),

que ao considerar as classes extremas, entre “menores que P15” e “maiores que P85”, dá ênfase aos anos eventualmente secos ou úmidos. As classes que utiliza são:

- Muito seco: 0 a P15;
- Seco: P15,1 a P35;
- Normal: P35,1 a P65;
- Chuvoso: P65,1 a P85;
- Muito chuvoso: P85,1 a P100

⇒ Fórmula de Sturges

A formula de Sturges (1926), conforme destaca Silvestre *et al* (2013), permite calcular o número de classes que seria o adequado para um conjunto K de dados e considera que as classes tenham a mesma amplitude entre elas. Tal formula é representada pela equação:

$$k = 1 + 3,3 * \log^{10}(n)$$

onde: n = número de amostras

Para as estações teste foram encontrados os seguintes valores de K:

Estação	Sturges	Total de anos da serie
FAZENDA AGULHAS NEGRAS	k=7,1	71
ZELINDA	k=7,1	71
CONSERVATORIA	k=6,1	67
TABOAS	k=7,1	71
CONCEIÇÃO DO IBITIPOCA	k=7,1	71
TORREÕES	k=6,1	69
CHAPEU D'UVAS	k=5,9	42
ESTEVIÃO PINTO	k=6,1	69

Tabela 3: Valores de K para as series meteorológicas analisadas, segundo a formula de Sturges (1926).

No entanto, por ser habitual em climatologia o uso de K=5, optou-se por analisar a precipitação a partir dos dois intervalos de classes (K=x e K=5).

⇒ Box-Plot

Box plot, também conhecido como gráfico de caixa, é um tipo de gráfico que permite a visualização da distribuição espacial das chuvas a partir das informações dos quartis (primeiro e terceiro) e da mediana. Os limites são dados pelas formas:

$$\text{Limite inferior: } Q1 - 1,5 * (Q3 - Q1)$$

$$\text{Limite superior: } Q3 + 1,5 * (Q3 - Q1)$$

Como é usual na climatologia o emprego de 5 classes e conforme metodologia proposta por Galvani e Luchiari (2012), que propõe que sejam considerados os percentis

P5 e P95, consideramos a seguinte classificação da precipitação segundo a técnica do box-plot:

SUPER UMIDO	Entre 95% e Max
UMIDO	Entre Q3 e 95%
NORMAL	Entre Q1 e Q3
SECO	Entre 5% e Q1
SUPER SECO	Entre 5% e Min

Tabela 4: Anos padrão segundo a técnica do box-plot, adaptado de Galvani e Luchiari (2012).

- **Escolha dos anos**

Com base nas técnicas utilizadas chegou-se a uma tabela síntese (tabela 5), a partir da qual é possível agrupar anos que apresentem um padrão que os enquadrem nos anos secos, úmidos ou chuvosos. Assim, os anos que se destacassem e apresentassem o mesmo padrão para todas as técnicas utilizadas seriam considerados anos típicos e, portanto, representativos da série.

Foi constatado que seriam passíveis de serem escolhidos para a análise do ritmo da precipitação para a bacia do Rio Preto, dada a representatividade que exercem em relação a série histórica analisada, os seguintes anos:

- Ano seco (aqueles que se enquadrassem no padrão seco/muito seco): 1946, 1948, 1953, 1954, 1956, 1958, 1963, 1968, 1970, 1977, 1984, 1990, 1993, 2000, 2001, 2007 e 2014.

- Ano habitual (aqueles que se enquadrassem no padrão habitual): 1942, 1943, 1944, 1945, 1949, 1951, 1955, 1957, 1959, 1961, 1964, 1967, 1969, 1971, 1973, 1974, 1975, 1976, 1978, 1979, 1980, 1981, 1986, 1987, 1988, 1989, 1991, 1992, 1995, 1998, 1999, 2002, 2003, 2006, 2011, 2012, 2013.

- Ano chuvoso (aqueles que se enquadrassem no padrão úmido/muito úmido): 1947, 1950, 1952, 1960, 1962, 1965, 1966, 1972, 1982, 1983, 1985, 1994, 2004, 2008, 2009, 2010.

A partir da seleção desses anos optou-se por, de forma quantitativa e qualitativa, escolher os 3 anos que seriam estudados. Para tal, primeiramente considerou-se o total de estações operantes por ano, tendo destaque os anos que apresentassem o maior número de estações. No entanto, essa informação sozinha não dá conta de explicar, pois a distribuição espacial dessas estações poderia não ser “homogênea”. Logo, optou-se por considerar também a distribuição espacial dessas estações ao longo da bacia (mapa 1), o

que em suma permitiria escolhe-las resguardando que fosse coberta a maior extensão territorial possível. Como a distribuição espacial das estações trouxe como resultado certa similaridade na localização dos postos pluviométricos, a escolha das estações a serem analisadas pôde ser feita considerando outros quesitos que pudessem vir a enriquecer as análises. Desta forma, optou-se pelos anos de 2006 (como habitual), de 2007 (como seco) e de 2008 (como o chuvoso), uma vez que representariam um sequenciamento maior dos tipos de tempo, dado que seriam analisados 1095 dias seguidos. Foram utilizadas todas as estações meteorológicas em funcionamento nestes anos (tabela 6).

Código	Nome	Latitude	Longitude	Município	Altitude (m)
2243013	AREAL (GRANJA GABI)	-22,24388889	-43,09722222	TRÊS RIOS	450
2243002	BARRA DO PIRAÍ	-22,44944444	-43,79888889	BARRA DO PIRAÍ	350
2243262	BARRA DO PIRAÍ	-22,45	-43,79722222	BARRA DO PIRAÍ	352
2243263	BARRAGEM DE SANTANA	-22,53138889	-43,81861111	BARRA DO PIRAÍ	367
61009000	BOM JARDIM DE MINAS	-21,94722222	-44,19472222	BOM JARDIM DE MINAS	1099
2143005	CAMPOLIDE	-21,27888889	-43,82	ANTONIO CARLOS	997
2143020	CHAPEU D'UVAS	-21,59416667	-43,50527778	JUIZ DE FORA	702
2143011	CONCEIÇÃO DO IBITIPOCA	-21,75777778	-43,91777778	LIMA DUARTE	970
2243004	CONSERVATORIA	-22,12694444	-43,62333333		550
2143013	ESTEVÃO PINTO	-21,89638889	-43,04138889	MAR DE ESPANHA	452
2244039	FAZENDA AGULHAS NEGRAS	-22,33777778	-44,59027778	RESENDE	1245
2243202	FAZENDA SÃO GABRIEL	-22,01166667	-43,875	RIO PRETO	798
2244037	FUMAÇA	-22,2975	-44,31055556	RESENDE	720
2244031	ITATIAIA	-22,50027778	-44,55416667	ITATIAIA	380
2143070	JUIZ DE FORA - JUSANTE	-21,77833333	-43,32527778	JUIZ DE FORA	700
2243008	MANUEL DUARTE	-22,08583333	-43,55666667	RIO DAS FLORES	396
2244058	MIRANTÃO (CAPELINHA DAS FLORES)	-22,25388889	-44,495	BOCAINA DE MINAS	978
2243015	MOURA BRASIL	-22,12722222	-43,15222222	TRÊS RIOS	270
2244030	NHANGAPI	-22,50333333	-44,61555556	RESENDE	440
2243003	PARAÍBA DO SUL	-22,15777778	-43,285	PARAÍBA DO SUL	300
2244144	PARQUE NACIONAL DE ITATIAIA	-22,45	-44,6	ITATIAIA	2300
2244154	PEDRA SELADA	-22,32777778	-44,39194444	RESENDE	550
2244064	PEDREIRA (PACAU)	-22,02611111	-44,17361111	BOM JARDIM DE MINAS	1230
2243006	PENTAGNA	-22,155	-43,755	VALENÇA	497
2244057	PONTE DO COSTA	-22,12694444	-44,40833333	BOCAINA DE MINAS	1153
2244038	PONTE DO SOUZA	-22,27055556	-44,39166667	RESENDE	950
2244161	RESENDE (AEROPORTO)	-22,25388889	-44,55416667	RESENDE	544
2244033	SANTA ISABEL DO RIO PRETO	-22,23111111	-44,06472222	VALENÇA	544
2244035	SANTA RITA DO JACUTINGA	-22,15055556	-44,09	SANTA RITA DO JACUTINGA	530
2143062	SANTOS DUMONT	-21,45	-43,55	SANTOS DUMONT	860
2143021	SOBRAJI	-21,96638889	-43,3725	BELMIRO BRAGA	451
2243007	TABOAS	-22,20861111	-43,62333333	RIO DAS FLORES	444

2144016	TABUÃO	-21,98722222	-44,03222222	BOM JARDIM DE MINAS	945
2143016	TORREÕES	-21,86916667	-43,55555556	JUIZ DE FORA	442
2243206	TRÊS RIOS	-22,14166667	-43,21555556	TRÊS RIOS	679
2243205	UEL SANTA CECÍLIA TOMADA D'ÁGUA	-22,48194444	-43,83916667	BARRA DO PIRÁÍ	356
2244145	UHE FUNIL BARRAMENTO	-22,53166667	-44,57277778	ITATIAIA	710
2143019	USINA BRUMADO	-21,85555556	-43,88638889	LIMA DUARTE	710
2243005	VALENÇA	-22,21888889	-43,70361111	VALENÇA	549
2243159	VARGEM ALEGRE	-22,49583333	-43,93	BARRA DO PIRÁÍ	1030
2244047	VISCONDE DE MAUÁ (ESC. AGROT)	-22,33	-44,53833333	RESENDE	1030
2244036	ZELINDA	-22,24305556	-44,26361111	PASSA VINTE	550

Tabela 6: Estações utilizadas para interpolação. Fonte: Hidroweb (ANA).

a) Organização e tabulação dos dados

Após a escolha dos anos, iniciou-se o processo de tabulação e sistematização dos dados para as estações meteorológicas escolhidas (tabela 6). Para tal, inicialmente foram construídas planilhas no *software* Excel 2013 com os totais diários, para cada estação meteorológica.

Dado que apresentaram falhas nos dados de alguns dias, optou-se por no lugar de utilizar alguma técnica estatística para preenchimento das falhas, não utilizar tais postos pluviométricos para os mapeamentos nos mesmos dias. Deste modo, a cada dia seria considerado passível de ser utilizável, apenas aqueles postos, que no dia, não apresentasse dado falho (tabela 8).

Ressalta-se ainda que tomou-se o cuidado de utilizar apenas os postos pluviométricos que apresentassem faltosos menos que 10% do total de dias analisados (1095 dias).

Ano	Estação	Código	Mês	Dias
2006	Três Rios	2243206	Jan	de 4 a 23
	Três Rios	2243206	Fev	de 1 a 28
	Ponte do Costa	2244057	Abr	de 1 a 30
	Ponte do Costa	2244057	Jun	de 1 a 30
	UHE Funil Barramento	2244145	Ago	dia: 12
	UHE Funil Barramento	2244145	Set	dia: 13
	Tabuão	2144016	Set	de 1 a 30
	Nhangapi	2244030	Out	dias: 1,2,3,4
	Vargem Alegre	2243159	Nov	dias: 14,15
	Santa Rita do Jacutinga	2244035	Dez	dia: 26
2007	Nhangapi	2244030	Jan	de 1 a 31
	Nhangapi	2244030	Fev	de 1 a 28
	Nhangapi	2244030	Mar	de 1 a 31
	Moura Brasil	2243015	Abr	de 1 a 30
	Nhangapi	2244030	Abr	de 1 a 30
	Nhangapi	2244030	Mai	de 1 a 31
	Nhangapi	2244030	Jun	de 1 a 30
	Nhangapi	2244030	Julho	de 1 a 31
	Nhangapi	2244030	Ago	de 1 a 31
	Três Rios	2243206	Set	dias: 2,6,7,8,9,10,12,29,30

2008	Nhangapi	2244030	Set	de 1 a 30
	Nhangapi	2244030	Out	de 1 a 4
	UHE Funil Barramento	2244145	Out	dias: 4,5,6,7,8,9,10,11,12,14
	Nhangapi	2244030	Out	dias: 1,2,3,4
	Três Rios	2243206	Nov	dias: 6,7,8,9,10,11,12
	Chapeu d'Uvas	2143020	Nov	dia: 1
	Pedreira (Pacau)	2244064	Nov	de 1 a 30
	Três Rios	2243206	Dez	de 1 a 31
	Areal (Granja Gabi)	2243013	Jan	dia: 4
	Manuel Duarte	2243008	Fev	dia: 10
	Três Rios	2243206	Fev	dias: 6,7
	Pentagna	2243006	Fev	dia: 29
	Santa Rita do Jacutinga	2244035	Fev	dia: 30
	Zelinda	2244036	Fev	dia: 31
	Tabuão	2144016	Fev	de 1 a 29
	Três Rios	2243206	Mar	dias: 27,28,29,30,31
	Chapeu d'Uvas	2143020	Mar	dias: 10,11,12,13,14
	Bom Jardim de Minas	61009000	Mar	de 1 a 31
	Pedreira (Pacau)	2244064	Mar	de 1 a 32
	Ponte do Costa	2244057	Mar	de 1 a 33
	Santos Dumont	2143062	Abr	de 1 a 30
	Bom Jardim de Minas	61009000	Abr	de 1 a 30
	Tabuão	2144016	Abr	de 1 a 30
	Ponte do Costa	2244057	Abr	de 1 a 30
	Três Rios	2243206	Mai	dia: 31
	Bom Jardim de Minas	61009000	Mai	de 1 a 31
	Tabuão	2144016	Mai	de 1 a 31
	Barra do Piraí	2243262	Jun	dias: 7,8,9,10,11,12,13,14
	Barragem de Santana	2243263	Jun	dias: 7,8,9,10,11,12,13,14
	UEL S. Cecília (Tomada d'Água)	2243205	Jun	dias: 7,8,9,10,11,12,13,14
	Vargem Alegre	2243159	Jun	dias: 18,28,28
	Três Rios	2243206	Jun	dias: 1,2,7,14,15,15
	Tabuão	2144016	Jun	de 1 a 30
	Ponte do Costa	2244057	Jun	de 1 a 30
Campolide	2143005	Jun	de 1 a 30	
Tabuão	2144016	Julho	de 1 a 31	
Chapéu d'Uvas	2143020	Julho	dia: 31	
Barra do Piraí	2243262	Ago	dia: 26	
Barragem de Santana	2243263	Ago	dia: 26	
UEL S. Cecília (Tomada d'Água)	2243205	Ago	dia: 26	
Vargem Alegre	2243159	Set	dias: 9,18,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30	
UHE Funil Barramento	2244145	Set	dia: 2	
Barra do Piraí	2243262	Out	dia: 29	
Barragem de Santana	2243263	Out	dia: 29	
Três Rios	2243206	Out	dia: 29	
Taboas	2243007	Out	dias: 20,21,22,23,24,25,26	
Vargem Alegre	2243159	Nov	dias: 1,2,3,4,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,20,21,26,27,28,29,30	
UHE Funil Barramento	2244145	Nov	dia: 14	
Areal (Granja Gabi)	2243013	Nov	dia: 9	
Pedreira (Pacau)	2244064	Nov	de 1 a 30	
Vargem Alegre	2243159	Dez	dias: 1,2,3,4,17,18,20,21,22,23,24,25,26,27,28,29,30,31	
Tabuão	2144016	Dez	de 1 a 31	

Tabela 7: Relação dos dias faltosos

b) Interpolação

Como os dados eram pontuais, utilizou-se de geoestatística para aferir zonas, afim de facilitar a visualização espacial dos mesmos. Criando novas superfícies estimadas a partir das informações originais, alguns interpoladores, além de serem recursos estatísticos poderosíssimos, vem contribuindo para os estudos em climatologia, na medida que tentam sanar o déficit na quantidade de estações meteorológicas disponíveis.

Muitos são os interpoladores e cada um estima os nós da rede de uma forma diferente, no entanto, escolheu-se trabalhar com o algoritmo de interpolação multivariada IDW (Inverse Distance Weigh), por ser mais determinístico que outros métodos como a *Kriging*, possibilitando criar uma superfície com valores mais próximos do real (CASTRO FILHO et al, 2012). Este método considera, além dos valores originais de precipitação, as distâncias entre os pontos com valores conhecidos (FERREIRA, 2014). Sendo que a influência exercida por cada ponto, para com seus vizinhos, será inversamente proporcional à distância entre os mesmos (ALVES et al, 2012).

Utilizou-se para tal do *software* ArcGIS 10, unindo as planilhas à base de dados vetoriais pontuais, que foram interpoladas formando zonas de precipitação. Tal *software* foi introduzido em 2001, e ocasionou uma reviravolta nos estudos ambientais. Este, atrelando a funcionalidade do ArcView e do ArcInfo, é pela medição das licenças, o mais difundido Desktop GIS do mundo inteiro e, por isso, constitui um quase padrão em diversas aplicações (LANG e BLASCHKE, 2009).

Foram construídos *rasters* diários, por mês, para os três anos analisados. A análise desses mapeamentos permitiu observar a movimentação e distribuição espacial das chuvas na área de estudo.

Dado que foram encontrados totais diários de precipitação que variaram entre 0 e 301 mm (dia/mês/ano), optou-se por utilizarmos de convenções cartográficas que ressaltassem uma amplitude de 10mm para a precipitação até 100mm e acima destes destacar com círculos. Optou-se ainda por utilizar uma palheta de cores em “*stretched*”, de modo a observar a variação gradual dos totais pluviométricos.

Foram inseridas nos mapas finais, planilhas com os valores reais (totais diários) de precipitação registrados nas estações teste, de modo a auxiliar às análises finais relacionadas à interpolação.

2.1. Análise Sinótica e Construção do gráfico de ritmo

Esta etapa do trabalho consistiu na análise sinótica de superfície a fim de averiguar os sistemas atmosféricos atuantes na região, uma vez que a gênese das chuvas está

atrelada à dinâmica atmosférica regional. O levantamento ocorreu analisando diariamente as Cartas Sinóticas da Marinha, para o horário das 12 horas, sendo este o horário ideal conforme ressaltado por Borsanto (TUTORIAL – RitmoAnálise).

Tais cartas são baseadas em campos de pressão atmosférica e permitem observar os sistemas frontais, as massas de ar, as ZCAS assim como suas dinâmicas e trajetórias, o que permite aferir as tipologias de tempo que prevaleceram nos dias estudados.

A fim de garantir maior precisão nos dados, e porque a área de estudo tem dimensões regionais, optou-se por considerar como passível de ter influenciado no tempo e/ou formação das chuvas diárias, todos os “mecanismos” que estivessem em atuação dentro de um quadrante (figura 2) que abrangesse as coordenadas geográficas 15°00’00” S, 30°00’00” S, 30°00’00” O e 50°00’00” O. A escolha dessa delimitação espacial para análise se deu para facilitar a observação do sequenciamento da movimentação atmosférica na bacia e regiões limítrofes.

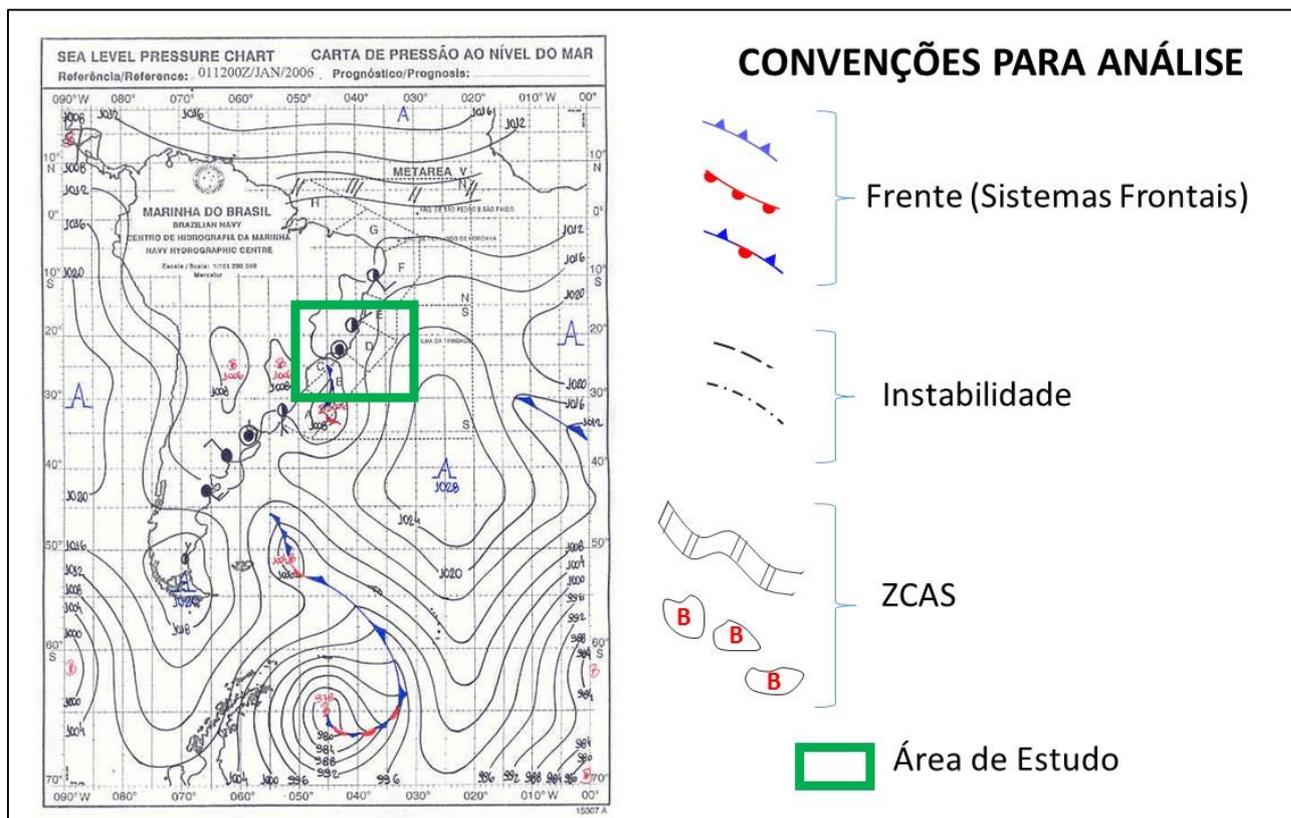


Figura 2: Convenções utilizadas para a análise sinótica.

De posse das cartas sinóticas para os três anos, e em consulta aos boletins climáticos mensais do Climanálise iniciou-se a análise e tabulação das mesmas, para a criação do gráfico de ritmo. Foram criadas planilhas inserindo o máximo de informações que pudessem ser observadas nas cartas, uma vez que estas subsidiariam uma posterior correlação com as chuvas na região. Utilizou-se ainda, de informações de superfície, dos

elementos meteorológicos precipitação e temperatura, a fim de constatar e justificar qual sistema atmosférico estava em atuação naquele dia.

De temperatura foram utilizados a máxima, mínima e a amplitude diária, encontradas no ponto localizado no campus da Universidade Federal de Juiz de Fora (Juiz de Fora, MG). Tal informação permitiria confirmar a chegada, o começo e atuação de uma nova massa de ar, uma vez que essas possuem características térmicas que as distinguem. Por sua vez, utilizou-se dos volumes máximos e mínimos de precipitação encontrados na bacia (por dia), e a precipitação das 12h, 18h e 24h do ponto da UFJF, o que serviu para sanar dúvidas em relação as massas atuantes.

Vale ressaltar que se tem consciência de que há heterogeneidade na distribuição temporo-espacial dos elementos meteorológicos na área de estudo e que, portanto, tomou-se o cuidado de quando utilizar os dados de superfície para constatar as massas de ar, levar em consideração sua posição geográfica.

Ressalta-se que, dada ao poder de abstração exigido para a compreensão e/ou quantificação da participação das massas de ar pelas cartas sinóticas, optou-se por seguir algumas regras de convenção de forma a padronizar os resultados e criação do gráfico de ritmo:

- Durante a coleta e tabulação dos dados houve a distinção das frentes em fria, quente, oclusa e estacionária, uma vez que tal classificação poderia vir a justificar as chuvas em determinados pontos. No entanto, para fins de representação no gráfico de ritmo, considerou-se como sistema frontal ou frente, todas as frentes que estivessem representadas nas cartas sinóticas, não havendo distinções quanto as suas características. Todas as frentes que estivessem total ou quase totalmente sobrepondo a área de estudo, foram inseridas no gráfico de ritmo.

- Como é recente a representação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) nas cartas sinóticas, e porque alguns boletins do Climanalise citaram a sua atuação em determinados dias onde elas não aparecem de forma cartográfica nas cartas, optou-se por utilizar também os centros de baixa pressão atmosférica como indicativo de sua atuação.

Nos dias onde se constatou, cruzando as informações sinóticas com a análise dos dados de superfície e imagens de satélite, a atuação da Zona de Convergência do Atlântico Sul, não foram inseridos dados de participação de massas de ar e sim as da ZCAS.

- Em alguns dias foram identificadas Linhas de Instabilidade na região. Quando estas se sobreporam total ou quase totalmente a área de estudo e influenciaram a dinâmica atmosférica de forma a não ser possível identificar qual massa de ar estava atuando,

optou-se de no lugar de inserir a participação de uma massa de ar no gráfico colocar apenas a Zona de Instabilidade.

Vale ressaltar que foi inviável a aquisição das cartas sinóticas em alguns dias (tabela 9), dada a disponibilidade de coleta das mesmas. Nestes dias, optou-se pela aferição dos sistemas atuantes com base nas informações de superfície dos elementos precipitação e temperatura. Em alguns casos utilizou-se também das cartas sinóticas das 00 horas, do dia posterior.

Ano	Mês	Dias
2006	fev	6, 12
	abr	14
	jun	1 a 30
	jul	19 a 31
2007	nov	24
2008	mai	1, 31

Tabela 9: Dias com falhas nas cartas sinóticas.

A partir daí foi possível quantificar a participação anual dos sistemas atmosféricos no período estudado e a criação de um gráfico com a porcentagem de dias sob a atuação de cada sistema. Tal gráfico foi inserido na prancha de dados atmosféricos.

Com fins de facilitar a compreensão e visualização da relação entre os sistemas atuantes e a ocorrência de chuvas por dia, após a inserção dos dados sinóticos no gráfico de ritmo, optou-se por incluir os totais diários de precipitação registrados nas estações teste. Tal escolha se justifica pelo fato de entendermos que assim como há uma relação entre as massas de ar, frentes e linhas de instabilidade e a formação das chuvas na região, há também uma influência das características do sitio onde se insere a bacia na gênese destas, o que poderia justificar uma distribuição heterogênea da precipitação.

Assim, ao utilizarmos de dados de superfície de estações localizadas em pontos com características distintas, abrimos um leque de opções que não apenas generalize e teça uma relação direta e generalizada entre sistema atuante e presença ou não de chuvas. Deste modo, foi possível observar até que ponto as chuvas registradas naquele dia seriam provenientes dos sistemas atmosféricos, ou se teriam relação com a orografia local. O esquema a seguir (figura 3) representa como ficaram alocadas tais informações.

Deve-se destacar que a escolha de inserir os dados das estações teste, e não os dados de todas as estações meteorológicas que foram analisadas, se deu por entendermos que haveria certa similaridade entre os pontos localizados em proximidade, e que estas viriam a representar o padrão que seguiam as chuvas naquela localidade.



Figura 3: Esquema para inserção dos dados de precipitação no gráfico de ritmo.

2.2. Procedimentos de síntese

Como é sabido que há uma estreita relação entre as manifestações climáticas e o ambiente, a todo o momento, buscou-se correlacionar os padrões espaciais que a distribuição da precipitação seguia, com os fatores geográficos de formação do clima. Para dar suporte a estas constatações, foi realizado um levantamento do quadro regional (posição geográfica, continentalidade/maritimidade, relevo e cobertura da terra), utilizando de modelos gerados a partir do uso do Geoprocessamento e do Sistema de Informação Geográfica. Escolheu-se trabalhar com esta metodologia dado que a área de estudo é extensa e a disponibilidade de dados escassa. Tais mapeamentos foram inseridos no capítulo de caracterização da área de estudo e deram suporte às interpretações dos resultados.

Uma breve explanação da metodologia usada em cada mapa será destacada a seguir. Destaca-se ainda que, os mesmos devem ser analisados respeitando o fato de que são representativos do momento onde foram criados, e que não podem representar uma verdade única, uma vez que o espaço é dinâmico e mutável.

- **Altitude:** Para proceder com o mapeamento da altitude foram consultadas e analisadas as seguintes bases cartográficas: Carta Topográfica na escala de 1:50.000 e Bases Cartográficas Digitais (IBGE, 1983). A confecção do mapa que permitisse mostrar a variação altimétrica e as irregularidades do relevo, foi realizada a partir da ferramenta

“*tim creat*”, através do processamento da imagem SRTM da EMBRAPA. Utilizou-se o intervalo de curvas de nível de 20 metros.

- **Declividade:** O mapa de declividade foi elaborado a partir do processamento da imagem SRTM da Embrapa, através da ferramenta “*slope*”. Para estabelecer a declividade inserimos o raster do *Modelo Digital de Elevação*, posteriormente foi feita a reclassificação, chegando-se as seguintes classes: <15%, entre 15%-30%; entre 30%-45% e >45%. Vale destacar que, segundo (TRICART, 1977, p. 90) “as classes de declive não devem ser muito numerosas, a fim de não prejudicar a captação de outras informações abrangidas, que são geralmente mais importantes”.

- **Exposição das faces das vertentes do relevo:** Para a elaboração deste, foi realizado o processamento da Imagem SRTM da EMBRAPA, através da ferramenta “*Surface*”. As classes de orientação utilizadas foram as mais comuns, que são os pontos Cardeais (Norte, Sul, Leste, Oeste) e Colaterais (Nordeste, Noroeste, Sudeste, Sudoeste, Sudoeste, conforme sugerido por De Biasi et al (1977) *apud* Armani (2009).

- **Radiação Global:** Para o mapeamento da radiação na bacia Hidrográfica do Rio Paraíba, foi utilizada a ferramenta *Área Solar Radiation*, a partir da qual foi feito o processamento da imagem SRTM da Embrapa, obtendo o balanço de radiação global anual.

- **O campo térmico:** Por não ter ocorrido a disponibilidade de coleta em campo de dados referentes à temperatura, optou-se por fazer um estudo estimando-se o valor de temperatura aparente da superfície, obtida com base na radiação emitida pela mesma, utilizando de sensoriamento remoto termal. Para a geração deste mapa, foi realizado o processamento da banda termal do satélite LANDSAT 8, onde através da reclassificação dos tons de cinza em valores de temperatura aparente do solo, chegou-se aos dados térmicos.

- **Cobertura da terra:** utilizou-se do processamento da imagem LANDSAT onde formam combinadas as bandas 3, 4 e 5. A classificação consistiu na edição, interpretação, reclassificação e filtragem dos dados. A escolha das classes de cobertura da terra baseou-se no “Sistema de Classificação de Uso da Terra/Cobertura da Terra” proposto pelo (United States Geological Survey), (Anderson et al., USGS, 1992). Estas classes são: Solo Urbano ou Construído, Área Agrícola e Pastagem, Vegetação e Corpos D’água.

Todos os mapas foram confeccionados no *software ArcGIS 10* e utilizou-se das imagens SRTM (02 de agosto de 2012) e LANDSAT (datadas de maio e julho de 2014). A escolha das imagens LANDSAT e SRTM se deu segundo à disponibilidade de aquisição das mesmas e a presença ou não de nuvens foi um fator decisivo na escolha das

mesmas. Porém, ressalta-se que se teve o cuidado de escolhê-las para o mesmo período do ano, uma vez que a variação sazonal poderia influenciar nos resultados obtidos.

Após todos os mapeamentos e construção dos gráficos iniciou-se o processo de análise dos resultados e escrita do texto final. Procurando a todo momento ter uma visão dinâmica da realidade, na medida que esta é a opção teórica adotada.

RESULTADOS

“Adote o ritmo da natureza. O segredo dele é a paciência...”
Ralph Waldo Emerson

Em primeiro lugar cabe destacar que a metodologia empregada para o levantamento da dinâmica das chuvas na Bacia Hidrográfica do Rio Preto contribuiu para que fossem encontrados resultados que enfatizassem temporalmente as três escalas de abordagem (anual, mensal e a diária). Assim, numa tentativa de compreensão/classificação da climatologia das chuvas na região, optamos por discutir os resultados encontrados partindo de uma macro, para micro escala.

Partiremos, portanto, dos resultados gerais que foram encontrados com a análise das séries de precipitação (1942 – 2014), uma vez que estas subsidiariam as análises posteriores dos anos de fato estudados. Além disso, uma visão geral de todos os registros permitiria uma abrangência mais totalitária do ritmo das chuvas na região, foi um dos motivadores.

O mapeamento da média anual das séries (mapa 8), indicou que seguindo as próprias características de cada sítio, foram encontrados padrões e amplitudes de precipitação, o que confirma a hipótese de que há uma heterogeneidade na espacialização das chuvas na região, seguindo as inúmeras relações que tecem fatores geográficos e atmosfera.

Constatou-se que a variação anual média das chuvas está entre 2.404,7 mm para o ponto Fazenda das Agulhas Negras e de 1.275,9 mm para o ponto Estevão Pinto, e que em relação à média de todas as estações utilizadas para a interpolação, a maioria esteve entre 1000 e 2000 mm anuais (gráfico 1). Uma das justificativas para o fato de nos pontos destacados terem sido encontrados valores tão diferentes é principalmente a influência da orografia, uma vez que Estevão Pinto se localiza na região menos elevada da bacia com 452 metros e Fazenda das Agulhas negras próximo à Serra do com 1245 metros de altitude.

Por sua vez, as análises realizadas durante a escolha dos anos padrão demonstraram que haveriam anos representados por anomalias positivas ou negativas nos totais anuais de precipitação. A classificação estatística desses totais anuais em Úmidos, Tendentos a Úmidos, Habituais, Tendentos a Secos e Secos, permitiu constatar que há correlações entre estes e a dinâmica geral da atmosfera. Tornando-se indispensável, conforme ressaltado por Nimer (1979, p. 85), “a análise do mecanismo atmosférico que sobre eles e neles interferem: os fatores dinâmicos”.

Assim, a seguir serão apresentados alguns anos que foram representativos de tais classes e sempre que possível seguido de uma análise destes e sua relação com os fatores dinâmicos da atmosfera. Destaca-se ainda, que dado ao fato de que já se constatou que os eventos de *El Niño* e *La Niña* justificam alguns desvios na precipitação no Brasil (KOUSKY e CAVALCANTI, 1984), iremos abordar o estudo dos totais anuais da

precipitação considerando a influência de tais mecanismos. Estes eventos fazem parte de “uma variação irregular em torno das condições normais do oceano e da atmosfera na região do Pacífico Tropical” (BALDO, p. 11) e provocam aumento ou diminuição das chuvas na região Sudeste do Brasil.

Para os 72 anos estudados (1942-2014), foram encontrados 16 anos que se apresentaram para a maior parte dos cálculos estatísticos empregados, como sendo tendentes a secos e apenas 1 como sendo realmente seco, que foi o ano de 2000. O que neste caso pode estar vinculado a atuação de um evento de *La Niña* Forte à Moderado, que ocorreu nos anos de 1999 e 2000. Foram constatados ainda 13 anos úmidos e 3 anos tendentes a úmidos. Os anos de 1996 e 1997, se apresentaram em metade das estatísticas como sendo habituais e o restante como sendo úmidos ou secos.

Por sua vez, 39 anos foram considerados habituais. A análise destes deve ser feita levando em consideração o fato de que mesmo dentro da habitualidade, apresentaram certa variação em relação à média, dada a própria dinâmica da atmosfera, a qual não se apresenta de forma igualitária dentre os anos.

Com base no índice *Oceanic Niño Index* (ONI), da *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA), que padroniza a intensidade dos eventos de El Niño e La Niña, foi possível observar se haveria uma relação direta entre a presença desses eventos e os totais anuais de precipitação (tabela 10). Muitos anos, como por exemplo os de 1965, 1972, 1982, 2009, apresentaram correlação entre a presença de um evento de El Niño e o aumento dos totais anuais de precipitação. Da mesma forma, os anos de 1954, 1970, 1984, 2000 e 2007 apresentaram volumes inferiores à média e foram anos de La Niña. Anos como 1961, 1981 e 2013, foram anos ditos habituais e não ocorreu a atuação de tais eventos.

No entanto, observou-se que alguns anos, como por exemplo o de 1957 e 1958, onde seriam esperados elevados totais de precipitação dada a presença de um El Niño de intensidade muito forte, registraram padrões habituais nos volumes de chuva ou abaixo da média.

Ano	Chuva	El nino/La nina	
1942			
1943			
1944			
1945			
1946			
1947			
1948			

Ano	Chuva	El nino/La nina	
1978			
1979			
1980			
1981			
1982			
1983			
1984			

1949			
1950			
1951			
1952			
1953			
1954			
1955			
1956			
1957			
1958			
1959			
1960			
1961			
1962			
1963			
1964			
1965			
1966			
1967			
1968			
1969			
1970			
1971			
1972			
1973			
1974			
1975			
1976			
1977			

1985			
1986			
1987			
1988			
1989			
1990			
1991			
1992			
1993			
1994			
1995			
1996	MEIO		
1997	MEIO		
1998			
1999			
2000			
2001			
2002			
2003			
2004			
2006			
2007			
2008			
2009			
2010			
2011			
2012			
2013			
2014			

		EL NIÑO	LA NIÑA
Intensidade	Fraco		
	Moderado		
	Forte		
	Muito Forte		

Precipitação	CHUVOSO
	TENDENTE A CHUVOSO
	HABITUAL
	TENDENTE A SECO
	SECO

Tabela 10: Relação entre eventos El Nino e La Nina e os totais anuais de precipitação. Fonte: Adaptado de NOAA.

Em relação aos três anos escolhidos para os estudos do ritmo climático, que foram os de 2006 (habitual), 2007 (seco) e 2008 (úmido), constatou-se que estes foram anos onde os eventos de El Niño e La Niña se enquadraram nas categorias de intensidade Fraca e Moderada. Nestes, a variação total anual da precipitação em relação à média da série, para cada ponto teste (tabela 11), esteve entre 567 e 539 mm para o ano seco (2007) em Taboas

(ponto 4) e 1314,2 mm em Torreões (ponto 6) para o ano chuvoso (2008). O ano habitual (2006) apresentou locais onde a precipitação foi maior que a média da série analisada, podendo chegar a anomalias positivas de até 231,82mm (Fazenda das Agulhas Negras) e outros como Taboas onde essa variação foi negativa (-391,9mm).

Ponto	Localização	Precipitação Anual			Média da série	Variação em relação à média anual		
		2006	2007	2008		2006	2007	2008
1	FAZENDA AGULHAS NEGRAS	2636,6	1987,6	3058,1	2404,775	231,8	-417,2	653,3
2	ZELINDA	1879,8	1269,5	2514,3	1846,936	32,9	-577,4	667,4
3	CONSERVATORIA	1279,7	1222,3	2032,3	1568,5	-288,8	-346,2	463,8
4	TABOAS	1077,1	901,5	1606,3	1469,039	-391,9	-567,5	137,3
5	CONCEIÇÃO DO IBITIPOCA	1381	1494,7	2020,9	1559,099	-178,1	-64,4	461,8
6	TORREÕES	1461,2	1422,5	2756,4	1442,18	19	-19,7	1314,2
7	CHAPEU D'UVAS	1377,4	1157,5	2185,7	1492,381	-115	-334,9	693,3
8	ESTEVÃO PINTO	1347,5	1385,4	1790,5	1275,953	71,5	109,4	514,5

Tabela 11: Variação da precipitação em relação a média anual. Fonte: Hidroweb, ANA (1942-2014).

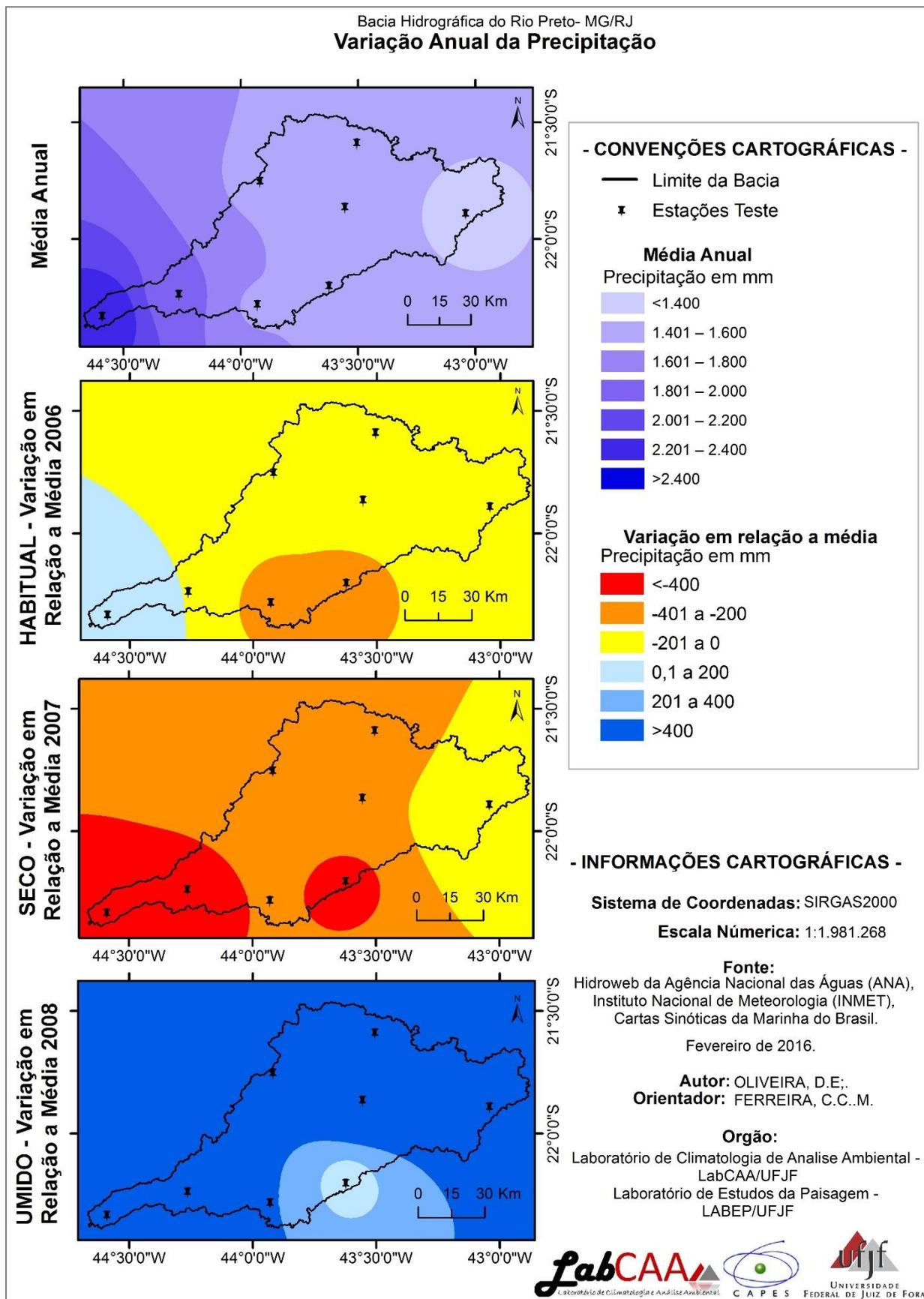
É a Sudoeste da bacia (mapa 8), região mais elevada e com uma amplitude altimétrica significativa (entre 1200 e 2400 metros), onde se concentraram os maiores totais anuais médios de precipitação. Vindo a decrescer seguindo a própria diminuição da altitude, sendo menor próxima a foz do Rio Preto.

Observou-se ainda que tal região apresentou um saldo positivo nas chuvas do ano habitual, onde o volume de precipitação foi 231,8 mm acima da média, o que se justifica pela forte influência do relevo local na gênese das chuvas. Por sua vez, no ano seco foi registrada nesta, dentre os pontos teste analisados, a maior variação negativa em relação à média da série.

Conservatória e Taboas, que apresentam altitudes de 550 e 444 metros, respectivamente, e se localizam a Sul da bacia, apresentaram os menores totais anuais de precipitação em todos os três anos. Mas deve-se destacar que não é este ponto e sim o Estevão Pinto, o que apresenta os menores índices médios para a série. Este último ponto se localiza a Oeste da área de estudo.

Ainda trabalhando em uma escala anual, mas considerando a sucessão habitual diária dos tipos de tempo, constatou-se que em relação a participação dos sistemas atmosféricos nos anos padrão (pranchas 1, 2, 3), os principais mecanismos que atuaram na área de estudo foram: a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), as Linhas de

Instabilidade (LI), os Sistemas Frontais, a Massa Tropical Atlântica (mTa) e a Massa Polar Atlântica (mPa).



Mapa 8: Variação da precipitação em relação à média anual. Fonte: Hidroweb, ANA (1942-2014).

Pelo fato de a influência que tais mecanismos exercem na gênese das chuvas estar diretamente relacionada com o local de origem, características de origem e trajetórias que seguem, optou-se por fazer uma breve explanação das principais características dos mesmos (tabela 12).

Mecanismo	Origem	Característica
mTa	- Anticiclone semifixo do Atlântico Sul;	- Elevada temperatura; - Muita umidade (limitada a camada superficial); - Homogênea e tendente a estabilidade.
mPa	- Anticiclones polar do Atlântico; - Antártica e Baquiza Fixa;	- Inicialmente seca, fria e estável. - Durante sua trajetória absorve calor e umidade e torna-se instável. - Declínio da temperatura
ZCAS	- Os mecanismos que originam e mantêm a ZCAS não estão totalmente definidos; - Interações entre sistemas frontais e a convecção tropical.	- Banda de nebulosidade de orientação Noroeste – Sudeste; - Atua no verão na América do Sul;
LI	- Áreas de depressão barométrica; - Entre os estados do Pará e do Amazonas;	- Ar em convergência; - Série de nuvens cúmulo-nimbus alinhadas que se deslocam uniformemente; - Ocasiona tempos severos como: granizo, tempestades, ventos fortes, outros; - Um tipo de perturbação atmosférica;
Frente Fria	- Deslocamento das massas de ar;	- Importante perturbação atmosférica; - Aumenta a temperatura quando chega e provoca queda quando está atuando. - Sua chegada provoca chuvas mais intensas. Se estacionária ocasiona chuvas calmas e contínuas.

Tabela 12: Principais sistemas atuantes na área de estudo. Adaptado de Nimer (1979).

Com base na análise sinótica diária constatou-se que para os três anos analisados houve a predominância da atuação da Massa Tropical Atlântica (mTa), sendo que esta atuou em 47% dos dias do ano de 2006, 53% dos dias de 2007 e 61% dos dias de 2008. Buscando na literatura chegamos aos trabalhos de Borsato e Mendonça (2012) que concluíram que para o Caparaó (região Sudeste do Brasil) a mTa atuou entre 31,9% a 51,3% entre os anos de 2002 e 2010. Também Monteiro (1973, p. 122), quando propõe uma classificação climática para o estado de São Paulo, constatou ser “a participação da Massa Tropical Atlântica normalmente predominante, ultrapassando 50%”.

Por sua vez, os outros sistemas atuaram de formas diferentes para o ano habitual, o seco e o chuvoso. Para os anos habitual e seco, constatou-se que a participação da Linha de Instabilidade (LI), da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) e dos Sistemas Frontais, foram “similares” (5%, 8% e 11%, respectivamente) para o ano de 2006 (habitual) e o de 2007 (seco). Sendo que o que diferenciou os dois, foi basicamente a atuação da Massa Polar Atlântica (mPa) que atuou 29% dos dias do ano de 2006 e em 23% dos dias de 2007. Mas pode-se dizer, que estes anos tiveram um padrão de certa forma similar em relação a atuação dos sistemas atmosféricos. Neste caso, o que justificaria a diminuição das chuvas no ano de 2007 são oscilações climáticas de ordem superior.

O ano de 2008, chamou a atenção dada a grande atuação da Zona de Convergência do Atlântico Sul, a qual esteve presente em 19% dos dias, o que significa mais que o dobro de dias em relação aos anos anteriores. Tal fato pode vir a justificar o maior volume de precipitação neste ano, uma vez que este é um dos principais sistemas responsáveis pelas chuvas do final de primavera e de verão.

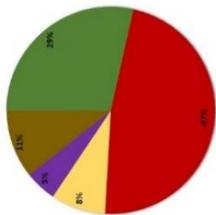
Também a atuação da Massa Polar Atlântica merece atenção durante o ano de 2008, mas por ter atuado em apenas 10% dos dias, o que é uma diminuição significativa se comparada aos demais anos. Também os sistemas frontais foram menos contabilizados neste ano.

Ainda em relação aos sistemas frontais, nota-se que, conforme visto na tabela 13, há uma relação entre o número total anual de frentes e os volumes totais anuais de precipitação. O ano mais chuvoso (2008) teve uma maior atuação destas, e o ano mais seco (2007), uma menor atuação. Vale destacar que essa tabela diz respeito a presença de frentes no quadrante analisado na carta sinótica e não às frentes que chegaram realmente à área de estudo.

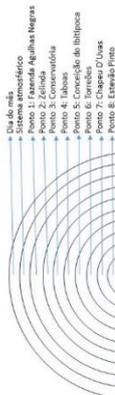
Número de dias sob atuação de frentes frias													
Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total Anual
2006	15	16	19	16	9	3	4	7	13	13	18	9	142
2007	17	10	3	11	13	7	9	9	4	9	22	14	128
2008	15	17	9	13	10	4	8	14	20	11	16	14	151

Tabela 13: Dias sob atuação de frentes frias.

- PARTICIPAÇÃO DOS SISTEMAS ATMOSFÉRICOS -



- CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS -



- Dia do mês
- Sistema atmosférico
- Zona de Convergência do Atlântico Sul
- Ponto 1: Agulhas Negras
- Ponto 2: Jatiúba
- Ponto 3: Conserveira
- Ponto 4: Sibias
- Ponto 5: Chapão do Babilôca
- Ponto 6: Tororô
- Ponto 7: Chapão D'Uvas
- Ponto 8: Estação Prata

- Sistema atmosférico -

- Massa Polar Atlântica
- Massa Polar Ártica
- Zona de Convergência do Atlântico Sul
- Linha de Instabilidade
- Frente (Atuação direta)
- Frente (Atuação indireta)

- Precipitação (em mm) -

- Sem chuva
- < 10
- 10,1 a 20
- entre 20,1 e 30
- entre 30,1 e 40
- entre 40,1 e 50
- entre 50,1 e 100
- > 100

- Fontes -

- Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas - CBPF
- Boletim mensal do Climatário
- HidroWeb da Agência Nacional das Águas - ANA
- Instituto Nacional de Meteorologia - INMET
- Instituto Nacional de Probabilidades - INPROB
- Obs: todos os reportagens foram obtidas nos sites dos respectivos jornais.

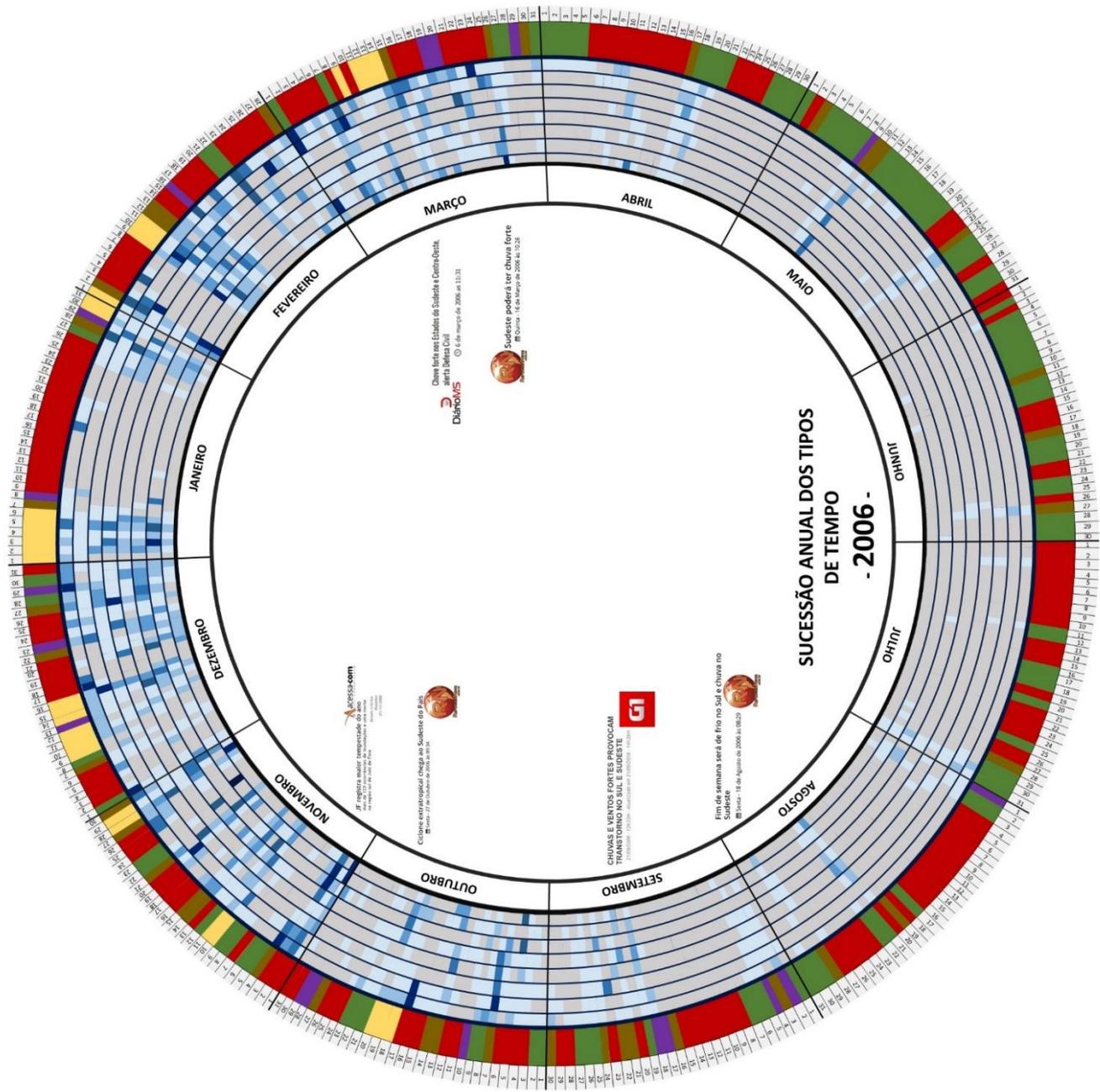
- Autor: OLIVEIRA, D.E.

- Orientador: FERREIRA, C.C.M.

- Orgão -

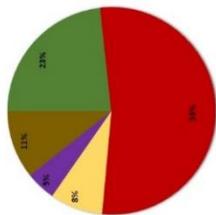
- Laboratório de Climatologia e Análise Ambiental - LabCAA/UFPA
- Laboratório de Estudos de Paisagem - LABEPA/UFPA

Data: Janeiro de 2016.



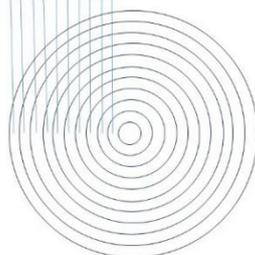
Prancha 1: Sucessão anual dos tipos de tempo – 2006.

- PARTICIPAÇÃO ANUAL DOS SISTEMAS ATMOSFÉRICOS -



- CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS -

- Dia do mês
- Pontos 1: Equador
- Pontos 2: Zênith
- Pontos 3: Conservatória
- Pontos 4: Conservatória
- Pontos 5: Conservatória de Botânica
- Pontos 6: Torreões
- Pontos 7: Chapas D'Uvas
- Pontos 8: Estádio Povo



- Sistema atmosférico -

- Massa Tropical Atlântica
- Massa Polar Atlântica
- Zona de Convergência do Atlântico Sul
- Frente (seta verde)
- Frente (seta amarela)
- Frente (seta vermelha)

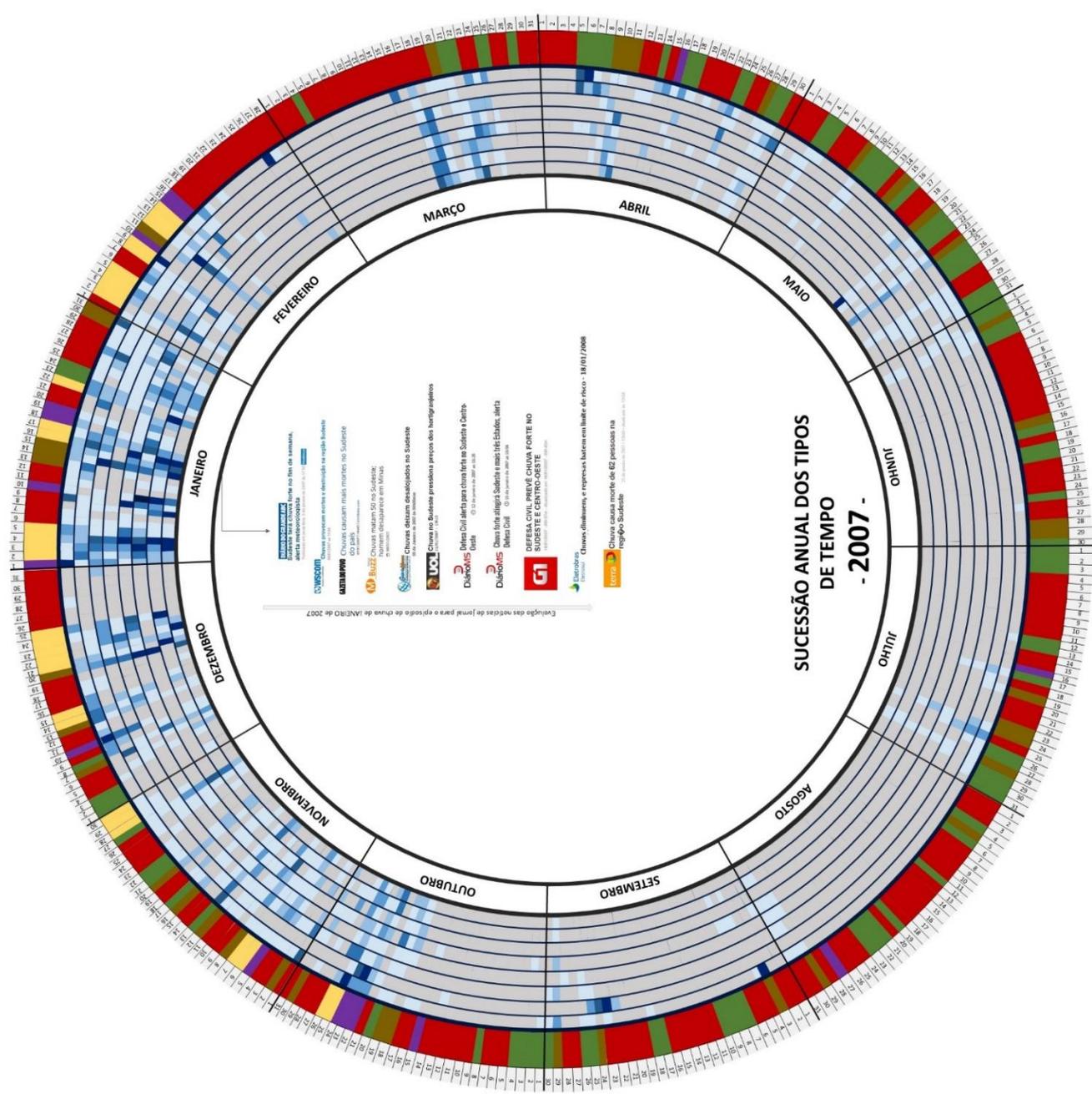
- Precipitação (em mm) -

- Sem chuva
- < 10
- entre 10,1 e 20
- entre 20,1 e 30
- entre 30,1 e 40
- entre 40,1 e 50
- entre 50,1 e 100
- > 100

- Fontes -
- Carta Sinótica da Manhã do Brasil.
 - Boletins mensais do Climatolôgo.
 - Instituto Nacional de Meteorologia - Inmet - ANA.
 - Instituto Nacional de Meteorologia.
 - Adaptado de Monteiro (1973).
 - Os dados de reportagens foram obtidos nos sites dos respectivos jornais.

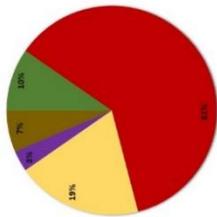
- Autor: OLIVEIRA, D.E.
- Orientador: FERREIRA, C.C.M.

- Orgão -
Laboratório de Climatologia Ambiental - LABCLAM/UFPA
Laboratório de Estudos de Paisagem - LABEPA/UFPA
Data: Janeiro de 2016.

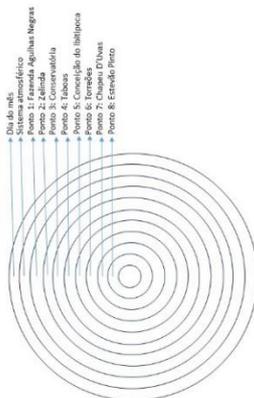


Prancha 2: Sucessão anual dos tipos de tempo – 2007.

- PARTICIPAÇÃO ANUAL DOS SISTEMAS ATMOSFÉRICOS -



- CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS -



- Sistema atmosférico -

- Massa Tropical Atlântica
- Massa Polar Atlântica
- Zona de Convergência do Atlântico Sul
- Zona de Convergência do Atlântico Norte
- Frente (Associação)
- Frente (Associação Individual)

- Precipitação (em mm) -

- Sem chuva
- < 10
- entre 10,1 e 20
- entre 20,1 e 30
- entre 30,1 e 40
- entre 40,1 e 50
- entre 50,1 e 100
- > 100

- Fontes -

- Atlas Sinológico da América do Brasil.
- Boletins mensais do Climatológico.
- Boletins mensais do Climatológico - Lagos - ANA.
- Instituto Nacional de Meteorologia.
- Adaptado de Monteno (1973).
- Os dados das reportagens foram obtidos nos sites dos respectivos jornais.

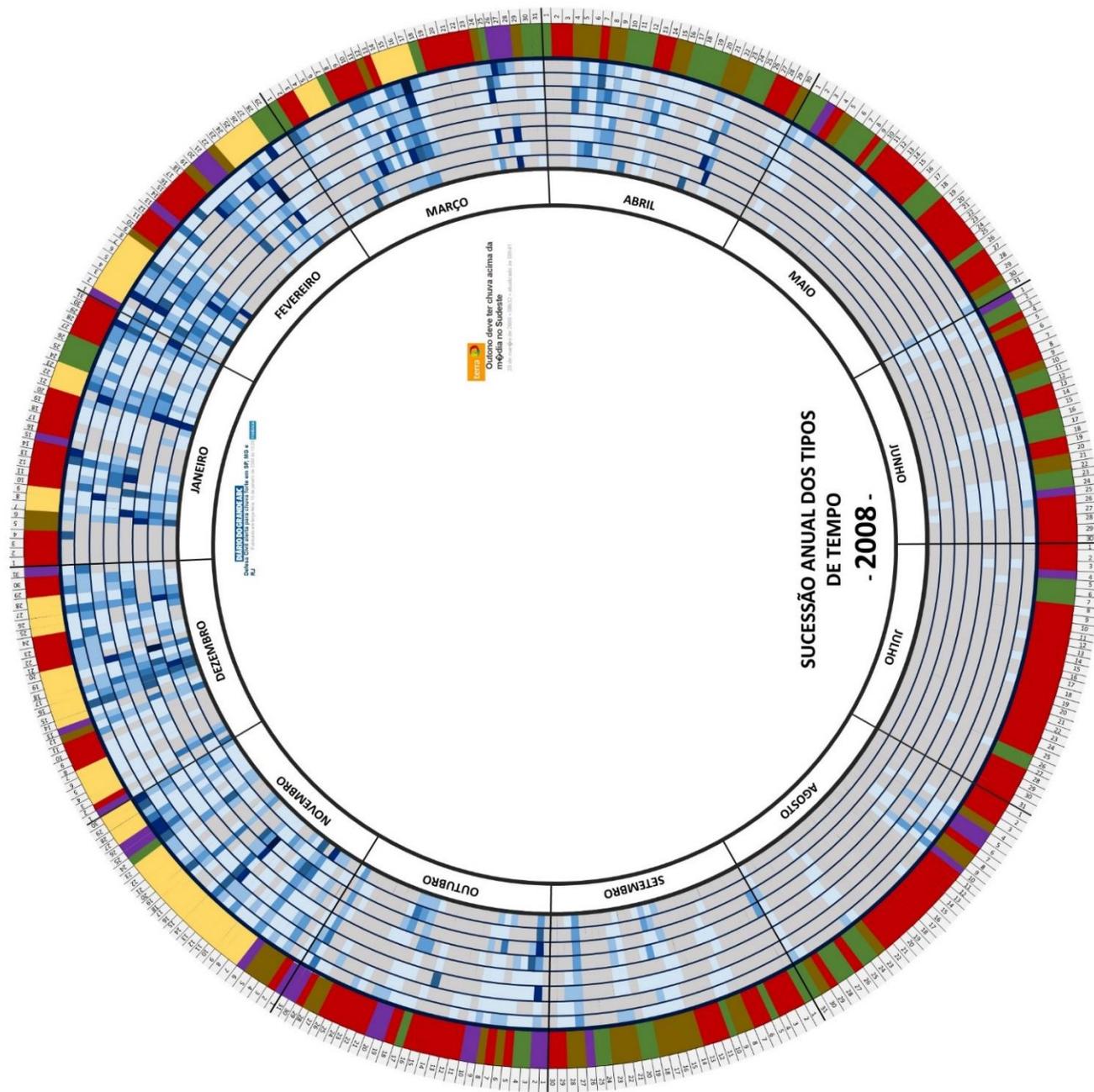
- Autor: OLIVEIRA, D.E.

- Orientador: FERREIRA, C.C.M.

- Orgão -

- Laboratório de Climatologia Ambiental - LABCAM/UFPA
- Laboratório de Estudos de Paisagem - LABEPA/UFPA

Dezembro de 2016.



Prancha 3: Sucessão anual dos tipos de tempo – 2008.

Quanto ao número de dias com chuva por ano (tabela 14), constatou-se o que se esperava, o ano chuvoso (2008) apresentou para a bacia hidrográfica como um todo, o maior número de dias com chuva (347 dias), seguida do ano habitual (2006) com 322 dias de chuva e o ano seco (2007) com 322 dias. Ressalta-se que para a construção desta tabela considerou-se como chuvoso qualquer volume de precipitação registrado para o dia, nas 39 estações meteorológicas utilizadas para a interpolação.

Dado que existem certa heterogeneidade nas chuvas para a área de estudo, optou-se por também inserir o número de dias com chuva para as estações teste nos três anos analisados. Deste modo, seria possível observar se haveria alguma relação entre número de dias com chuvas e as características de cada sítio. Assim, constatou-se que a Fazenda das Agulhas Negras, localizada a Sudoeste da bacia, em uma região mais elevada (1245m) onde foi encontrado o maior número de dias com chuva (173 para o ano de 2006, 142 para 2007 e 176 para o ano de 2008). Neste caso é a influência do relevo, como barreira ou direcionante dos sistemas atmosféricos, um dos principais fatores de caracterização climática. Também os pares Chapéu D’Uvas e Conceição do Ibitipoca (970 metros), Zelinda e Conservatória (550 metros) e Taboas (444 metros) e Torreões (442 metros), que estão localizadas na mesma altitude apresentaram entre eles certa similaridade no número de dias com chuva.

Deve-se considerar ainda o fato de estas duplas de estações se encontrarem de certa forma próximas, o que também justifica que as interações entre a atmosfera e a superfície que acontecem em tais lugares sejam parecidas.

Nº de dias com chuva por ano			
Nome	2006	2007	2008
FAZENDA AGULHAS NEGRAS	173	142	176
ZELINDA	93	81	130
CONSERVATORIA	105	88	138
TABOAS	86	75	135
CONCEIÇÃO DO IBITIPOCA	106	99	134
TORREÕES	91	76	110
CHAPEU D'UVAS	105	91	124
ESTEVÃO PINTO	89	74	105
TODAS ESTAÇÕES	336	322	347

Tabela 14: Número de dias em que foram registradas chuvas, por ano. Fonte:

Se analisarmos o número de dias de chuva por ano considerando os sistemas que atuaram nos respectivos dias (tabela 15), contata-se que durante a atuação de uma ZCAS,

em todos os três anos, em praticamente todos os dias, foi registrada a ocorrência de precipitação. Assim, torna-se possível afirmar que, quando as previsões meteorológicas indicarem que uma ZCAS poderá estar atuando, deve-se ficar atento, dado que estas podem trazer chuvas intensas e duradouras.

Também a presença da LI é um importante fator que justifica a presença de chuvas na área de estudo, uma vez que sob atuação desta cerca de 83% a 87% dos dias analisados, registraram precipitação.

Porcentagem de dias chuvosos por sistema - 2006					
Ano	mPa	mTa	LI	ZCAS	Frentes
2006	62,5	56,1	83,3	100,0	76,9
2007	49,0	42,3	82,4	100,0	79,5
2008	38,5	54,7	87,1	96,8	94,0

Tabela 15: Porcentagem de dias em que choveu para cada sistema atuante.

Em relação a mPa, constatou-se que esta foi mais atuante na gênese das chuvas do ano habitual e que para o ano úmido em apenas 38,5% dos dias que atuou, foram registradas a presença de chuvas. Por sua vez, nos dias sob atuação da mTa do ano seco foi registrado menos dias de chuva que nos dias do ano chuvoso. Neste último caso deve-se levar em consideração que o número de dias sob atuação da mTa superou o esperado.

Em dias de passagem de sistemas frontais observou-se que mais que 76,9% dos dias ocorreu chuvas. Tendo destaque o ano chuvoso (2008), onde 94% dos dias com frentes apresentaram registros de precipitação.

Vale destacar que para a contagem destes dias de chuva, optou-se por considerar apenas as estações teste, uma vez que para a bacia como um todo quase que 90% dos dias apresenta alguma precipitação. Assim, ao analisarmos pontos localizados estrategicamente e que fossem representativos das unidades climáticas da bacia hidrográfica, teríamos como observar de forma geral se haveria presença ou não de chuva naquela região.

Por isso, em alguns dias onde a gênese das chuvas esteve atrelada aos movimentos convectivos, os quais variam em função também das características do sítio, pode ser que nas estações teste não tenham sido registrados totais de precipitação. No entanto, o fato de estarmos utilizando 8 estações teste, distribuídas homogeneamente pela área de estudo, torna menos provável que a contagem dos dias tenha falhas graves.

Em relação a distribuição anual dos sistemas atmosféricos (gráfico 2), constatou-se que houve distinção mensal da participação dos mesmos nos três anos. A linha de

instabilidade atuou nestes durante o ano todo, mas foi nos meses de setembro (2006) e outubro (2007, 2008) onde elas estiveram presentes no maior número de dias do mês.

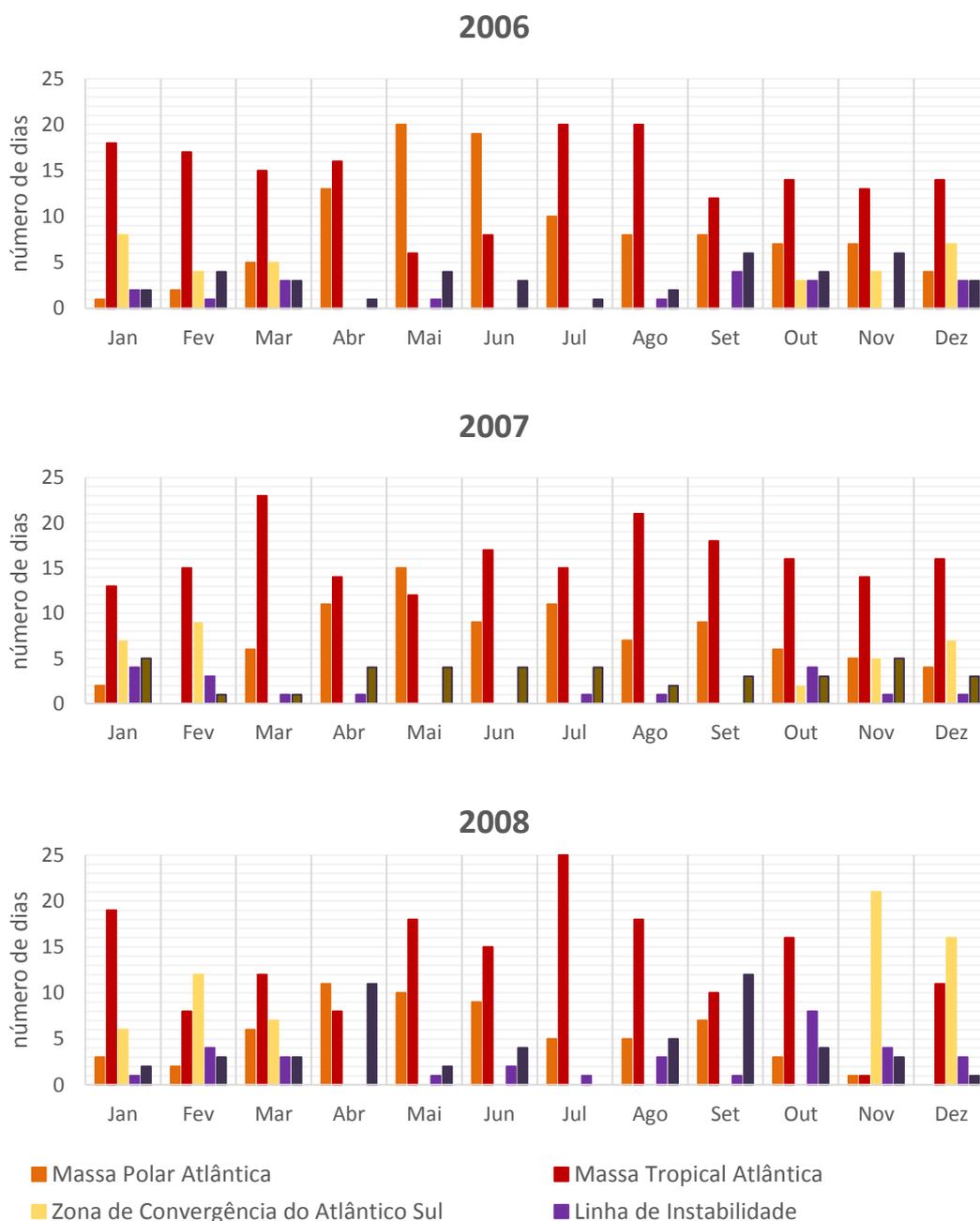


Gráfico 2: Participação mensal dos sistemas atmosféricos. Fonte: Hidroweb, ANA (1942-2014).

Por sua vez a ZCAS tem sua atuação no verão, e o que neste caso variou mensalmente é o número de dias em que esteve presente. Observou-se que enquanto no ano habitual ela foi contabilizada em seis meses (janeiro, fevereiro, março, outubro novembro e dezembro), nos anos seco e habitual ela atuou em cinco meses. Não houve um padrão que deva ser destacado em termos de número de dias sob sua atuação por mês específico.

Constatou-se ainda, o que já se esperava, que no ano habitual a mTa e a mPa atuaram durante todo o ano, mas que a mTa teria maior atuação no verão e a mPa no outono e inverno. O ano seco e principalmente o chuvoso tiveram maior participação da mTa no inverno, que o ano habitual. A mPa teve sua atuação maior nos meses de outono, para os três anos.

Em relação a análise mensal da precipitação (tabela 16) constatou-se que o ano habitual (2006) apresentou uma sazonalidade dos dados mais abrupta (e de certa forma típica/esperada para a região), se comparada aos outros dois anos. Uma estação chuvosa que vai do final de setembro a março, se contrapõe a um inverno mais seco, entre maio junho e julho. Abril e setembro representaram a transição entre tais períodos, e foi o mês de julho o mais seco do ano, onde os totais mensais de precipitação chegou ao mínimo de 8mm mensais (Ponto 4).

Já o ano seco (2007) apresentou o mês de agosto como sendo o que registrou os menores valores de precipitação (máximo de 7,8 mm para o Ponto 5). E o ano de 2008 (chuvoso) apresentou como mês com menor presença de chuvas o mês de julho (6,8mm no Ponto 2). Assim, os dados confirmam o que foi ressaltado por Nunes et al. (2009) os quais afirmam que “o ritmo sazonal é tipicamente tropical, com dois períodos bem caracterizados: um que concentra grande parte da precipitação e outro, com decréscimo acentuado da pluviosidade. No entanto, o início da estação chuvosa na região apresenta variabilidade geográfica e interanual” (NUNES et al, 2009, p.250).

Constatou-se que o ano chuvoso (2008), além de registrar totais mensais elevados, que chegaram aos 582,5 mm mensais (novembro), apresentou um período chuvoso que se estende e engloba também os meses de abril e setembro. O que também vem a contribuir para os elevados totais de precipitação registrados neste ano.

Os maiores totais mensais encontrados foram de 499 mm em Fazenda das Agulhas Negras para dezembro de 2006, 620mm em Torreões para janeiro de 2007 e 582mm em novembro de 2008 em Fazenda das Agulhas Negras.

Precipitação Mensal por estação teste - 2006								
Mês	1	2	3	4	5	6	7	8
Janeiro	244,7	118,5	148,8	207,2	118,2	136,6	181,4	63,5
Fevereiro	371,8	485,2	283	140,6	189,4	263,3	211,4	222,6
Março	488	370,5	146	90,9	137,3	101,7	0	241,6
Abril	116,4	32,3	70,9	47,8	25,1	37,6	17,8	73,3
Mai	57,6	35,6	36,4	27,6	48,2	27,5	37,8	34,4
Junho	12,7	10,6	5,6	0,7	10,6	7	7,8	14,8
Julho	30	19,1	12,4	8	9,5	18,5	12,5	11,7

Agosto	19,9	11,3	21,6	26,1	29,8	41,9	35	54,1
Setembro	92	42,3	70,8	54,8	89,6	55,7	72,2	39,9
Outubro	291,7	193,3	109,1	107,1	129,2	163,6	267,1	125,3
Novembro	412,6	348,9	229,9	106,7	409,9	286,5	309,9	292,7
Dezembro	499,2	212,2	145,2	259,6	184,2	321,3	224,5	173,6
Precipitação Mensal por estação teste - 2007								
Mês	1	2	3	4	5	6	7	8
Janeiro	392,5	374,9	317,9	250,9	541,8	620,4	568,1	525,4
Fevereiro	246,7	67,6	130,9	101	120,5	105,4	37,0	73,9
Março	120,7	15,1	102,1	83	167,6	125,6	159,2	163,3
Abril	250,8	191,7	72,9	50,9	41,9	72,3	50	48,9
Mai	50,2	48,1	28,7	25,3	30,9	54,5	36,5	86,7
Junho	10,4	6,8	2,1	4,1	13,3	0	5,6	5,1
Julho	62,1	54,5	18,2	16,6	11,5	5,5	5,8	6,9
Agosto	6	0	4	3,5	7,8	0	0,8	0
Setembro	113,6	133,5	20,6	10,1	28,1	0	6,4	4,7
Outubro	182,1	119,5	110	38,8	133,3	115,8	111,7	134,7
Novembro	234,9	80,5	200,2	151,5	176,5	172,6	176,4	115,8
Dezembro	317,6	177,3	214,7	165,8	221,5	150,4	0	220
Precipitação Mensal por estação teste - 2008								
Mês	1	2	3	4	5	6	7	8
Janeiro	453,3	433	268,7	272,1	487,2	434,5	304,3	286,7
Fevereiro	409,9	503,2	397,2	375,9	244,4	479,7	320,8	217,5
Março	523	297,6	239,5	184,6	196,6	439,4	326,6	265,4
Abril	166	170,3	231,1	209,5	96,2	192,7	128,2	144,5
Mai	88,7	121,2	22,5	10,6	6,6	13,7	4	2,8
Junho	63,6	34,3	16,9	15,7	12,8	8,9	32,6	18,9
Julho	3,1	6,8	4,7	5,8	0	0	0	0
Agosto	104,9	44,2	64,4	44,1	22,4	32,3	4,8	3
Setembro	112,7	66,9	55,5	36,8	86,1	53,1	64,7	73,2
Outubro	197,4	76,7	173,2	200	170,8	227,5	266,1	124
Novembro	582,5	364,5	300,7	199	268	522,4	235,1	252,3
Dezembro	353	395,6	257,9	252,2	429,8	352,2	498,5	402,2

Tabela 16: Precipitação mensal por estação teste. Fonte: Hidroweb (ANA)

Comparando as informações mensais de precipitação dos anos padrão, correlacionando-as com a precipitação média mensal da série meteorológica entre 1942 e 2014 (tabela 17), constata-se que em todos os 3 anos foram registrados meses onde a precipitação esteve inferior à média esperada. Mas foi o ano de 2007 (seco) o que apresentou para o maior número de localidades, o maior número de meses com baixo totais pluviométricos. Em Taboas por exemplo, todos os meses registraram valores inferiores ao esperado.

Para o ano de 2006, foram encontrados locais, como Torreões, onde 5 meses registraram valores abaixo do esperado e outros como Taboas, 10 meses. Por sua vez, em 2008 (ano chuvoso) houve pontos como Zelinda e Fazenda das Agulhas Negras em que apenas dois meses registraram valores abaixo das normais, e que neste ano, foi também em Taboas o local onde se constatou o maior número de meses com totais abaixo da média.

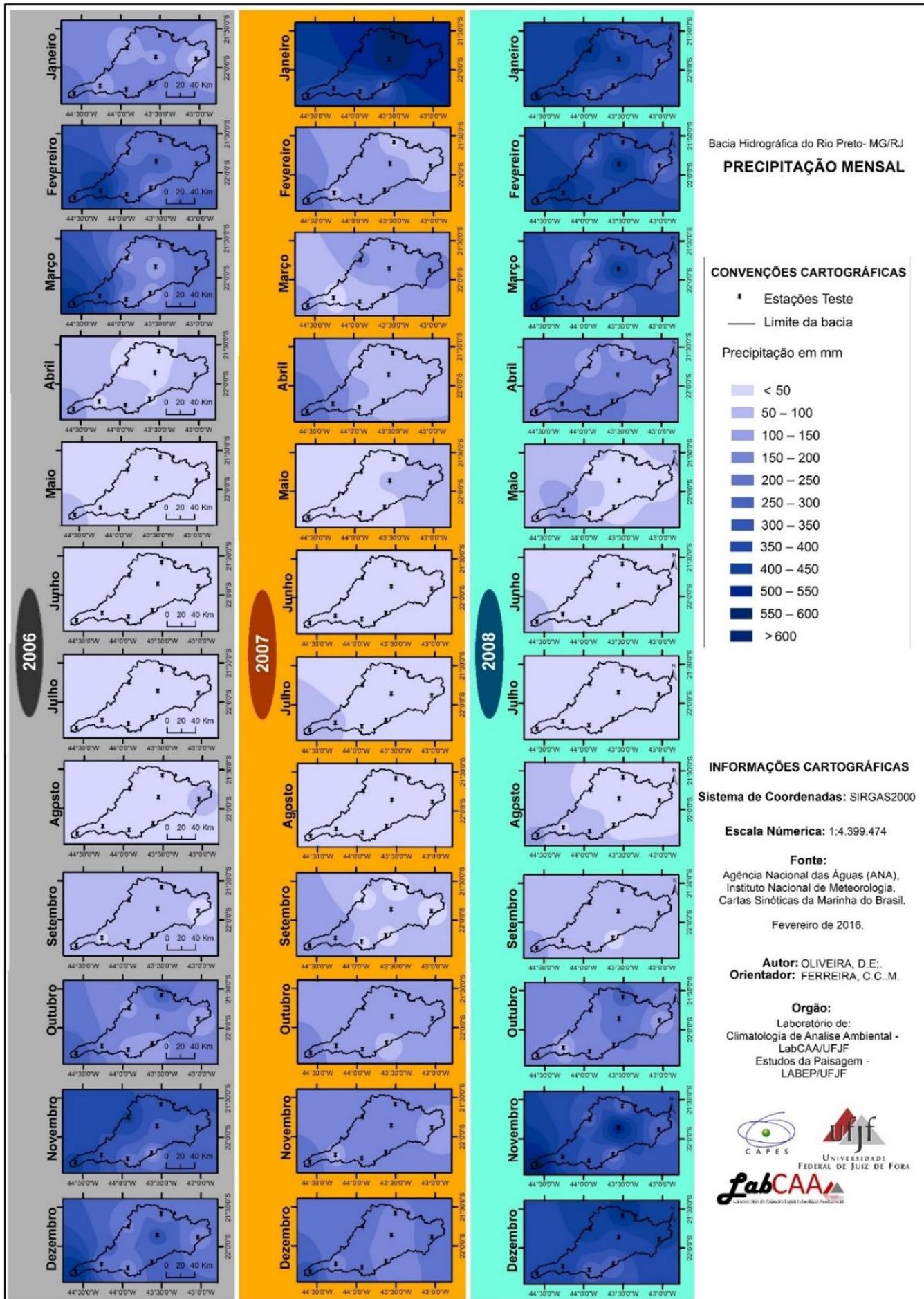
Destaca-se ainda que em termos de distribuição anual dos meses com anomalias negativas, constatou-se que foi em janeiro e junho de 2006, fevereiro, junho, agosto e dezembro de 2007 e julho de 2008, os meses onde para todas as estações teste, foram registrados valores abaixo da média. Assim, pode-se dizer que não houve um padrão sazonal para tais resultados.

Precipitação - Média (1942-2014)								
Mês	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4	Ponto 5	Ponto 6	Ponto 7	Ponto 8
Jan	422,5	333,7	275,2	282,1	301,8	267,9	277,2	236,2
Fev	337,7	280,3	227,5	209,8	217,9	189,4	173,5	167,1
Mar	340,7	248,2	214,0	188,7	197,5	201,8	179,7	153,8
Abr	154,0	109,6	94,7	77,8	71,1	84,5	73,0	69,3
Mai	67,6	48,8	46,0	40,3	39,3	34,9	39,8	37,1
Jun	41,3	31,1	29,7	28,1	26,5	23,9	18,8	20,7
Jul	43,7	27,2	21,4	20,2	19,8	18,4	18,7	15,4
Ago	41,9	28,9	28,7	23,3	22,9	19,5	20,8	16,3
Set	95,1	62,9	62,6	55,0	61,1	48,2	63,9	46,8
Out	186,9	147,0	132,7	113,8	124,3	112,2	128,7	104,5
Nov	281,8	215,1	184,5	174,4	204,1	186,0	205,0	167,9
Dez	391,5	314,2	251,5	257,2	272,8	255,5	280,8	240,9

Tabela 17: Média mensal da precipitação.

Quanto a distribuição espacial mensal das chuvas (mapa 9) constatou-se que, há de certa forma uma relação entre a precipitação e o relevo, mas que este sendo um fator estático (NIMER, 1979) não justifica sozinho a variação interanual mensal das chuvas. Os anos seco (2007) e úmido (2008) apresentaram mais homogeneidade na distribuição espacial mensal das chuvas e o ano habitual foi mais heterogêneo.

O que se observou é que há um padrão espacial habitual (ano de 2006) seguido na distribuição espacial mensal das chuvas. E é a região Suldoeste da bacia a que registrou os maiores totais mensais neste ano, vindo a decrescer seguindo a orientação Oeste-Leste. Nesta, na maioria dos meses foram encontrados os maiores totais mensais de precipitação.



Mapa 9: Variação espacial mensal da precipitação para os anos padrão. Fonte:

Se pensarmos em tal fato, considerando as pessoas que vivem na região e que, portanto, estariam sujeitas às intempéries climáticas, chegamos a conclusão de que, neste caso, por ser habitual apresentar elevados valores de precipitação, a população que vive/convive nos pontos como Zelinda e Fazenda das Agulhas Negras, já se habituaram com a dinâmica das chuvas locais e os elevados valores de precipitação. Tal região apresenta uma população relativamente baixa (se comparado as outras, IBGE, 2010), o que também precisa ser considerado.

Outras localidades, mais populosas, onde as chuvas apresentam menores totais e as pessoas estão acostumadas com outras dinâmicas climáticas, quando ocorre um evento como o de janeiro de 2007 (Torreões, ver página 104) fruto de um evento extremo de um episódio de chuva intensa, ocorrem maiores transtornos. Tal exemplo ilustra bem as excepcionalidades que puderam ser encontradas em outras áreas.

Deste modo, por termos consciência de que tanto dentro da habitualidade, quanto das excepcionalidades, os episódios intensos de chuvas podem trazer transtornos à população direta ou indiretamente ligada a ele, optamos por a seguir dar um detalhamento do sequenciamento diário das chuvas que ocorreram no período analisado.

Vale destacar que o grande volume de dados que foram levantados, acabou por sugerir que optássemos por ir demonstrando mês a mês, os dias onde o padrão espaço-temporal das chuvas teve um caráter bem marcado/nítido/atípico/extremo, o que tornou possível enfatizar um sequenciamento detalhado da precipitação e qual era a gênese destas.

Iremos começar pelo ano habitual, mas antes evidenciamos o fato de que a precipitação diária encontrada na bacia variou entre 0 mm (principalmente nos dias do inverno) e 301, no dia 23 de dezembro de 2008, para o posto pluviométrico localizado Bom Jardim de Minas (Pedreira Pacau). E que neste momento do trabalho não consideramos analisar os valores médios que deveriam ser encontrados em cada mês. Assim, optamos por tecer relação, quando houvesse, apenas em comparação ao ano de 2006, que apresentaria características tidas como habituais, sempre considerando que a atmosférica é dinâmica e que, portanto, mesmo dentro da habitualidade, haveria uma variação mensal interanual que precisa ser considerada.

O mês de janeiro de 2006 (prancha 4) se caracterizou por apresentar-se chuvoso nos primeiros e últimos dias, dada a atuação da Zona de Convergência do Atlântico Sul – ZCAS, a qual foi intensificada pelo forte calor (BOLETIM CLIMANÁLISE, Janeiro de 2006). O dia 03 compreendeu a máxima diária encontrada para o mês, 70,9mm em Chapéu d’Uvas. A presença de centros de alta pressão entre os dias 10 e 26, decorrentes de um bloqueio atmosférico em áreas oceânicas extratropicais (BOLETIM

CLIMANÁLISE, Janeiro de 2006) impediram a formação de chuvas na região. Em tais dias constatou-se a atuação da Massa Tropical Atlântica.

Em termos espaciais, deve-se destacar ainda que alguns pontos, principalmente a Norte e Sul da área de estudo apresentaram alguma precipitação, durante a atuação da mTa, neste caso, a justificativa para essas precipitações são a elevada temperatura do ar, as diferenças locais de umidade relativa do ar e dos movimentos de convecção, os quais serão diferentes conforme as características locais de cada sitio. No final do mês, a atuação de sistemas frontais, de uma LI e da ZCAS, trouxeram as chuvas novamente à região.

O maior volume de precipitação para o mês de fevereiro de 2006 (prancha 5) ocorreu no dia 16, para a estação Areal, onde foi registrado um total de 108,2mm. Neste dia, constatou-se a presença de uma linha de instabilidade (figura 5). O que era algo esperado, uma vez que caracterizada por ser uma área de baixa pressão, entre núcleos de alta pressão, “no seio de uma *Linha de IT* o ar em convergência acarreta, geralmente, chuvas e trovoadas” (NIMER, 1979, p.93).

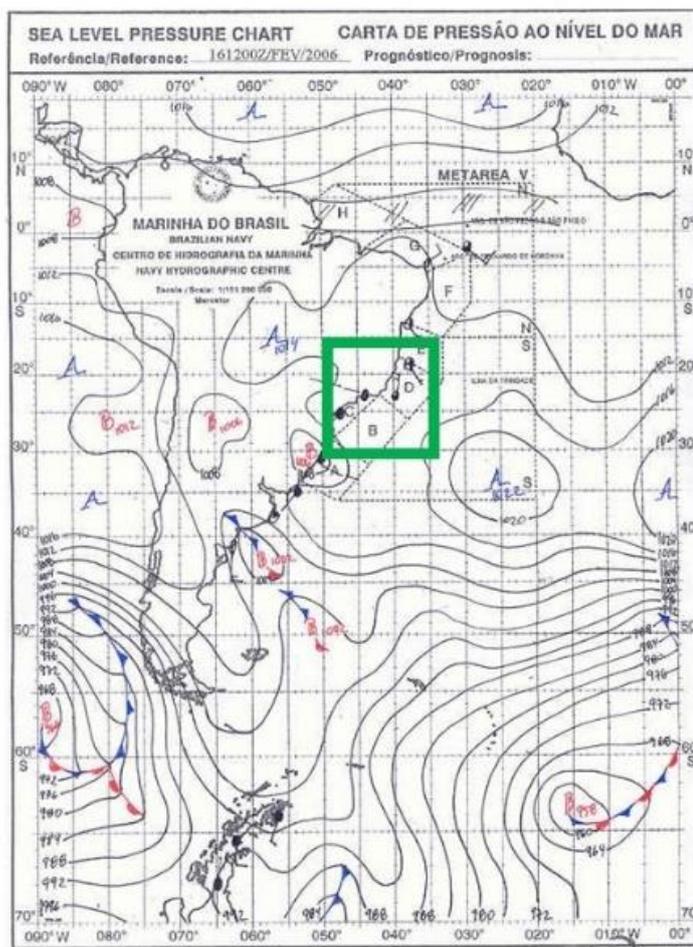


Figura 4: Atuação da Linha de Instabilidade – 16/02/2016 . Fonte: Site da Marinha do Brasil.

Em dias como o 4, 5, 6, 24 e 25 o que vem a justificar a abrupta variação espacial das chuvas são os movimentos convectivos. Conforme observado no Boletim Climanalise (Fevereiro de 2006), o mês de fevereiro foi marcado por apresentar características típicas de verão, com pancadas de chuva a tarde e à noite.

Outros dias como o dia 21, pode ter sua justificativa atrelado ao encontro de sistemas frontais, podendo a mPa estar atuando no sul da bacia e mTa a norte, uma vez que sabe-se, que é este o sentido seguido pelas massas. “As frentes polares atingem nossa área de estudo, na maioria das vezes com orientação WNW-ESSE e, secundariamente, WE. As orientações NW-SE são menos frequentes, e as NE-SW muito raras” (NIMER, 1979, p.92).

Neste contexto, constata-se a dificuldade encontrada em se afirmar, em alguns dias, quais seriam a gênese das chuvas na região e o porquê de certas variações espaciais.

Em relação a março (prancha 6) de 2006, constatou-se que os maiores totais registrados, foram nos dias 1 (69,7 mm), 6 (93,8 mm), 7 (65,4 mm) e 26 (71,8 mm), tais chuvas podem ser ditas como sendo chuvas frontais, uma vez que nesses dias constatou-se a passagem de sistemas frontais e/ou chegada da mPa.

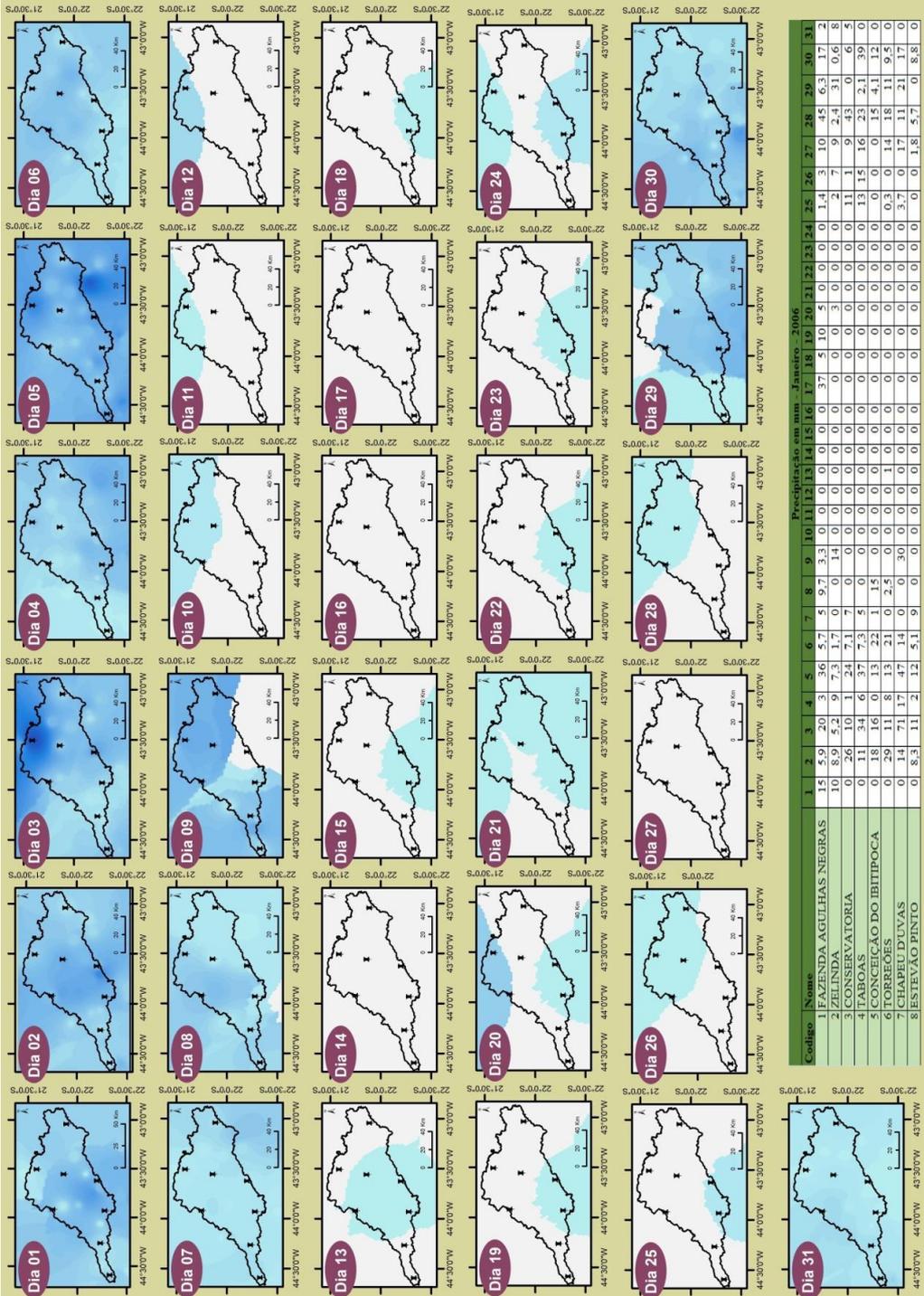
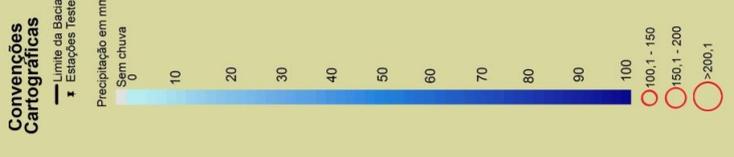
Entre os dias 9 e 14, constatou-se a atuação da ZCAS e a atuação da LI nos dias 19, 20 e 29, mas nestes dias os totais de precipitação, seguiram o padrão de chuvas do mês como um todo. Deste modo, mesmo a literatura dando subsídios a afirmações de que tais sistemas são os responsáveis pelas chuvas nesses dias, não nos colocamos aptas a termos relação direta, neste caso, entre a ZCAS e a LI e as chuvas na região.

Em abril (prancha 7) iniciou-se uma temporada mais seca na região. Constatou-se que os meses de abril, maio (prancha 8), junho (prancha 9), julho (prancha 10) e agosto (prancha 11) apresentaram uma relação entre a presença de chuva e a chegada das frentes e/ou da mPa. A precipitação registrada entre os dias 9 e 11 do mês de maio, são justificadas pela atuação da LI e de sistemas frontais.

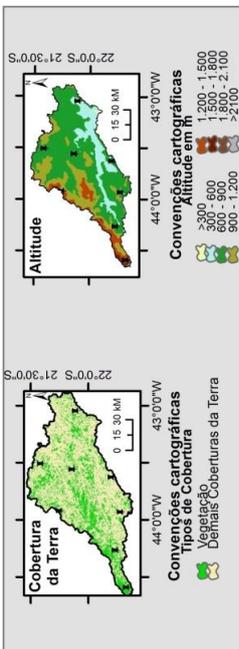
A segunda quinzena de setembro (prancha 12) marcou o início da estação chuvosa, onde um sistema frontal no dia 16, após oito dias sob atuação da mTa, delimita tal início conforme se pode observar na prancha 1. No dia 24 foi registrado o maior volume de chuvas do mês, o qual chegou aos 31mm em Santa Rita do Jacutinga.

Este mês, fez pensar no fato de que enquanto no verão as LI's trouxeram, geralmente, elevados totais de chuva, principalmente ao intensificarem-nas. Nos meses de inverno, nem sempre pôde-se tecer relações entre ela e a presença ou ausência de chuvas.

Bacia Hidrográfica do Rio Preto- MG/RJ
2006
Precipitação Diária
- JANEIRO -



Nome	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31				
1 FAZENDA AGULHAS NEGRAS	15	5,9	20	3	36	5,7	5	9,7	3,3	0	0	0	0	0	0	0	0	3,7	5	10	5	0	0	0	1,4	3	10	45	6,3	1,7	2				
2 ZELINDA	10	8,9	5,2	9	7,3	1,7	0	0	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	2	7	9	2,4	31	0,6	8			
3 CONSERVATORIA	0	26	10	1	24	7,1	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	1	9	43	0	6	5			
4 FAROAS	0	11	34	6	37	7,3	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	15	16	23	2,1	39	0			
5 CORREGA DO IBIITOICA	0	18	16	0	13	2,2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	4,1	9,2	0		
6 CHAPÉU DULVAS	0	14	21	17	47	14	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,7	0	17	1	0	0	
7 SESTEAÇO PINTO	0	8,3	11	1	12	1,2	1,2	5,1	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,8	5,7	0	8,8	0	0



INFORMAÇÕES CARTOGRÁFICAS
 Sistema de Coordenadas: SIRGAS2000
 Escala Numérica: 1:4.446.959

Fonte:
 Hidroweb da Agência Nacional das Águas (ANA),
 Instituto Nacional de Meteorologia (INMET),
 Carias Sinóticas da Marinha do Brasil,
Fonte Encartes: imagens SRTM e LANDSAT.

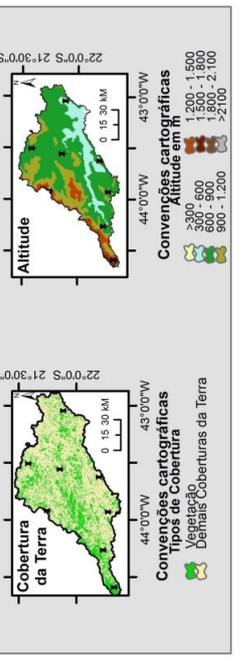
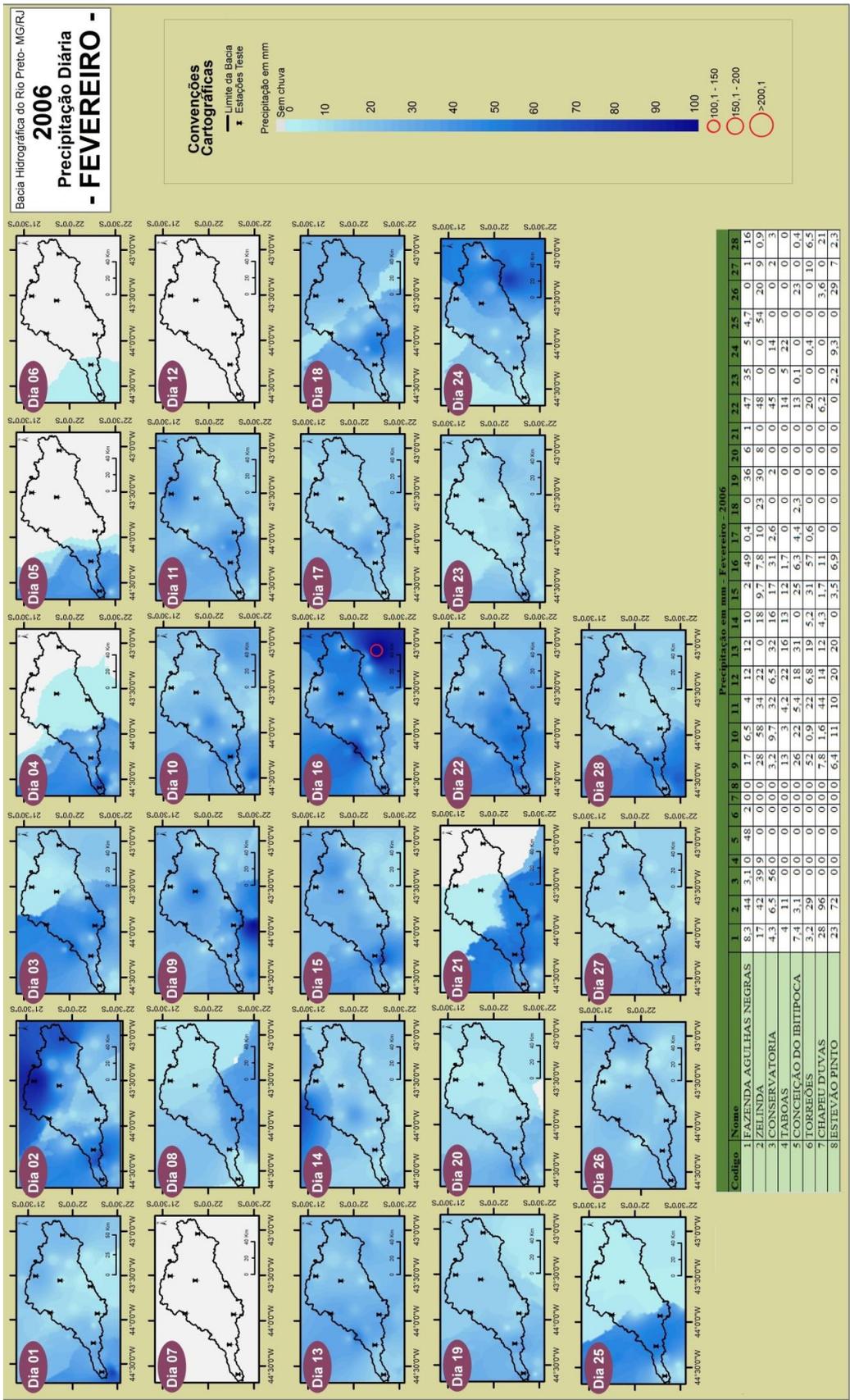
Data:
 Outubro de 2015.
Autor: OLIVEIRA, D.E.
Orientador: FERREIRA, C.C.M.

Orgão:
 Laboratório de Climatologia de Análise Ambiental - LabCAA/UFJF
 Laboratório de Estudos da Paisagem - LABEPI/UFJF

LabCAA
 Laboratório de Climatologia e Análise Ambiental

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
 C A P E S

Prancha 4: Precipitação Diária: janeiro – 2006.



INFORMAÇÕES CARTOGRÁFICAS
 Sistema de Coordenadas: SIRGAS2000
 Escala Numérica: 1:4.446.959

Fonte:
 Hidroweb da Agência Nacional das Águas (ANA),
 Instituto Nacional de Meteorologia (INMET),
 Cartas Sinólicas da Marinha do Brasil,
Fonte Encartes: imagens SRTM e LANDSAT.

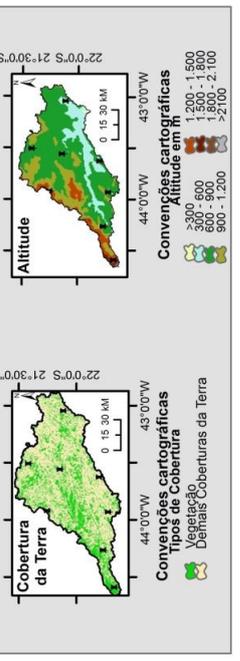
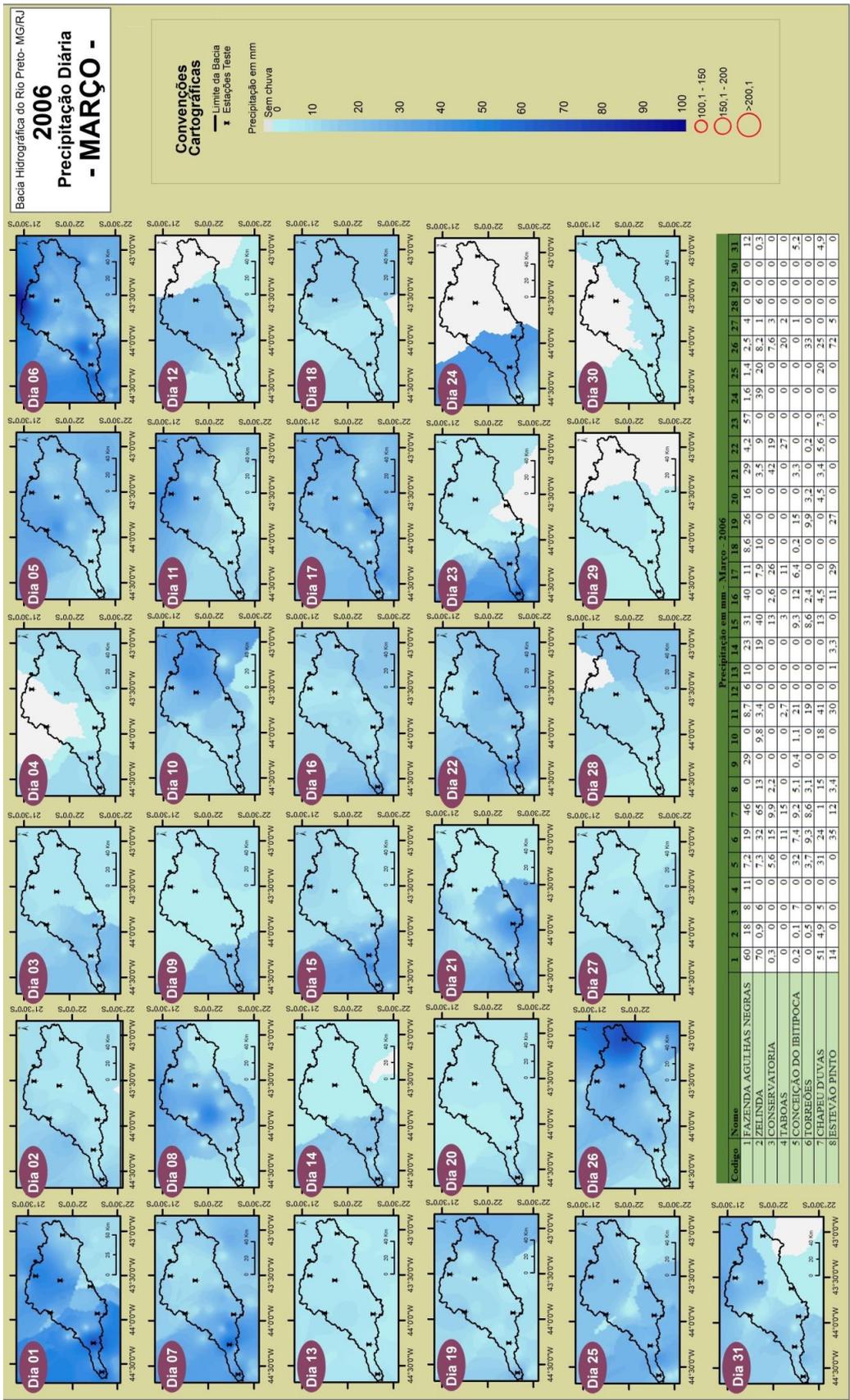
Data:
 Outubro de 2015.
Autor: OLIVEIRA, D.E.;
Orientador: FERREIRA, C.C.M.

Orgão:
 Laboratório de Climatologia de Análise Ambiental - LabCAA/UFJF
 Laboratório de Estudos da Paisagem - LABEPI/UFJF

LabCAA
 Laboratório de Climatologia de Análise Ambiental

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
 C A P E S

Prancha 5: Precipitação Diária: fevereiro – 2006.



Informações Cartográficas

Sistema de Coordenadas: SIRGAS2000
Escala Numérica: 1:4.446.999

Orgão: Laboratório de Climatologia de Análise Ambiental - LabCAA/UFJF
Laboratório de Estudos da Paisagem - LABEPI/UFJF

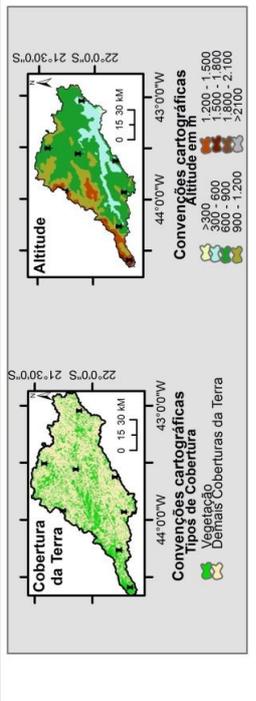
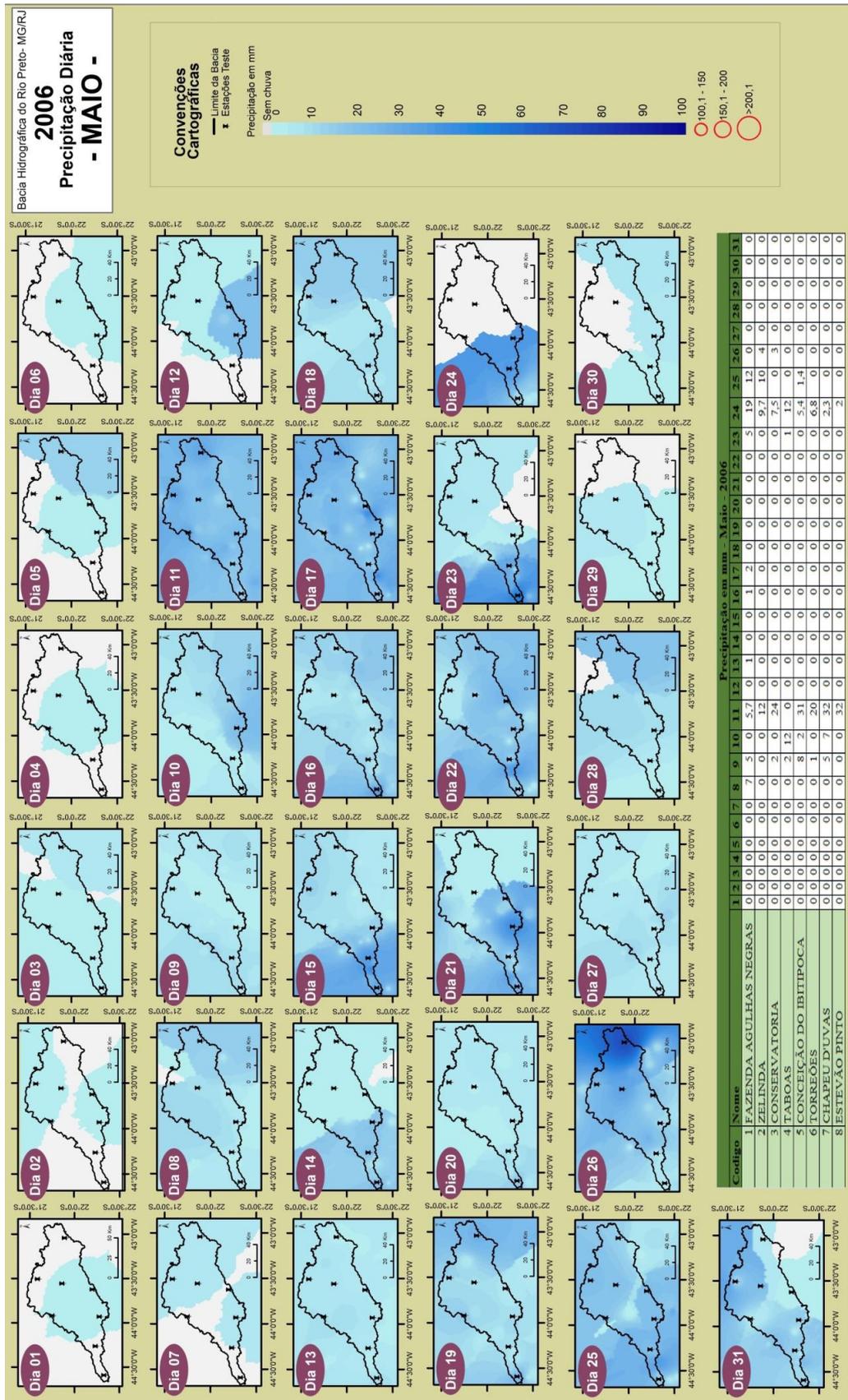
Fonte: Hidroweb da Agência Nacional das Águas (ANA), Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), Cartas Sinólicas da Marinha do Brasil, Fonte Encartes: imagens SRTM e LANDSAT.

Data: Outubro de 2015.
Autor: OLIVEIRA, D.E.;
Orientador: FERREIRA, C.C.M.

LabCAA
Laboratório de Climatologia de Análise Ambiental

UNIFLUMINOS
FEDERAL DE JUIZ DE FORA

Prancha 6: Precipitação Diária: março–2006.



Informações Cartográficas
 Sistema de Coordenadas: SIRGAS2000
 Escala Numérica: 1:4.446.959

Fonte:
 Hidroweb da Agência Nacional das Águas (ANA),
 Instituto Nacional de Meteorologia (INMET),
 Cartas Sinólicas da Marinha do Brasil,
 Fonte Encartes: imagens SRTM e LANDSAT.

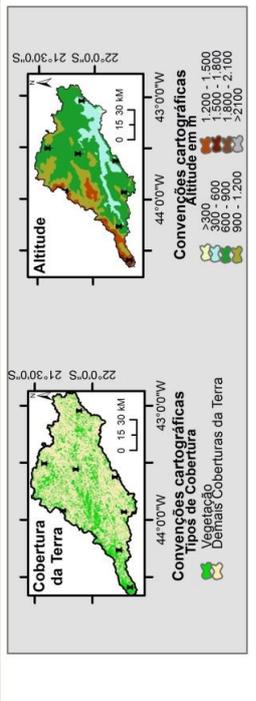
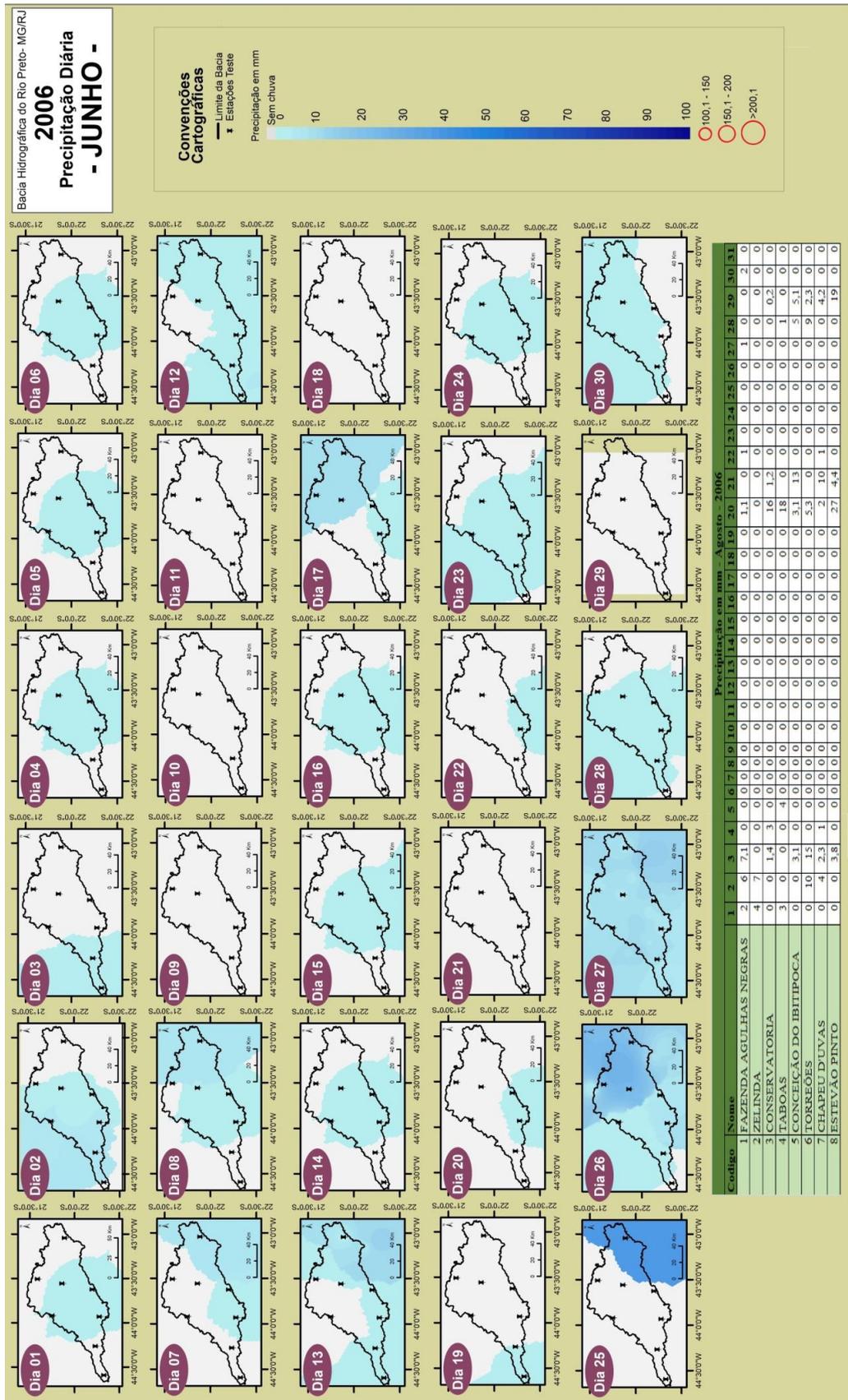
Orgão:
 Laboratório de Climatologia de Análise Ambiental - LabCAA/UFJF
 Laboratório de Estudos da Paisagem - LABEPI/UFJF

LabCAA
 Laboratório de Climatologia de Análise Ambiental

Data:
 Outubro de 2015.
Autor: OLIVEIRA, D.E.;
Orientador: FERREIRA, C.C.M.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
 C A P E S

Prancha 8: Precipitação Diária: maio– 2006.



INFORMAÇÕES CARTOGRÁFICAS

Sistema de Coordenadas: SIRGAS2000
Escala Numérica: 1:4.446.959

Orgão: Laboratório de Climatologia de Análise Ambiental - LabCAA/UFJF
 Laboratório de Estudos da Paisagem - LABEPI/UFJF

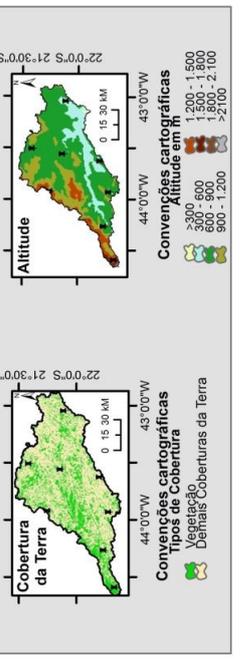
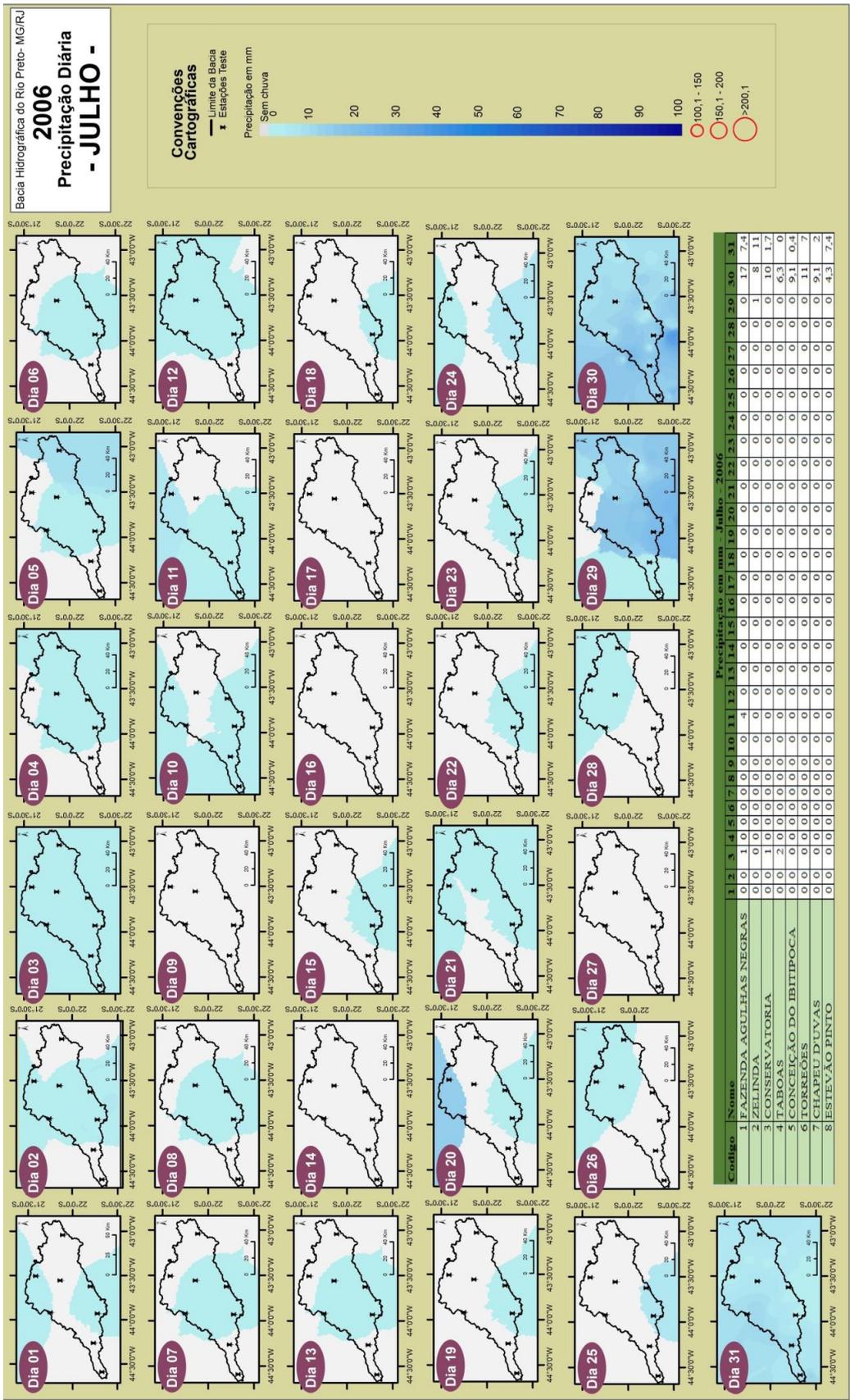
Fonte: Hidroweb da Agência Nacional das Águas (ANA), Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), Cartas Sinólicas da Marinha do Brasil, Fonte Encartes: imagens SRTM e LANDSAT.

Data: Outubro de 2015.
Autor: OLIVEIRA, D.E.;
Orientador: FERREIRA, C.C.M.

LabCAA
 Laboratório de Climatologia de Análise Ambiental

UFJF
 UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
 C A P E S

Prancha 9: Precipitação Diária: junho – 2006.



Informações Cartográficas

Sistema de Coordenadas: SIRGAS2000

Escala Numérica: 1:4.446.999

Orgão: Laboratório de Climatologia de Análise Ambiental - LabCAA/UFJF
Laboratório de Estudos da Paisagem - LABEPI/UFJF

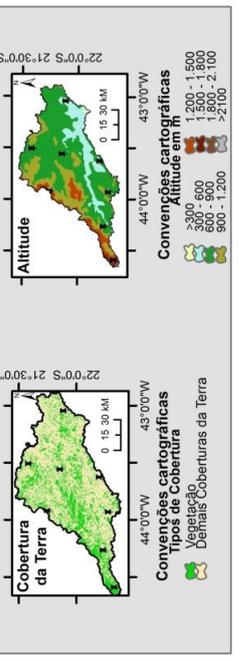
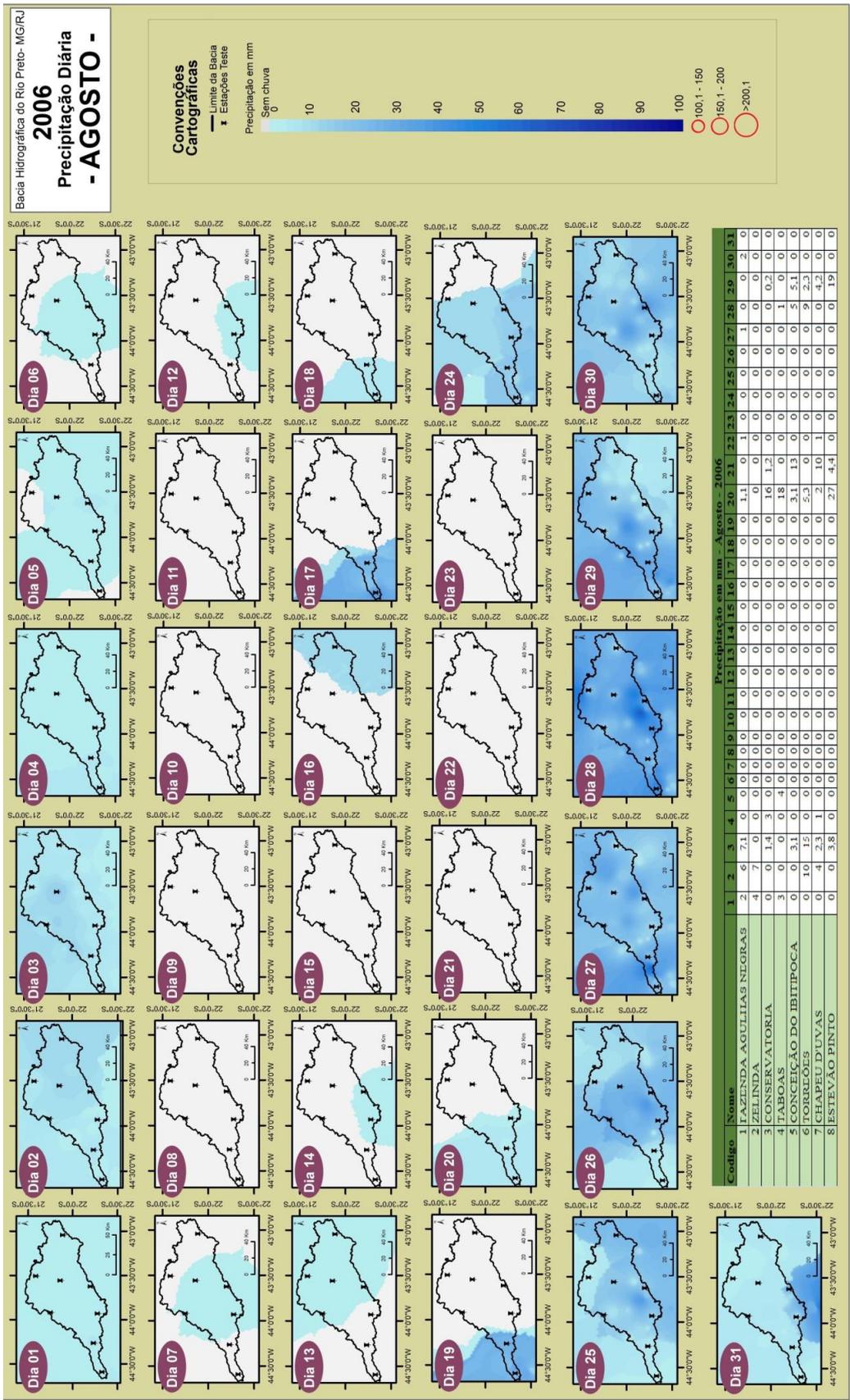
Fonte: Hidroweb da Agência Nacional das Águas (ANA), Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), Cartas Sinólicas da Marinha do Brasil, Fonte Encartes: imagens SRTM e LANDSAT.

Data: Outubro de 2015.
Autor: OLIVEIRA, D.E.;
Orientador: FERREIRA, C.C.M.

LabCAA
Laboratório de Climatologia de Análise Ambiental

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
C A P E S

Prancha 10: Precipitação Diária: julho – 2006.



Informações Cartográficas

Data: Outubro de 2015.
Autor: OLIVEIRA, D.E.;
Orientador: FERREIRA, C.C.M.

Orgão: Laboratório de Climatologia de Análise Ambiental - LabCAA/UFJF
 Laboratório de Estudos da Paisagem - LABEPI/UFJF

Fonte: Hidroweb da Agência Nacional das Águas (ANA), Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), Cartas Sinólicas da Marinha do Brasil, Fonte Encartes: imagens SRTM e LANDSAT.

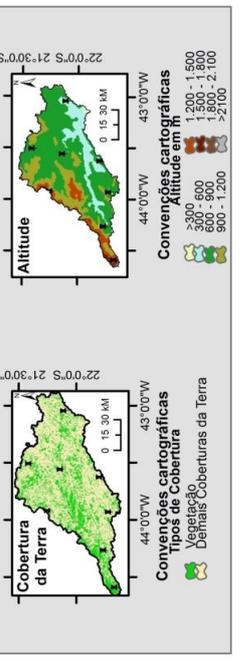
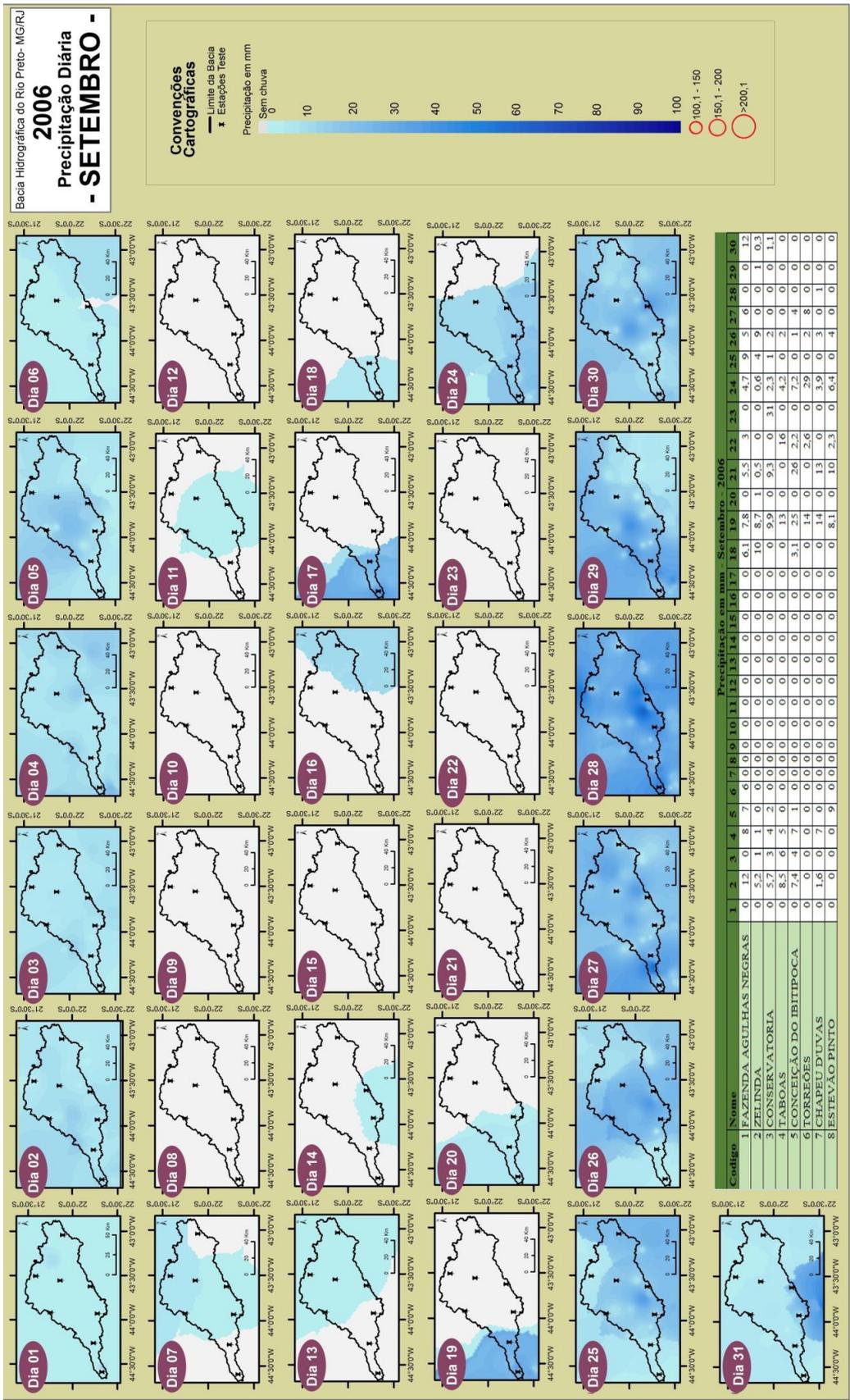
Sistema de Coordenadas: SIRGAS2000
Escala Numérica: 1:4.446.959

LabCAA
 Laboratório de Climatologia de Análise Ambiental

UFJF
 UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA

CAPE S

Prancha 11: Precipitação Diária: agosto – 2006.



INFORMAÇÕES CARTOGRÁFICAS
 Sistema de Coordenadas: SIRGAS2000
 Escala Numérica: 1:4.446.959

Fonte:
 Hidroweb da Agência Nacional das Águas (ANA),
 Instituto Nacional de Meteorologia (INMET),
 Cartas Sinólicas da Marinha do Brasil,
Fonte Encartes: imagens SRTM e LANDSAT.

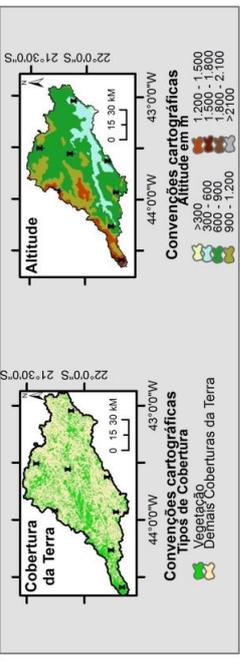
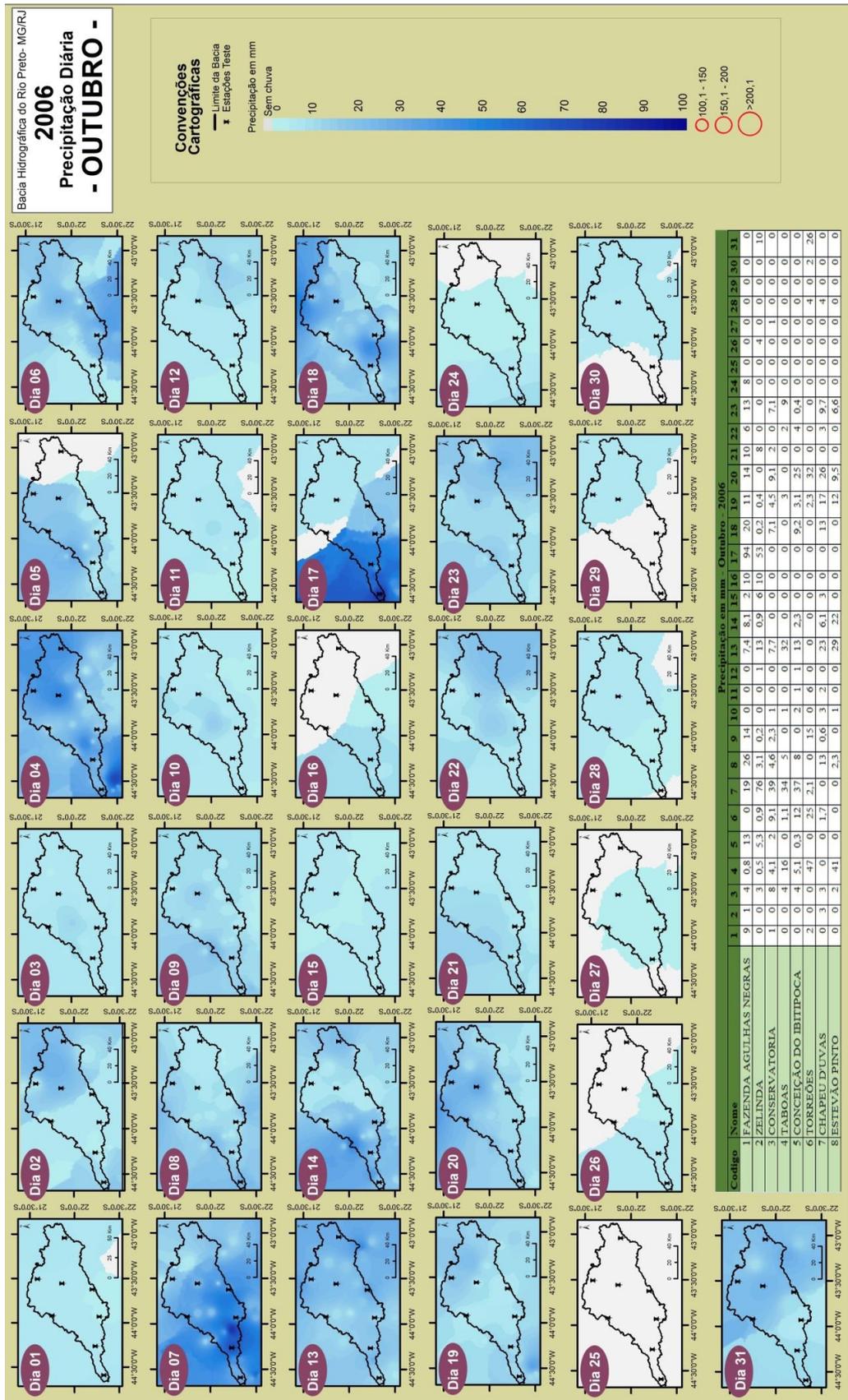
Data:
 Outubro de 2015.
Autor: OLIVEIRA, D.E.;
Orientador: FERREIRA, C.C.M.

Orgão:
 Laboratório de Climatologia de Análise Ambiental - LabCAA/UFJF
 Laboratório de Estudos da Paisagem - LABEPI/UFJF

LabCAA
 Laboratório de Climatologia de Análise Ambiental

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
 C A P E S

Prancha 12: Precipitação Diária: setembro – 2006.



Informações Cartográficas
 Sistema de Coordenadas: SIRGAS2000
 Escala Numérica: 1:4.446.959

Fonte:
 Hidroweb da Agência Nacional das Águas (ANA),
 Instituto Nacional de Meteorologia (INMET),
 Cartas Sinólicas da Marinha do Brasil,
 Fonte Encartes: imagens SRTM e LANDSAT.

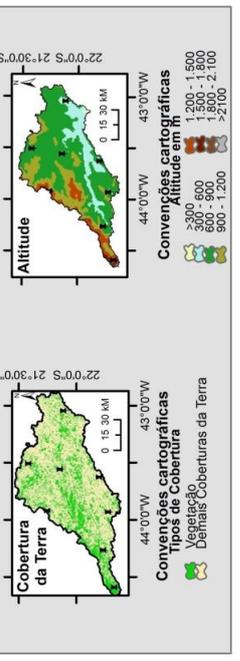
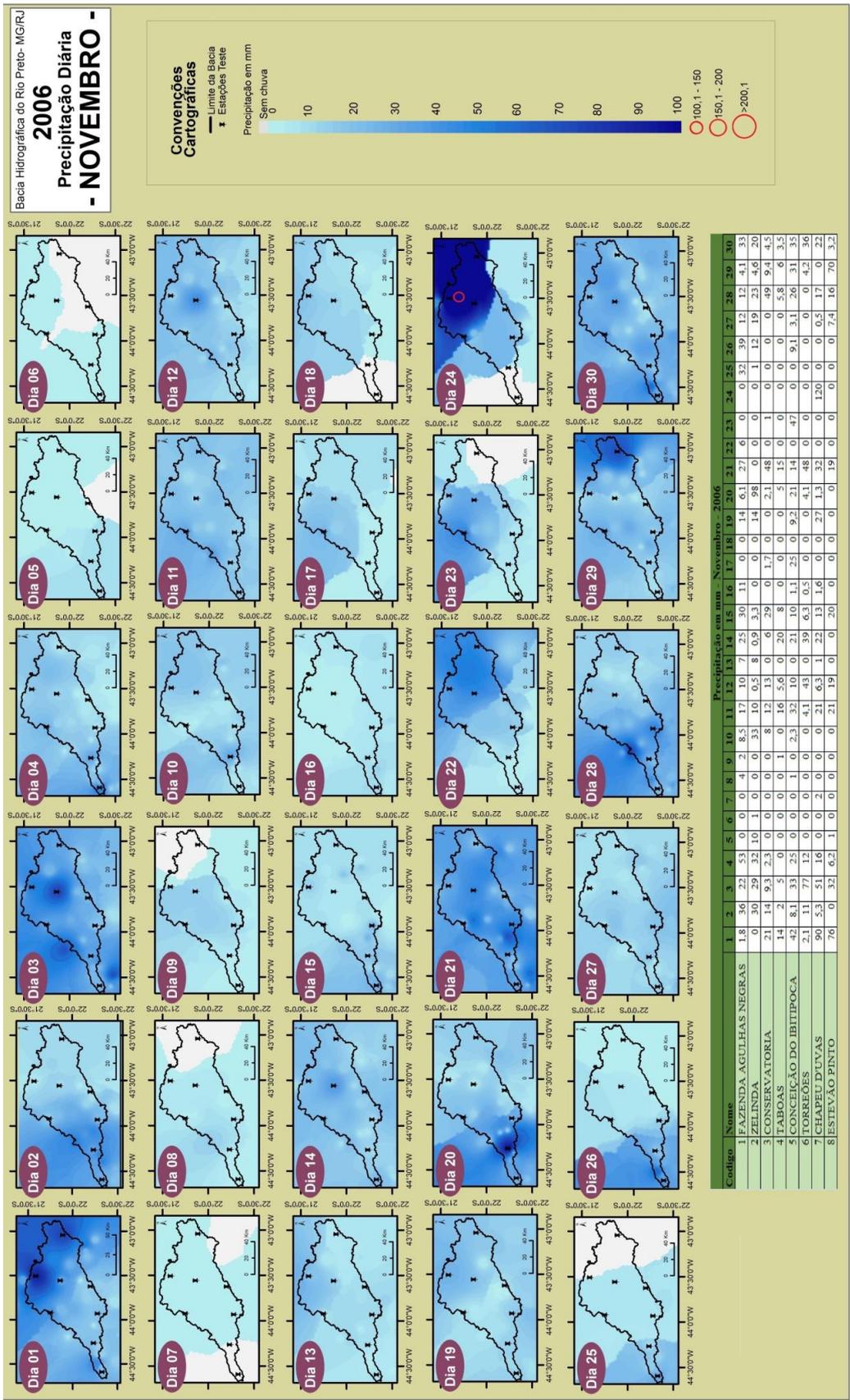
Orgão:
 Laboratório de Climatologia de Análise Ambiental - LabCAA/UFJF
 Laboratório de Estudos da Paisagem - LABEPI/UFJF

Data:
 Outubro de 2015.
Autor: OLIVEIRA, D.E.;
Orientador: FERREIRA, C.C.M.

LabCAA
 Laboratório de Climatologia de Análise Ambiental

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
 C.A.P.E.S.

Prancha 13: Precipitação Diária: outubro – 2006.



INFORMAÇÕES CARTOGRÁFICAS
 Sistema de Coordenadas: SIRGAS2000
 Escala Numérica: 1:4.446.999

Fonte:
 Hidroweb da Agência Nacional das Águas (ANA),
 Instituto Nacional de Meteorologia (INMET),
 Cartas Sinólicas da Marinha do Brasil,
Fonte Encartes: imagens SRTM e LANDSAT.

Data:
 Outubro de 2015.
Autor: OLIVEIRA, D.E.;
Orientador: FERREIRA, C.C.M.

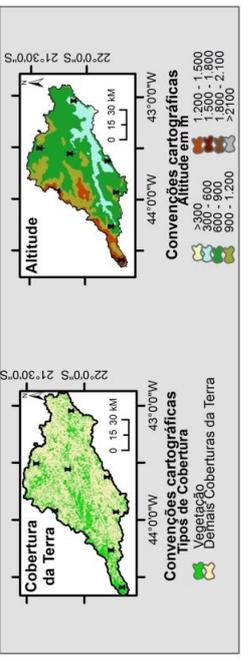
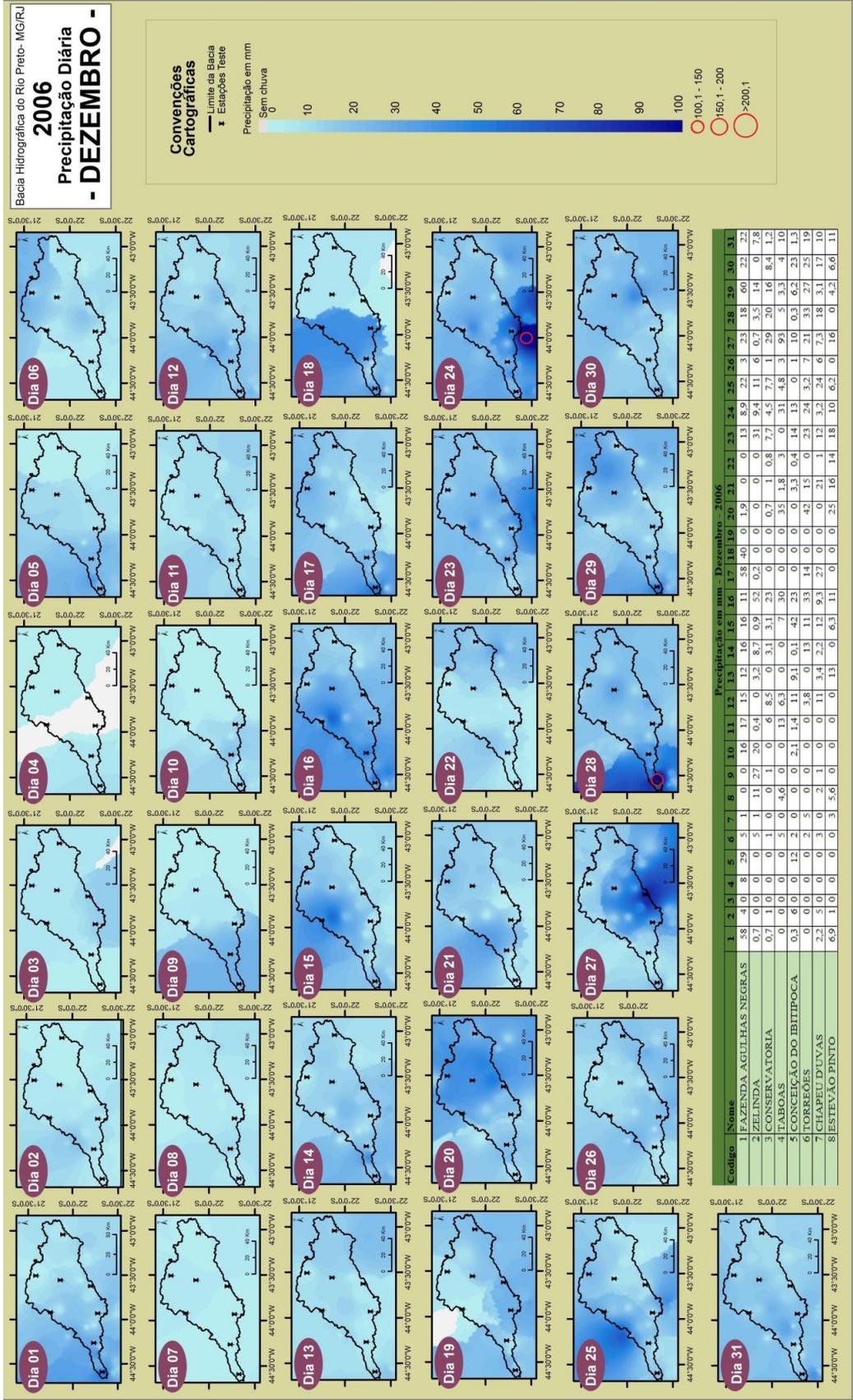
Orgão:
 Laboratório de Climatologia de Análise Ambiental - LabCAA/UFJF
 Laboratório de Estudos da Paisagem - LABEPI/UFJF

LabCAA
 Laboratório de Climatologia de Análise Ambiental

UFJF
 UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA

CAPES

Prancha 14: Precipitação Diária: novembro – 2006.



Informações Cartográficas
 Sistema de Coordenadas: SIRGAS2000
 Escala Numérica: 1:4.446.959

Fonte:
 Hidroweb da Agência Nacional das Águas (ANA),
 Instituto Nacional de Meteorologia (INMET),
 Cartas Sinólicas da Marinha do Brasil,
 Fonte Encartes: imagens SRTM e LANDSAT.

Orgão:
 Laboratório de Climatologia de Análise Ambiental - LabCAA/UFJF
 Laboratório de Estudos da Paisagem - LABEPI/UFJF

Data:
 Outubro de 2015.
Autor: OLIVEIRA, D.E.;
Orientador: FERREIRA, C.C.M.

LabCAA
 Laboratório de Climatologia de Análise Ambiental

UFJF
 UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
 C.A.P.E.S.

Prancha 15: Precipitação Diária: dezembro – 2006.

Em outubro de 2006 (prancha 13) já se observa novamente a presença da ZCAS, a qual foi formada por um forte sistema frontal que agiu no Brasil. Esta, atuou entre os dias 18, 19 e 20, dias nos quais foram registrados máximos respectivos de 52,6 mm, 35,1mm e 45,2 mm. Dada a presença de centros de baixa pressão nas mesmas, pode-se dizer que as chuvas registradas no Sul da bacia, as quais se comportam como chuvas frontais, estão atreladas à presença da ZCAS. No dia 17, onde foi registrado 94,2mm na estação de Fazenda das Agulhas Negras.

O mês de novembro (prancha 14) teve valores médios de precipitação girando em torno dos 45,72 mm, o maior volume registrado foi no dia 24 em Chapéu D'Uvas, com 119,7 mm.

Também os dias 2, 3, 4, 20, 21, 26, 28 e 29 e 30, apresentaram em algum pontos, totais de precipitação superiores aos 50mm/dia. No entanto nestes dias houve atuação de sistemas diversos (da mTa, da mPa, de frentes e da ZCAS). Buscando na literatura, constatou-se que esse mês apresentou para várias localizações do Sudeste, elevados totais e precipitação (BOLETIM CLIMANÁLISE, Novembro de 2006).

O mês de dezembro (prancha 15) apresentou dois dias onde os valores de precipitação foram superiores aos 100mm. O dia 24 de dezembro de 2006 apresentou um total de precipitação de 137,7mm em Vargem Alegre e o dia 28 registrou um total de 119,2mm. No gráfico do ritmo tais dias estão sob atuação da mTa e da mPa, respectivamente, mas se pegarmos as cartas sinóticas destes e dos dias anteriores, constata-se que o dia 23 e no dia 29, estava sob atuação uma LI e que no dia 24 havia uma frente oclusa a Sudeste da bacia do Rio Preto, de modo que pode estar sendo os sistemas frontais e a instabilidade atmosférica, os responsáveis por tal elevado valor encontrado.

O ano de 2007, que foi um ano considerado seco apresentou um mês de janeiro (prancha 16) bastante chuvoso (prancha 2). Os dias 2, 3, 4, 5, 16, 17 e 22 estavam sob a atuação da Zona de Convergência do Atlântico Sul e nesses dias foram registrados elevados totais de precipitação paa quase todas os postos pluviométricos. No dia 4 foi registrado 96,8mm na estação localizada em Santos Dumont e no dia 16, também na estação de Santos Dumont, 93,8mm foram registrados. Em Resende, no dia 22 de janeiro foi registrado 115mm.

Nos dias 10 e 18 a presença da LI pode ser o que justifica os elevados totais de precipitação registrados, 141,4mm em Torreões e 64mm em Bom Jardim de Minas, respectivamente

Nesse mês também os dias sob a atuação da mTa, da mPa e dos sistemas frontais, apresentaram elevados totais diários de precipitação. Buscando na literatura, constata-se

que janeiro de 2007, foi classificado como estando entre os cinco mais chuvosos dos últimos 46 anos, também em outras localidades das regiões Sudeste e Centro-Oeste do Brasil (BOLETIM CLIMANÁLISE, Janeiro de 2007). Neste mês já se observa o enfraquecimento do episódio do El Niño (BOLETIM CLIMANÁLISE, Janeiro de 2007).

Em termos de repercussão na sociedade, foram encontrados em diversos meios midiáticos, reportagens sobre o que as chuvas dos dias entre 5 e 25, trouxeram de transtorno para a população (prancha 2).

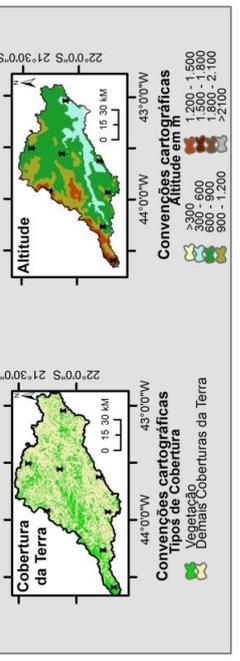
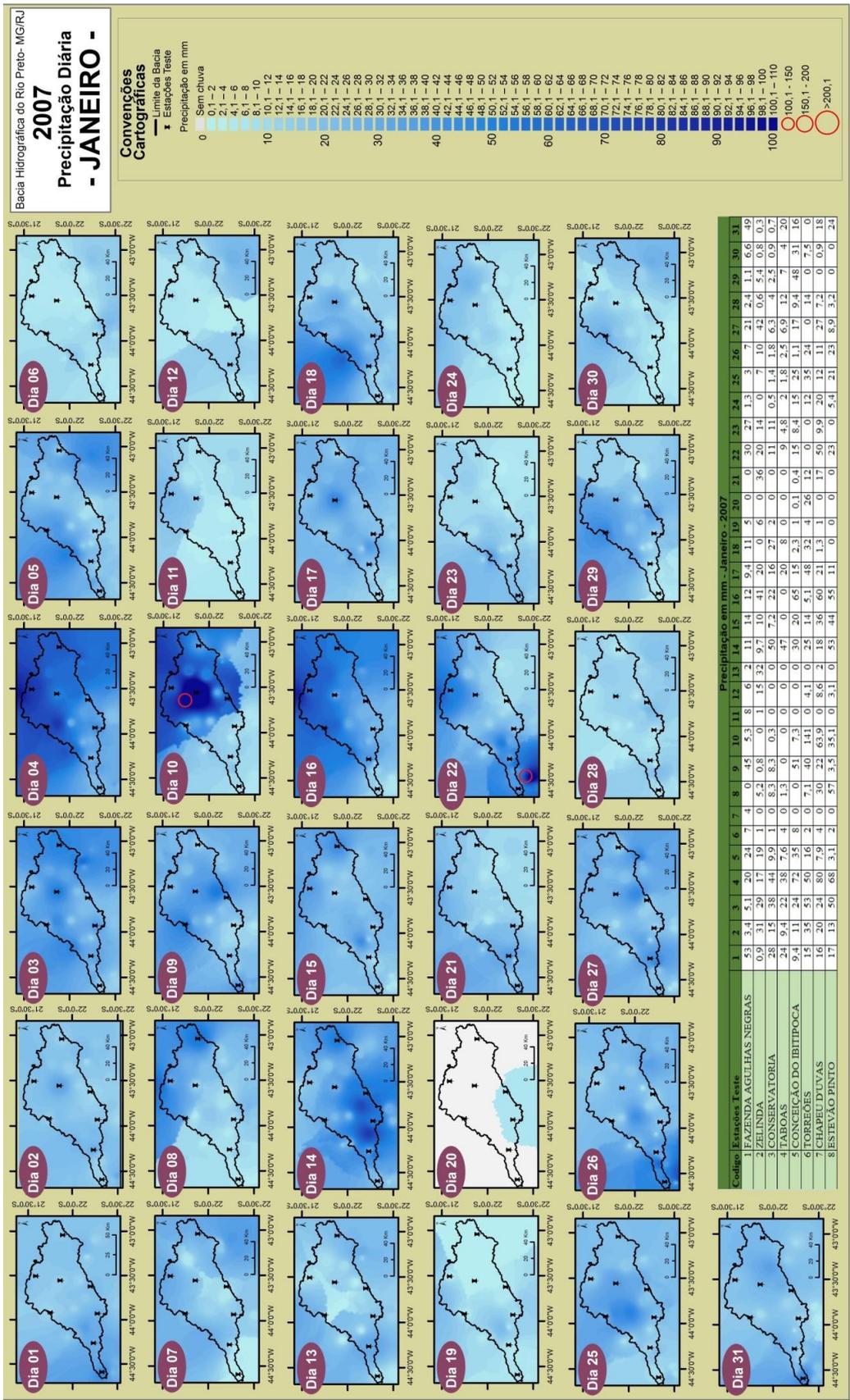
A primeira quinzena de fevereiro (prancha 17) de 2007 também foi marcada pela presença de chuvas. Nesta é marcante a atuação da ZCAS e das LI. Neste mês não foram encontrados totais tão elevados de precipitação (se comparado ao mês anterior), sendo o máximo registrado para o mês registrado no dia 12, 83,6mm em Vargem Alegre. Em termos de distribuição espacial destas chuvas, constata-se uma chegada e atuação da frente fria no dia 11 de fevereiro, e no dia 12 uma maior homogeneidade nas chuvas para a bacia.

A partir do dia 17 de fevereiro e indo até 19 de março (prancha 18), constata-se a atuação da mTa, a qual apresentou temperaturas elevadas e baixos valores de umidade (BOLETIM CLIMANÁLISE, Março de 2007), de modo que as poucas chuvas que ocorreram nesses dias, são basicamente chuvas convectivas. Vale ressaltar que não houve precipitação na primeira quinzena de março. A partir do dia 20 a chegada de frente e os movimentos de convecção do ar, fizeram com que houvesse precipitação na área de estudo.

Os sistemas responsáveis pelas chuvas registradas no mês de abril (prancha 19) foram basicamente a mPa e os sistemas frontais, o que é o esperado para a estação seca da região. Os dias 5 e 6 registraram os maiores totais de precipitação do mês, 60,5mm e 63,4mm respectivamente, e estavam sob atuação da mPa.

Os meses de maio a agosto (pranchas 20, 21, 22 e 23) de 2007, foram típicos de inverno, com uma redução ou quase inexistência de precipitações. Estas, quando aconteceram estiveram relacionadas aos sistemas frontais e à mPa. Mas há que se destacar que mesmo sendo um ano considerado seco, apresentou um inverno similar ao ano anterior, em termos de totais diários de precipitação.

A estação chuvosa se iniciou no final de setembro (prancha 24), mas as precipitações foram reduzidas neste mês. Apenas os dias 23 e 24, que foram dias onde se vê a passagem de um sistema frontal, é que se observa valores elevados de precipitação, os quais chegaram a 53,3 mm e 48,9mm em Zelinda, nos respectivos dias. Nos demais



Informações Cartográficas
 Sistema de Coordenadas: SIRGAS2000
 Escala Numérica: 1:4.446.959

Orgão:
 Laboratório de Climatologia de Análise Ambiental - LabCAA/UFJF
 Laboratório de Estudos da Paisagem - LABEPI/UFJF

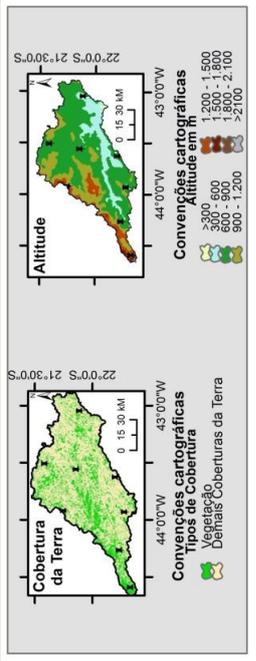
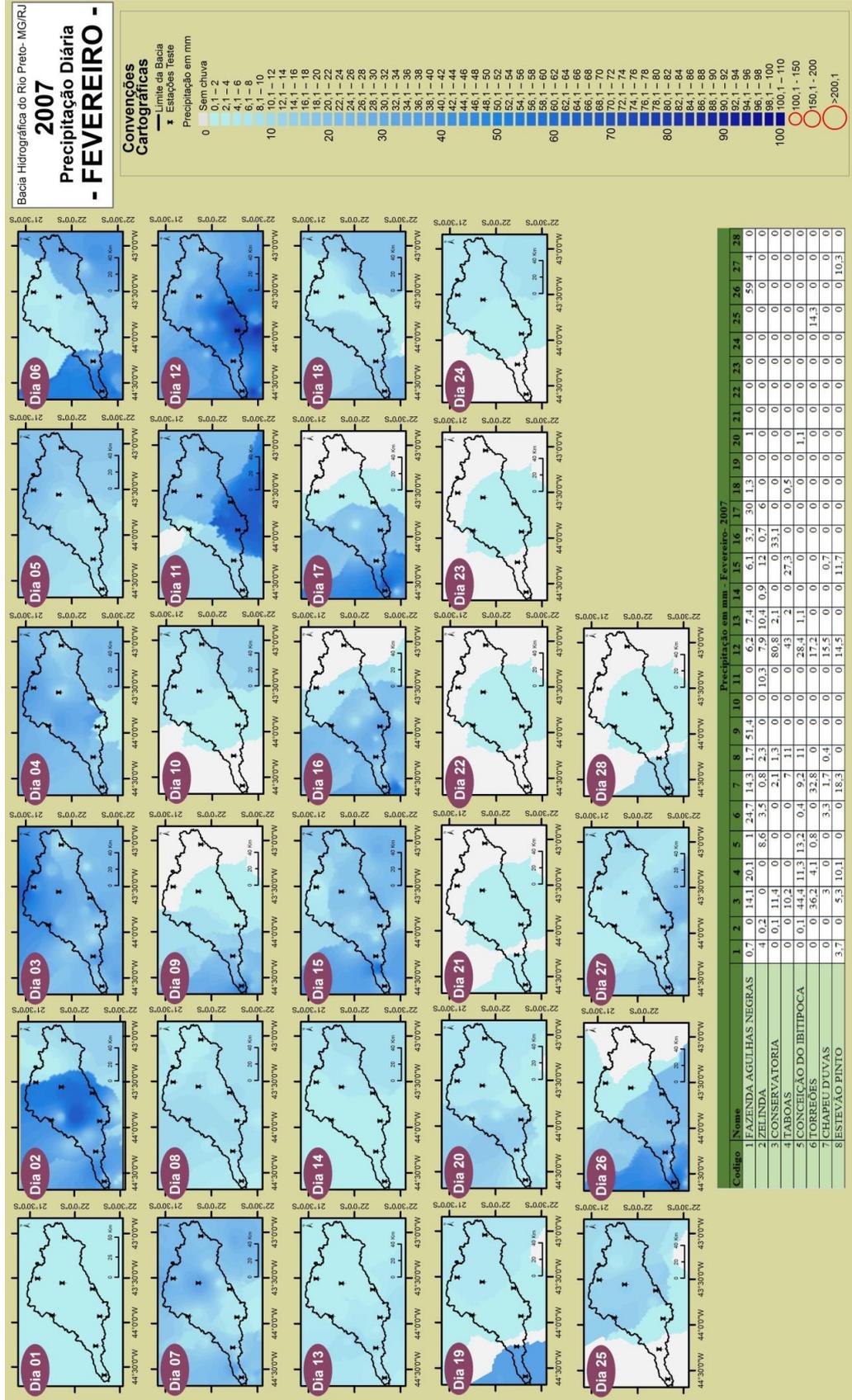
Fonte:
 Hidroweb da Agência Nacional das Águas (ANA),
 Instituto Nacional de Meteorologia (INMET),
 Cartas Sinólicas da Marinha do Brasil,
 Fonte Encartes: imagens SRTM e LANDSAT.

Data:
 Outubro de 2015.
Autor: OLIVEIRA, D.E.;
Orientador: FERREIRA, C.C.M.

LabCAA
 Laboratório de Climatologia e Análise Ambiental

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
 C.A.P.E.S.

Prancha 16: Precipitação Diária: janeiro – 2007.



INFORMAÇÕES CARTOGRÁFICAS

Sistema de Coordenadas: SIRGAS2000

Escala Numérica: 1:4.446.959

Data: Outubro de 2015.

Autor: OLIVEIRA, D.E.

Orientador: FERREIRA, C.C.M.

Orgão:

Laboratório de Climatologia de Análise Ambiental - LabCAA/UFJF

Laboratório de Estudos da Paisagem - LABEPI/UFJF

LabCAA

Laboratório de Climatologia de Análise Ambiental

Fonte:

Hidroweb da Agência Nacional das Águas (ANA),

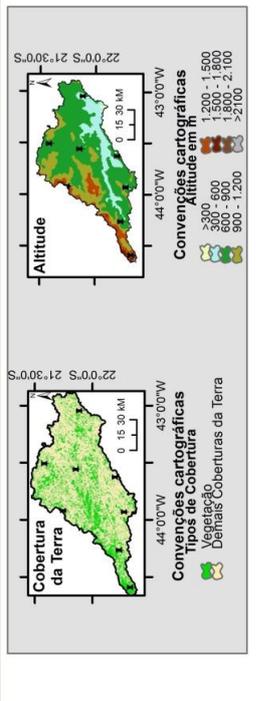
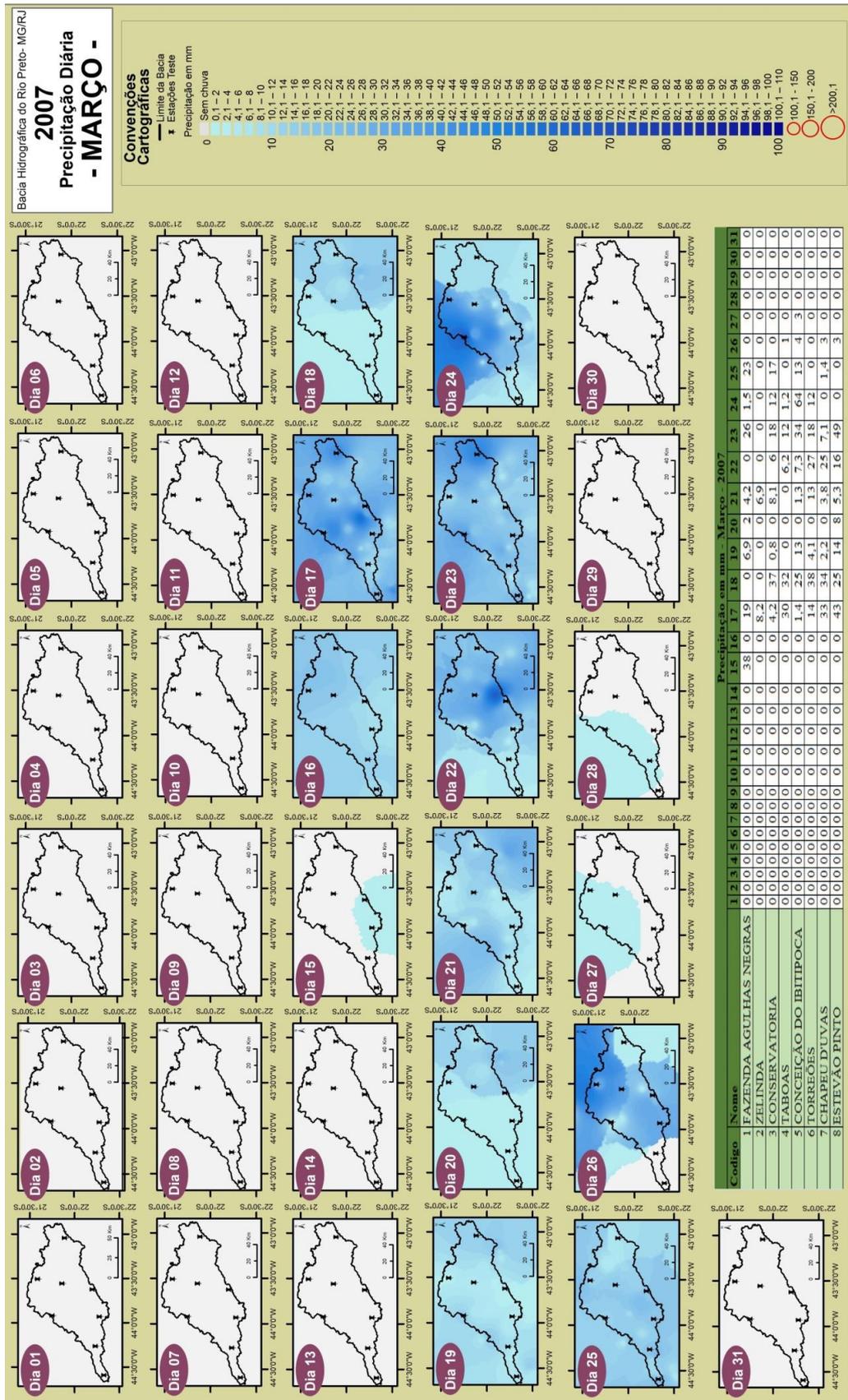
Instituto Nacional de Meteorologia (INMET),

Cartas Sinólicas da Marinha do Brasil,

Fonte Encartes: imagens SRTM e LANDSAT.



Prancha 17: Precipitação Diária: fevereiro – 2007.



INFORMAÇÕES CARTOGRÁFICAS

Sistema de Coordenadas: SIRGAS2000
Escala Numérica: 1:4.446.999

Data: Outubro de 2015.
Autor: OLIVEIRA, D.E.;
Orientador: FERREIRA, C.C.M.

Orgão: Laboratório de Climatologia de Análise Ambiental - LabCAA/UFJF
Laboratório de Estudos da Paisagem - LABEPUJF

Fonte: Hidroweb da Agência Nacional das Águas (ANA),
Instituto Nacional de Meteorologia (INMET),
Cartas Sinólicas da Marinha do Brasil,
Fonte Encartes: imagens SRTM e LANDSAT.

LabCAA
Laboratório de Climatologia e Análise Ambiental
UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA

Prancha 18: Precipitação Diária: março – 2007.

Bacia Hidrográfica do Rio Preto- MGRU

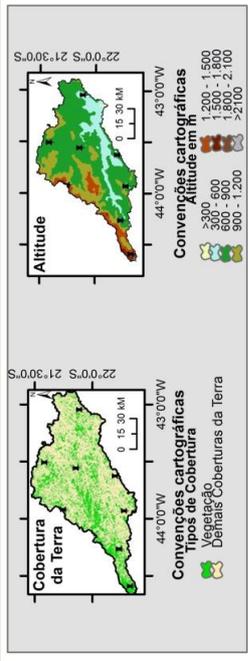
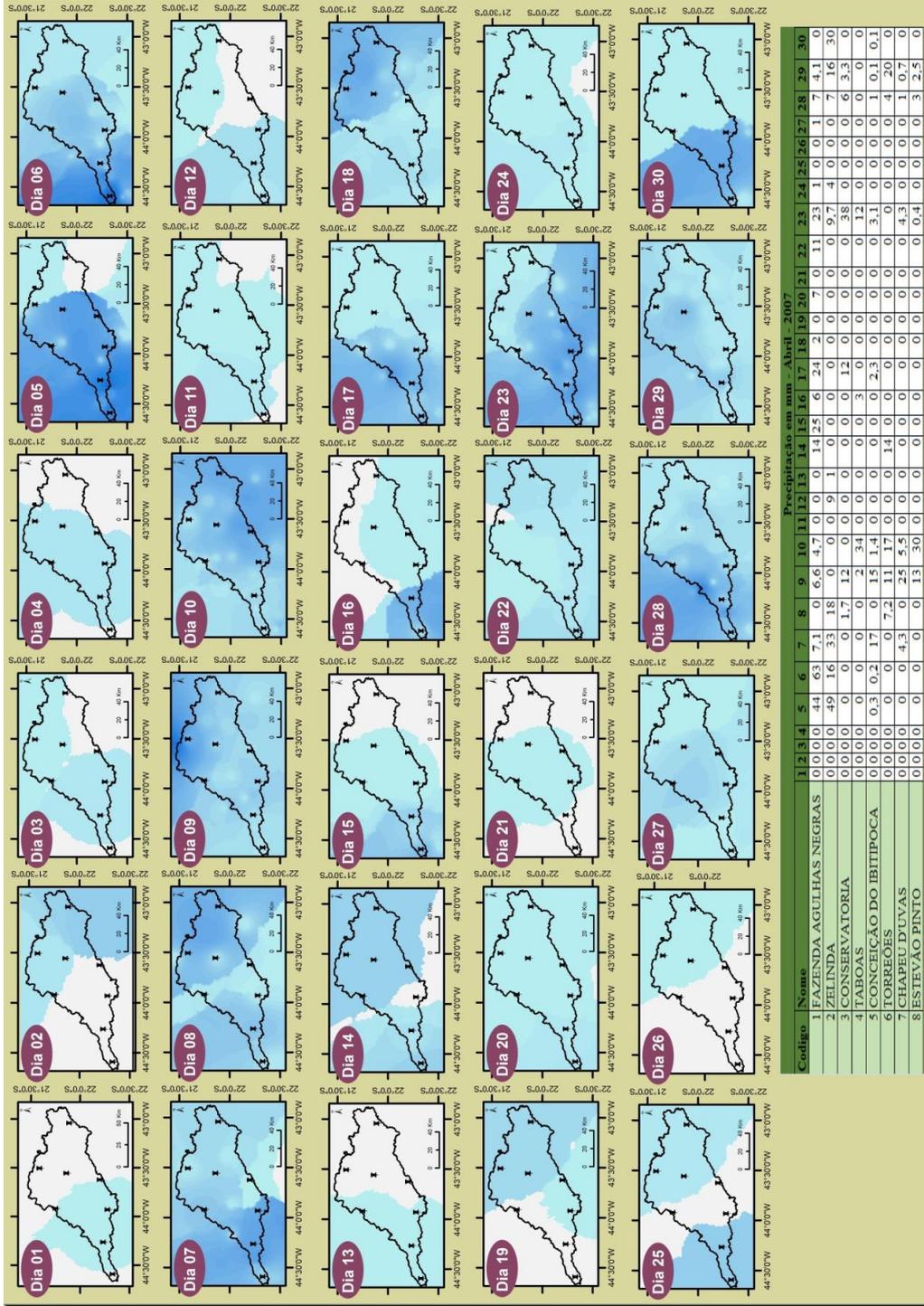
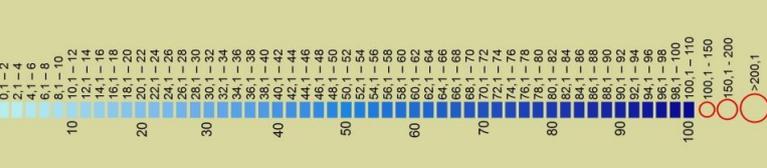
2007

Precipitação Diária

- ABRIL -

Convenções Cartográficas

- Limite da Bacia
- * Estações Teste
- Precipitação em mm
- 0 Sem chuva



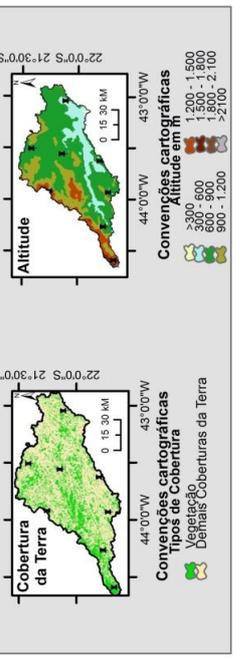
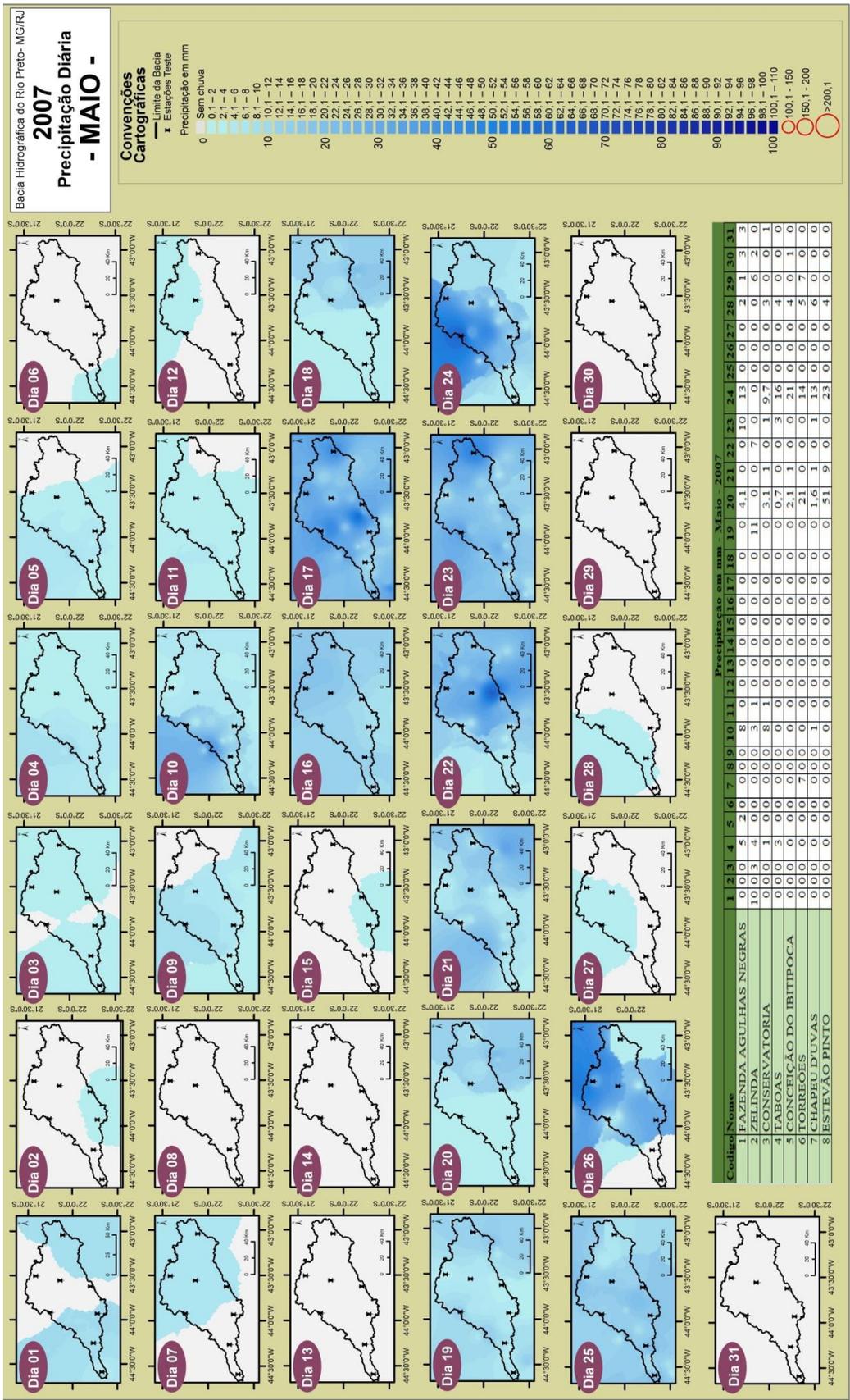
INFORMAÇÕES CARTOGRÁFICAS
Sistema de Coordenadas: SIRGAS2000
Escala Numérica: 1:4.446.959

Fonte:
Hidroweb da Agência Nacional das Águas (ANA),
Instituto Nacional de Meteorologia (INMET),
Cartas Sinólicas da Marinha do Brasil,
Fonte Encartes: imagens SRTM e LANDSAT.

Data:
Outubro de 2015.
Autor: OLIVEIRA, D.E.
Orientador: FERREIRA, C.C.M.

Orgão:
Laboratório de Climatologia e Análise Ambiental - LabCAA/UFJF
Laboratório de Estudos da Paisagem - LABEPU/UFJF

Prancha 19: Precipitação Diária: abril – 2007.



INFORMAÇÕES CARTOGRÁFICAS
 Sistema de Coordenadas: SIRGAS2000
 Escala Numérica: 1:4.446.999

Fonte:
 Hidroweb da Agência Nacional das Águas (ANA),
 Instituto Nacional de Meteorologia (INMET),
 Cartas Sinólicas da Marinha do Brasil,
 Fonte Encartes: imagens SRTM e LANDSAT.

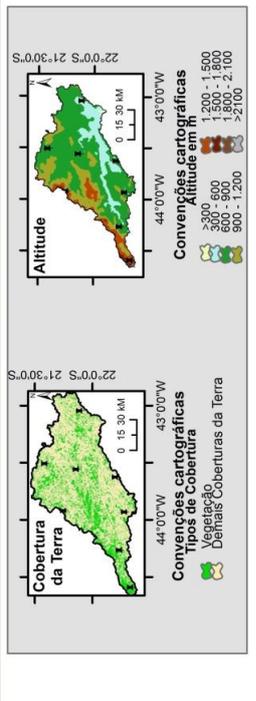
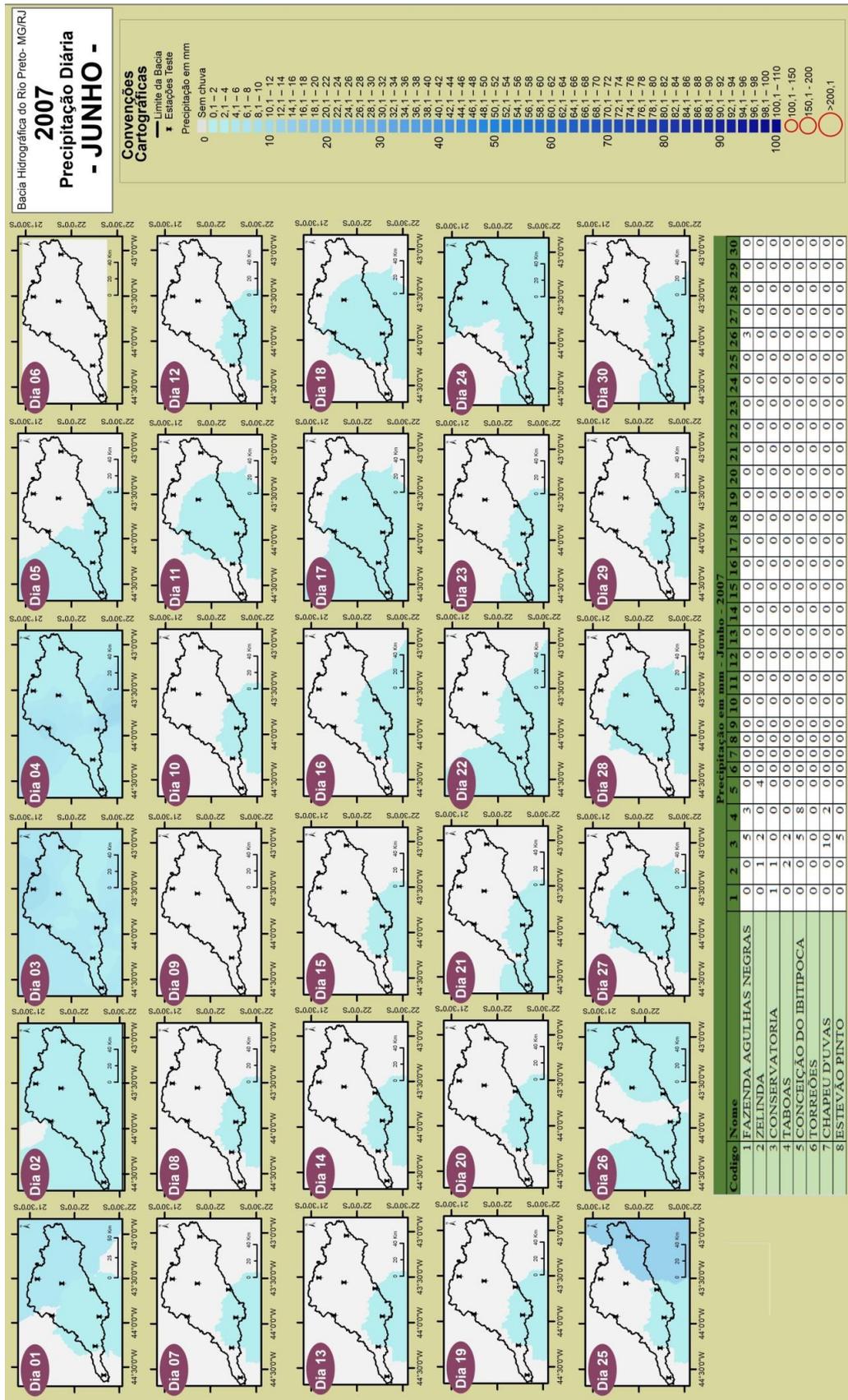
Data:
 Outubro de 2015.
Autor: OLIVEIRA, D.E.;
Orientador: FERREIRA, C.C.M.

Orgão:
 Laboratório de Climatologia de Análise Ambiental - LabCAA/UFJF
 Laboratório de Estudos da Paisagem - LABEPI/UFJF

LabCAA
 Laboratório de Climatologia e Análise Ambiental

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
 C.A.P.E.S.

Prancha 20: Precipitação Diária: maio – 2007.



Informações Cartográficas

Sistema de Coordenadas: SIRGAS2000
Escala Numérica: 1:4.446.959

Orgão:
Laboratório de Climatologia de Análise Ambiental - LabCAA/UFJF
Laboratório de Estudos da Paisagem - LABEPI/UFJF

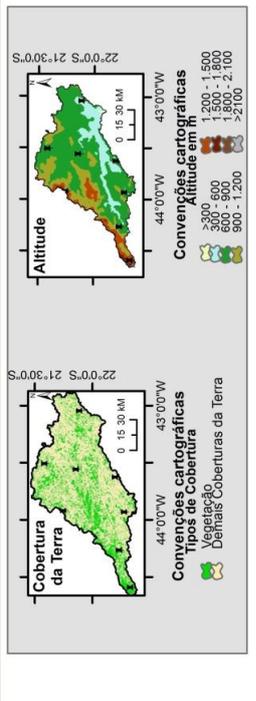
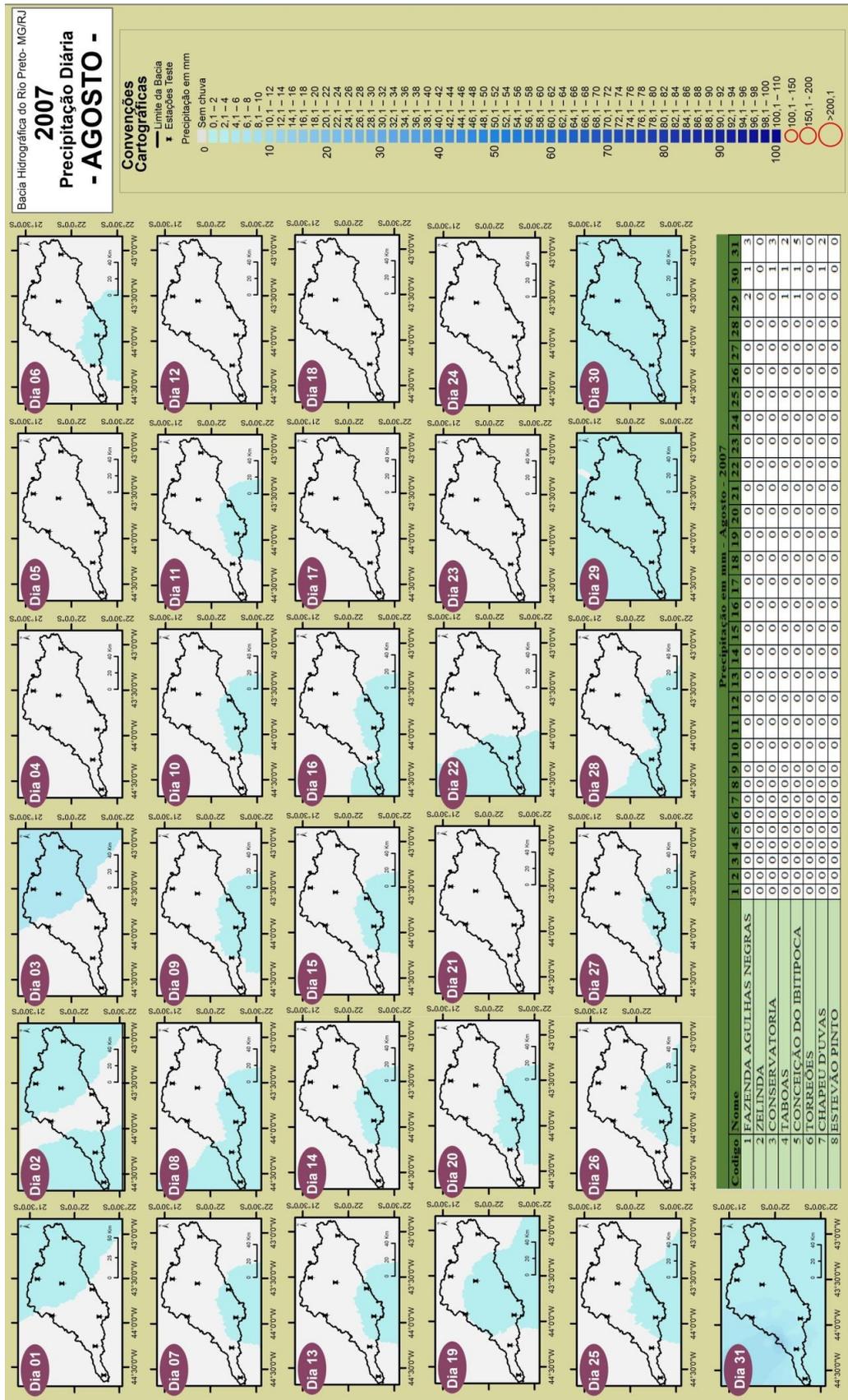
Fonte:
Hidroweb da Agência Nacional das Águas (ANA),
Instituto Nacional de Meteorologia (INMET),
Cartas Sinólicas da Marinha do Brasil,
Fonte Encartes: imagens SRTM e LANDSAT.

Data:
Outubro de 2015.
Autor: OLIVEIRA, D.E.;
Orientador: FERREIRA, C.C.M.

LabCAA
Laboratório de Climatologia de Análise Ambiental

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
C.A.P.E.S.

Prancha 21: Precipitação Diária: junho – 2007.



INFORMAÇÕES CARTOGRÁFICAS
 Sistema de Coordenadas: SIRGAS2000
 Escala Numérica: 1:4.446.999

Orgão:
 Laboratório de Climatologia de Análise Ambiental - LabCAA/UFJF
 Laboratório de Estudos da Paisagem - LABEPI/UFJF

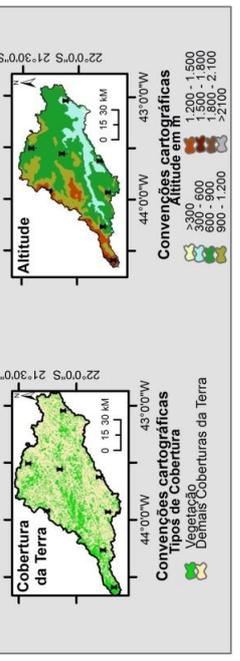
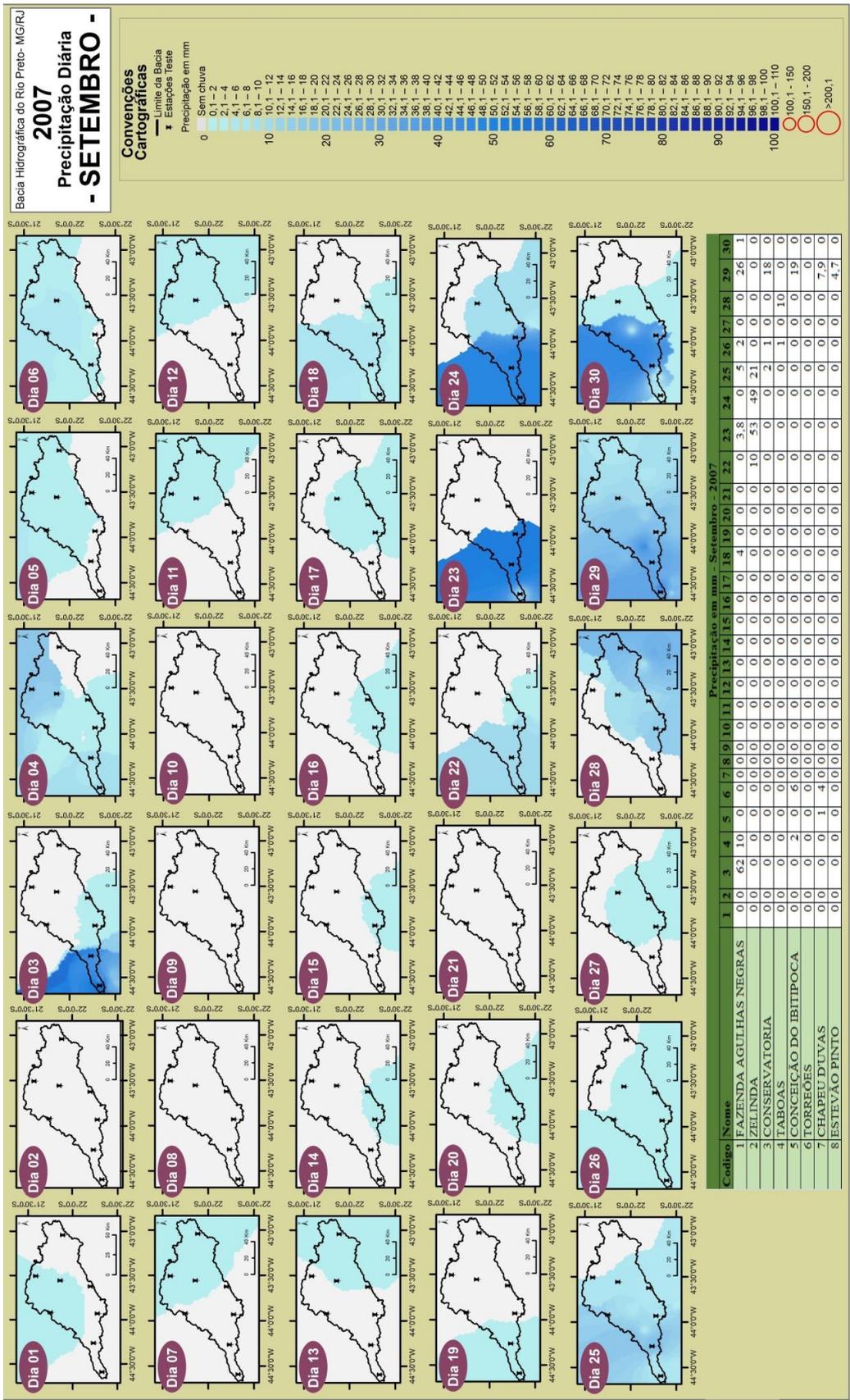
Fonte:
 Hidroweb da Agência Nacional das Águas (ANA),
 Instituto Nacional de Meteorologia (INMET),
 Cartas Sinólicas da Marinha do Brasil,
 Fonte Encartes: imagens SRTM e LANDSAT.

Data:
 Outubro de 2015.
Autor: OLIVEIRA, D.E.;
Orientador: FERREIRA, C.C.M.

LabCAA
 Laboratório de Climatologia de Análise Ambiental

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
 CAPES

Prancha 23: Precipitação Diária: agosto – 2007.



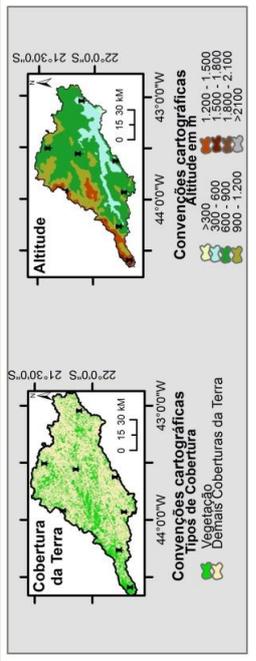
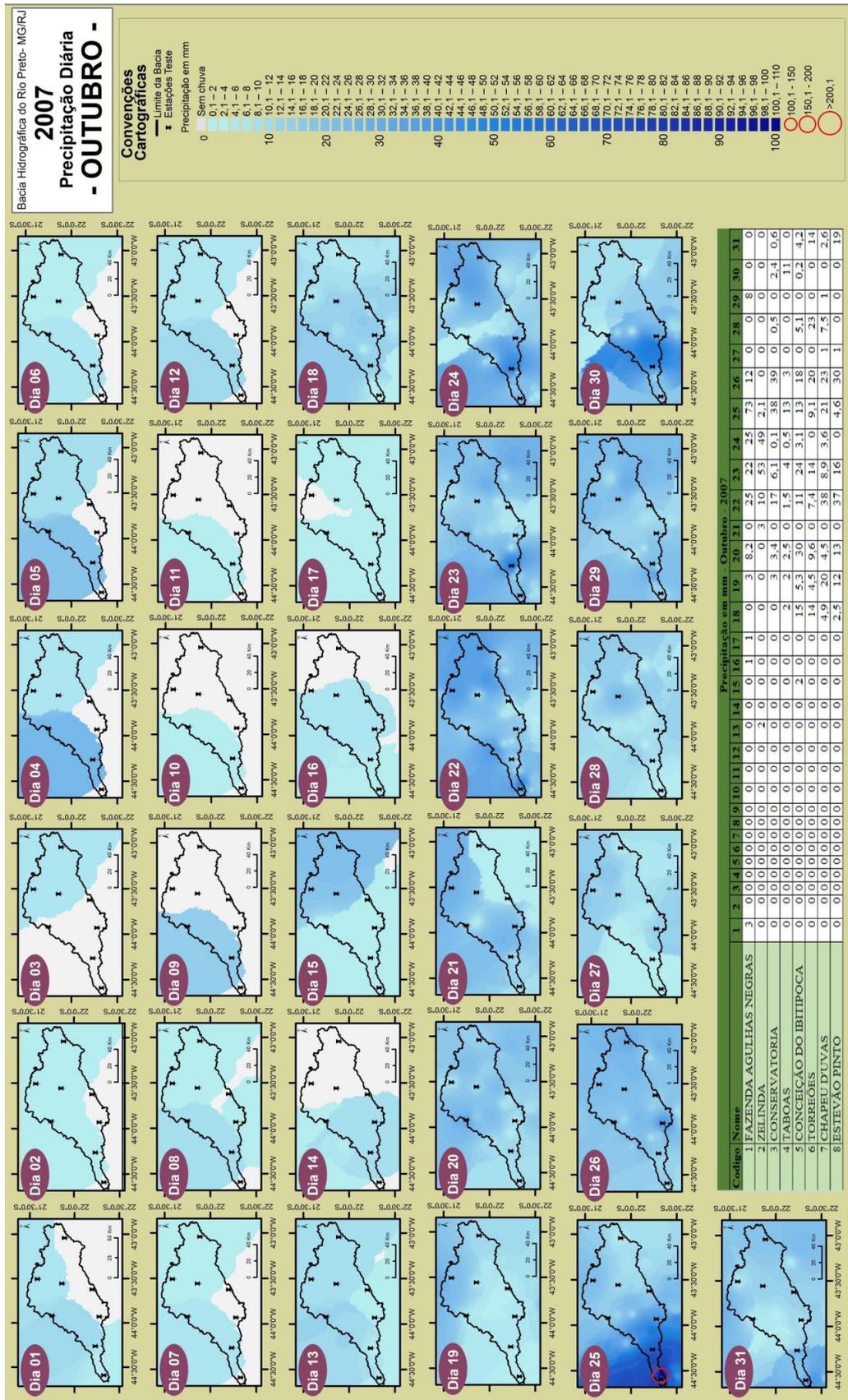
INFORMAÇÕES CARTOGRÁFICAS
Sistema de Coordenadas: SIRGAS2000
Escala Numérica: 1:4.446.959

Fonte:
Hidroweb da Agência Nacional das Águas (ANA),
Instituto Nacional de Meteorologia (INMET),
Cartas Sinólicas da Marinha do Brasil,
Fonte Encartes: imagens SRTM e LANDSAT.

Data:
Outubro de 2015.
Autor: OLIVEIRA, D.E.;
Orientador: FERREIRA, C.C.M.

Orgão:
Laboratório de Climatologia de Análise Ambiental - LabCAA/UFJF
Laboratório de Estudos da Paisagem - LABEPI/UFJF

Prancha 24: Precipitação Diária: setembro – 2007.



INFORMAÇÕES CARTOGRÁFICAS

Sistema de Coordenadas: SIRGAS2000

Escala Numérica: 1:4.446.959

Orgão:
Laboratório de Climatologia de Análise Ambiental - LabCAA/UFJF
Laboratório de Estudos da Paisagem - LABEPUJF

Fonte:
Hidroweb da Agência Nacional das Águas (ANA),
Instituto Nacional de Meteorologia (INMET),
Cartas Sinólicas da Marinha do Brasil,
Fonte Encartes: imagens SRTM e LANDSAT.

Data:
Outubro de 2015.

Autor: OLIVEIRA, D.E.;
Orientador: FERREIRA, C.C.M.

LabCAA
Laboratório de Climatologia de Análise Ambiental

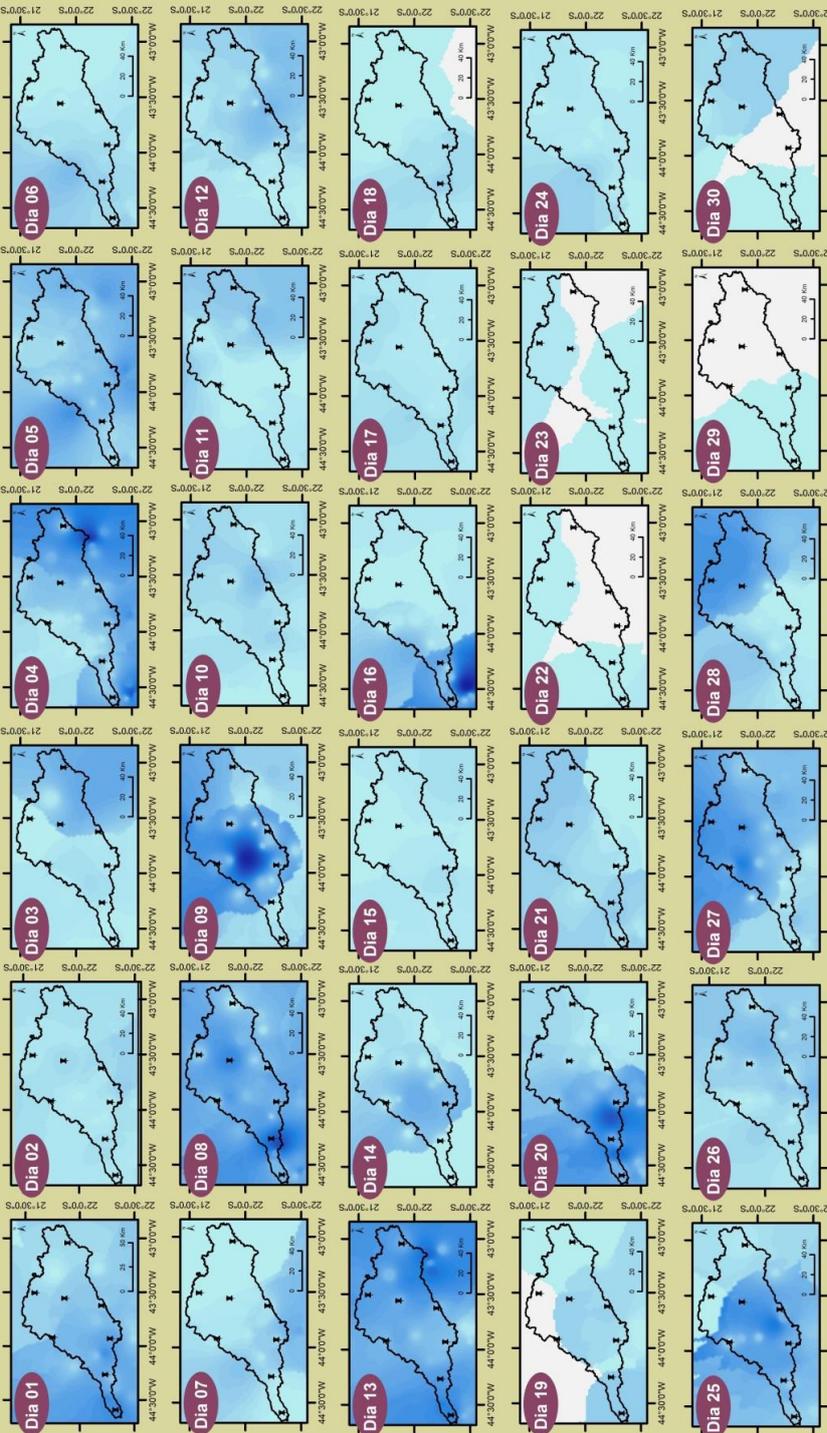
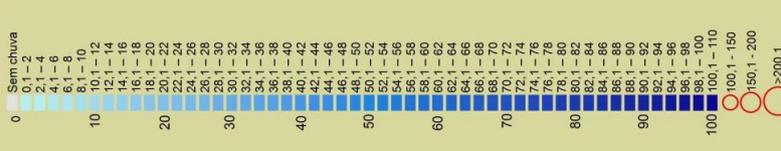
UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA

Prancha 25: Precipitação Diária: outubro – 2007.

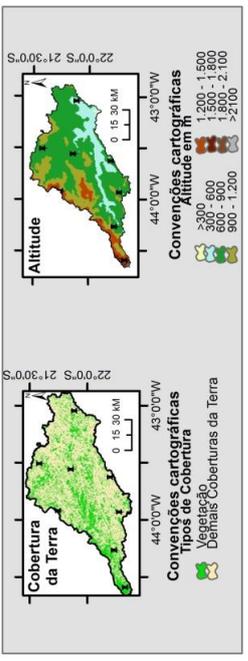
2007 Precipitação Diária - NOVEMBRO -

Convenções Cartográficas

— Limite da Bacia
x Estações Teste
Precipitação em mm



Code	Name	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
1	FAZENDA AGULHAS NEGRAS	46	5,7	5	9,1	6,8	10	3	2,7	0	1	8	8,1	5,0	0	14	9	6	0	20	1	4	2	0	0,3	5	6,7	10	1	1	0	
2	ZELINDA	0	0	0	0	0	0	0	0,3	3	0	3,8	1	4	0	13	0	11	0	0	2	0	0	2	0	0	3,1	0	1	0	0	
3	CONSERVATORIA	33	1,5	4	11	21	10	4	26	7	1	3,2	17	0	0	1,9	2	0	15	0	0	0	0	0	26	5	8,7	0	0	0	0	
4	TABOAS	11	0	10	13	5	4	17	7	1	2,7	9,6	1	0	2	0	5,5	0,8	0	0	2,7	5,6	4	0	0	2,7	5,6	4	0	0	0	
5	CONCEIÇÃO DO IBIPOICA	0	0	1,1	6,3	5,3	1,2	28	7	4	1,2	23	3	4,2	8	1,4	0	15	15	0	0	1,1	2,7	0	0	0	0	0	0	0	0	
6	TORREÕES	0	12	0	19	3,1	2,3	0	4,7	8,4	7	0	6,4	5,1	3	0	4	2,1	0	8,4	0	0	0	0	0	3	4,1	0	0	0	0	
7	CHAPEU D'UVAS	7,2	0	0	11	1	1	3,7	25	0	3	0	3,6	2	0	1	9	0,7	0	13	17	0	0	0	0	3	9	39	0	0	0	
8	ESTEVAO PINTO	0	10	0	9,5	2,7	0	0	3,1	0	0	13	2,7	0	0	5,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,1	7	10	0	0	0



INFORMAÇÕES CARTOGRAFICAS
Sistema de Coordenadas: SIRGAS2000
Escala Numérica: 1:4.446.959

Fonte:
Hidroweb da Agência Nacional das Águas (ANA),
Instituto Nacional de Meteorologia (INMET),
Cartas Sinóticas da Marinha do Brasil.
Fonte Encartes: imagens SRTM e LANDSAT.

Data:
Outubro de 2015.
Autor: OLIVEIRA, D.E.
Orientador: FERREIRA, C.C.M.

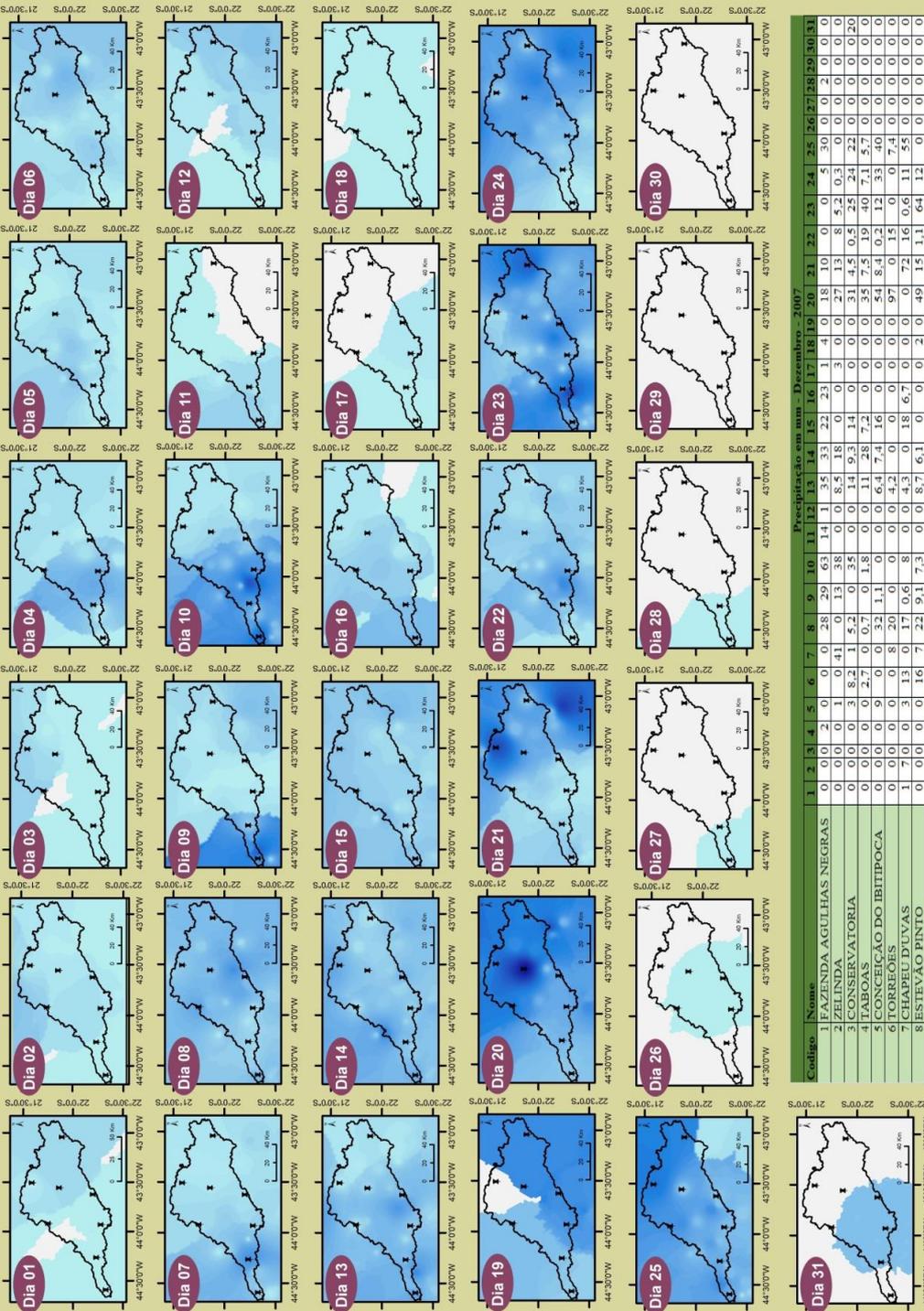
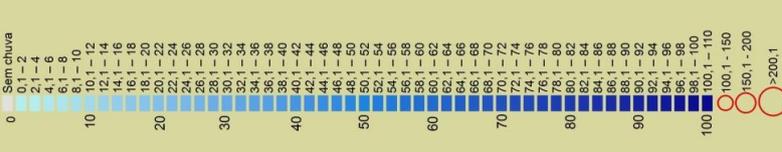
Orgão:
Laboratório de Climatologia de Análise Ambiental - LabCAA/UFJF
Laboratório de Estudos de Paisagem - LABEPI/UFJF

Prancha 26: Precipitação Diária: novembro – 2007.

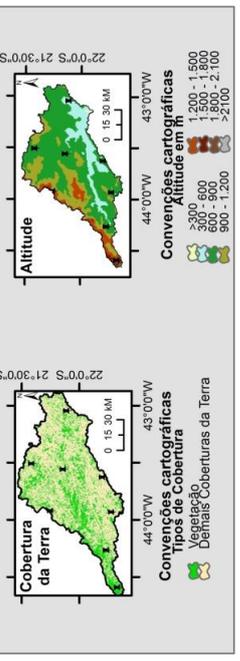
2007 Precipitação Diária - DEZEMBRO -

Convenções Cartográficas

- Limite da Bacia
- ✱ Estações Teste
- Precipitação em mm
- Sem chuva



		Precipitação em mm - Dezembro - 2007																																		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31				
Código	Nome	0	0	0	0	0	0	0	0	28	29	63	14	1	33	22	23	1	4	0	18	10	0	0	5	30	0	2	0	0	0					
1	FAZENDA AGULHAS NEGRAS	0	0	0	0	0	0	0	0	13	38	0	0	8,5	18	0	0	0	0	27	13	8	5,2	0,3	0	0	0	0	0	0	0					
2	ZELINDA	0	0	0	0	0	0	0	0	41	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
3	CONSERVATORIA	0	0	0	0	0	0	0	0	8,2	1	5,2	0	0	14	9,3	14	0	0	0	31	4,5	0,5	2,4	2,2	0	0	0	0	0	0	0				
4	FABOAS	0	0	0	0	0	0	0	0	2,7	0	0	0	0	1,8	0	0	0	0	11	28	7,2	0	0	3,5	7,5	19	40	7,1	5,7	0	0	0			
5	CONCEIÇÃO DO BITIPOCA	0	0	0	0	0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			
6	CORREIOS	0	0	0	0	0	0	0	0	3,2	1,1	0	0	0	0	6,4	7,4	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
7	CHAPEU DUVAS	0	0	0	0	0	0	0	0	8	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
8	ESTEVÃO PINTO	1	7	0	0	0	0	0	0	17	0,6	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		0	0	0	0	0	0	0	0	16	7	2,2	9,1	7,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



INFORMAÇÕES CARTOGRÁFICAS
Sistema de Coordenadas: SIRGAS2000
Escala Numérica: 1:4.446.959

Fonte:
Hidroweb da Agência Nacional das Águas (ANA),
Instituto Nacional de Meteorologia (INMET),
Cartas Sinóticas da Marinha do Brasil.
Fonte Encartes: imagens SRTM e LANDSAT.

Data:
Outubro de 2015.
Autor: OLIVEIRA, D.E.
Orientador: FERREIRA, C.C.M.

Orgão:
Laboratório de Climatologia de Análise Ambiental - LabCAA/UFJF
Laboratório de Estudos de Paisagem - LABEP/UFJF

LabCAA
Laboratório de Climatologia de Análise Ambiental

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
C.A.P.E.S.

Prancha 27: Precipitação Diária: dezembro – 2007.

dias, onde foram registrados alguma precipitação (o que foram poucos), a relação que se faz é que neste havia a atuação da mPa, dos sistemas frontais, ou atividade convectiva.

A primeira quinzena de outubro (prancha 25) foi praticamente sem chuvas. Apenas em alguns pontos, a atividade convectiva acabou por ocasionar as precipitações. O que é justificado pelo fato de que tal mês “continuou sob a influência do intenso escoamento anticiclônico que atuou sobre grande parte do setor leste da América do Sul em setembro passado” (BOLETIM CLIMANÁLISE, Outubro de 2007).

Por sua vez, a partir do dia 18, quando se observa a chegada de uma frente e principalmente entre os dias 22 e 26, onde se constata a atuação da linha de instabilidade e da Zona de Convergência do Atlântico Sul, nota-se anomalias positivas nas precipitações. O maior total diário registrado para o mês foi 104,5mm em Visconde de Mauá no dia 25 do mesmo mês. Também os dias 22, 23 e 30 merecem atenção, dado que nestes foram registrados valores acima dos 50mm/dia. Nos dois primeiros dias a justificativa é a atuação da LI, e no último de um sistema frontal. Quanto a distribuição espacial, constatou-se que é a Sudoeste da área de estudo que tais valores foram registrados (Visconde de Mauá, Zelinda e Santa Isabel do Rio Preto, respectivamente).

O mês de novembro (prancha 26) teve um padrão de precipitações que seguiu a atuação dos sistemas atmosféricos atuantes. No entanto, se observou que neste, foram registrados valores inferiores aos encontrados no ano habitual, o que pode ser justificado pelo fato de que foram evidenciados a intensificação do fenômeno La Niña na região Equatorial do Oceano Pacífico (BOLETIM CLIMANÁLISE, Novembro de 2007). Vale destacar que a atuação da ZCAS nesse mês foi inferior ao esperado, estando esta atuando em apenas 5 dias.

Os maiores valores registrados no mês foram nos dias 4, em Moura Brasil (81,4mm), 8 em Ponte do Costa (75,7mm) e em Fumaça (73,3mm), 9 em Fazenda São Gabriel (90mm), 16 em Resende (94mm) e dia 20 em Santa Isabel do Rio Preto (69,5mm).

O mês de dezembro de 2007 (prancha 27) também registrou precipitações abaixo da climatologia esperada para o mês (BOLETIM CLIMANÁLISE, Dezembro de 2007), porém, alguns dias tiveram volumes significativos de precipitação. O dia 10 de dezembro esteve sob atuação da LI e foi registrado 70,3mm em Santa Isabel do Rio Preto.

O ano de 2008 se inicia sob a atuação da mTa e a presença de chuvas convectivas na porção Suldoeste da área de estudo (prancha 28). Mas é a partir do dia 5, onde se observa a atuação de dois dias com sistemas frontais e a formação da ZCAS, é que se constata a presença de chuvas mais intensas. O dia 6 apresentou um máximo de 78,6mm de precipitação para a estação de Torreões, dada a passagem do sistema frontal. O dia 7

registrou uma precipitação de 62mm em Santos Dumont e o dia 9 registrou um total de 82,3mm para a estação de Concervatória dada a atuação da ZCAS. Este mês ainda teve outros máximos de precipitação nos dias 10 (103,5 mm em Ponte do Costa), dia 14 (82,1 em Fumaça), 16 (191,1 mm em Hnhagape e 91,7mm em Parque Nacional do Itatiaia) e dia 30 (90,4mm em Parque Nacional do Itatiaia). Vale destacar no dia 15 constatou-se a atuação de uma LI, o que pode também ter influenciado as chuvas do dos dias 14 e 16.

O mês de fevereiro (prancha 29) se inicia sob atuação de uma LI, que pode ter favorecido a formação da ZCAS entre os dias 2 e 8. Em tais dias foram registrados elevados totais de precipitação (entre 107,5 mm no dia 3 em Ponte do Costa e 40,7mm em Sobraji no dia 8). Também o final do mês, sob atuação de outro episódio de ZCAS foram registrados elevados totais, sendo o máximo do mês registrado nesses dias, 114,5mm registrado em Taboas. Assim, constatou-se que o mês de fevereiro apresentou características típicas de verão.

Em março (prancha 30), dois períodos chuvosos foram observados. Um primeiro, entre os dias 5 e 17, onde foram registrados no dia 9 um total de 110,9mm em Visconde de Mauá e dia 16 110,6mm em Fazenda Agulhas Negras, e são dias sob atuação da ZCAS. Tais pontos estão localizados na região mais elevada da bacia. No dia 11 de março foi possível observar espacialmente a chegada de uma frente na área de área de estudo.

O segundo período chuvoso do mês se inicia em 24 e vai até o dia 29 de março. Em tais dias estava atuando a LI e foram registrados valores como 137,5 mm em UHE Funil Barramentono dia 24 e 75,8mm em Estevão Pinto no dia 28.

O mês de abril (prancha 31) ainda apresentou características de verão e conforme ressaltado pelo Boletim Climanálise (Abril de 2008) “as chuvas continuaram acima da média histórica na maior parte do Brasil”. Neste mês observa que a atuação de sistemas frontais é o que vem a justificar a gênese das chuvas, como é o caso dos dias 4, 5, 6, 8, 9, 15, 16, 21, 22 e 23. Dentre estes dias, o extremo de precipitação registrado foi de 136,4 mm no dia 22 em Manoel Duarte. Em tentativa de justificar o registro de um elevado valor de precipitação em abril (algo atípico), constatou-se em análise da carta sinótica (figura 5) para os dias 21, 22 e 23, que uma Frente Fria se encontrava exatamente sobre a área de estudo, o que pode estar ocasionando o fato.

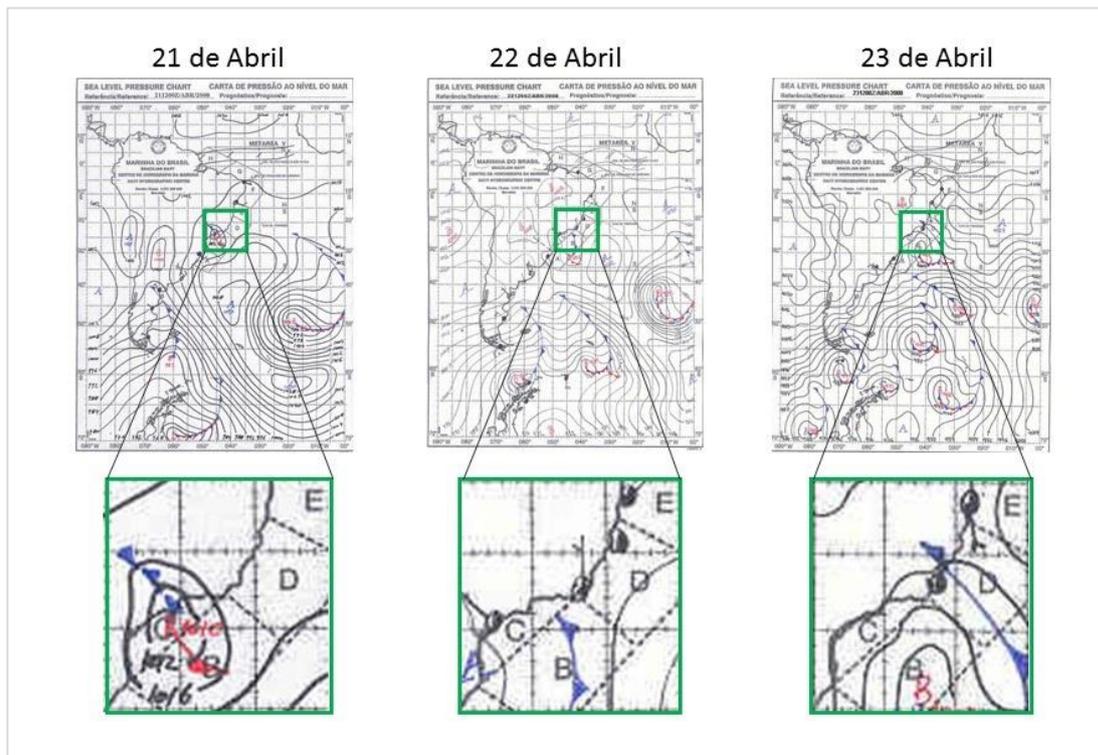


Figura 5: Atuação de um sistema frontal – 21 a 23 de abril de 2008. Fonte: Site da Marinha do Brasil.

Em maio (prancha 32) se iniciou a estação mais seca, a qual se estendeu pelos meses de junho e julho. Os poucos dias em que foram registrados totais de precipitação que excederam os 10mm, como por exemplo os dias 3 de maio e 26 de junho nota-se a presença da atuação da LI.

Mais cedo que os anos de 2006 (ano habitual) e 2007 (ano seco), a estação chuvosa do ano de 2008 se iniciou no mês de agosto (prancha 35). Já na primeira quinzena do mês, a presença de perturbações como a passagem de um sistema frontal pelos dias 4, 8 e 9, e da Linha de Instabilidade entre os dias 5, 6 e 10, marcaram o registro de volumes de precipitação que chegaram aos 52,3mm/dia em Fazenda São Gabriel. A partir destes e até o dia 22 o sistema atuante era a mTa e a estabilidade não trouxe chuvas à área de estudo. Entre os dias 23 e 31, sistemas frontais e a mPa são a justificativa para as chuvas registradas.

O máximo de precipitação registrado para o mês de setembro (prancha 36) foi de 42,2mm no dia 28 para a estação Pentagna, neste dia havia uma passagem de sistema frontal. Também os dias 16 e 27, os quais estavam sob atuação das frentes, registrou totais de precipitação ditos elevados, de comparados aos outros dias do mês. Foi registrado 37,6mm em Santos Dumont para o dia 16 e 35,3mm em Ponte do Costa para o dia 27. Destaca-se que o fato de na segunda quinzena do mês a atuação dos sistemas frontais

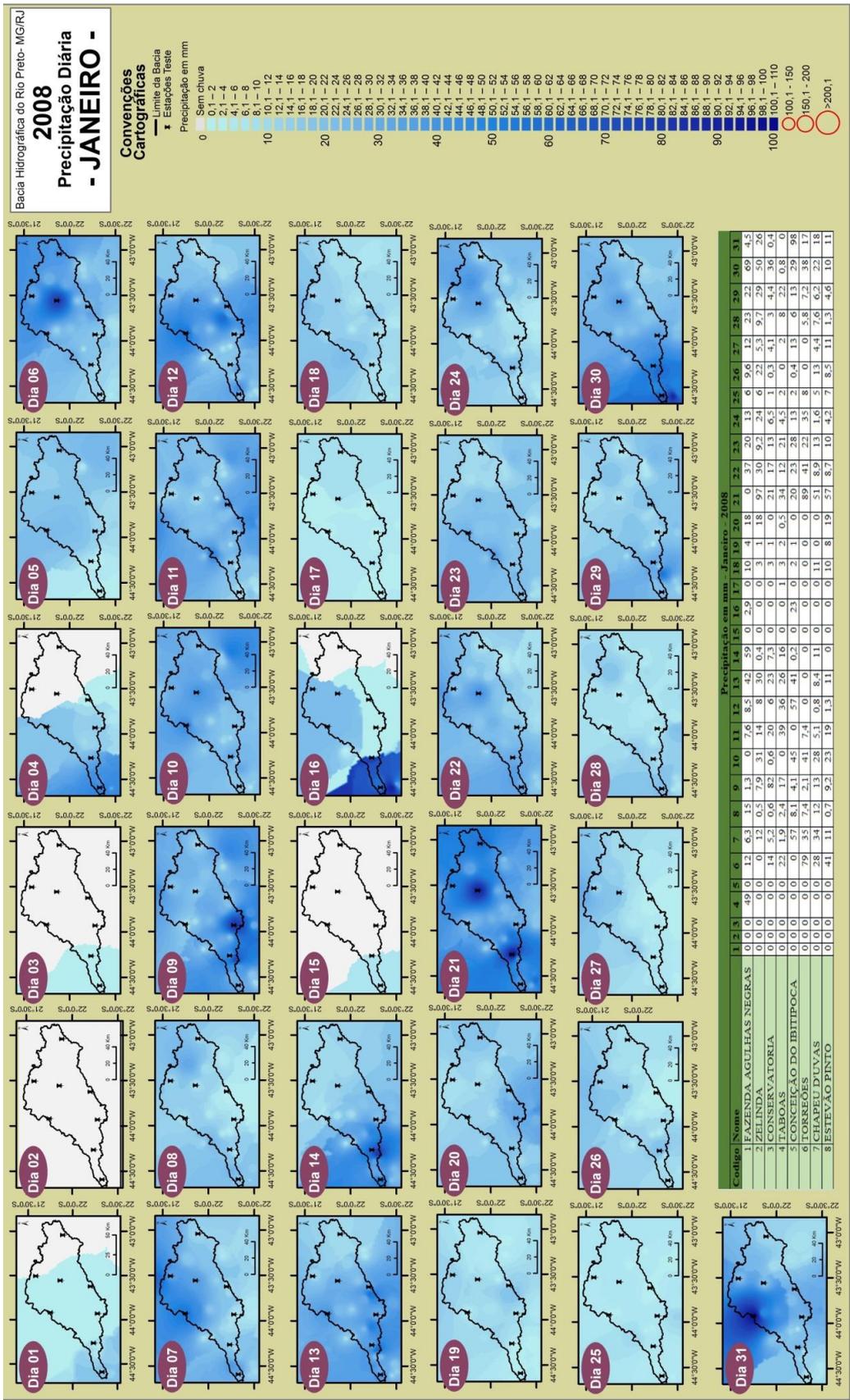
tenham sido mais frequentes e duradouros é o que vem a justificar as chuvas que ocorreram neste período.

O mês de outubro de 2008 (prancha 37) foi marcado por apresentar oito dias sob atuação da LI, nestes, conforme o esperado, foram registrados elevados valores de precipitação. Correspondendo ao maior valor encontrado para o mês, no dia 2 foi registrado em Torreões 93,2mm de chuva. Neste mês, diferente dos outros dois anos anteriores (2006 e 2007), não se constatou a presença da ZCAS .

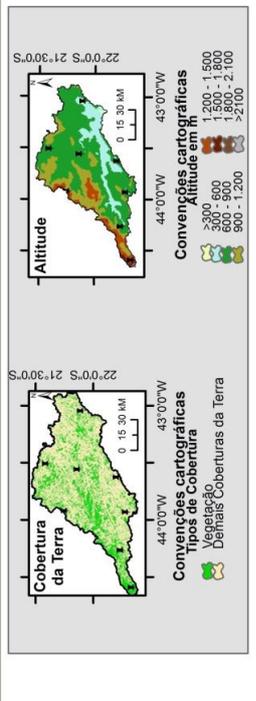
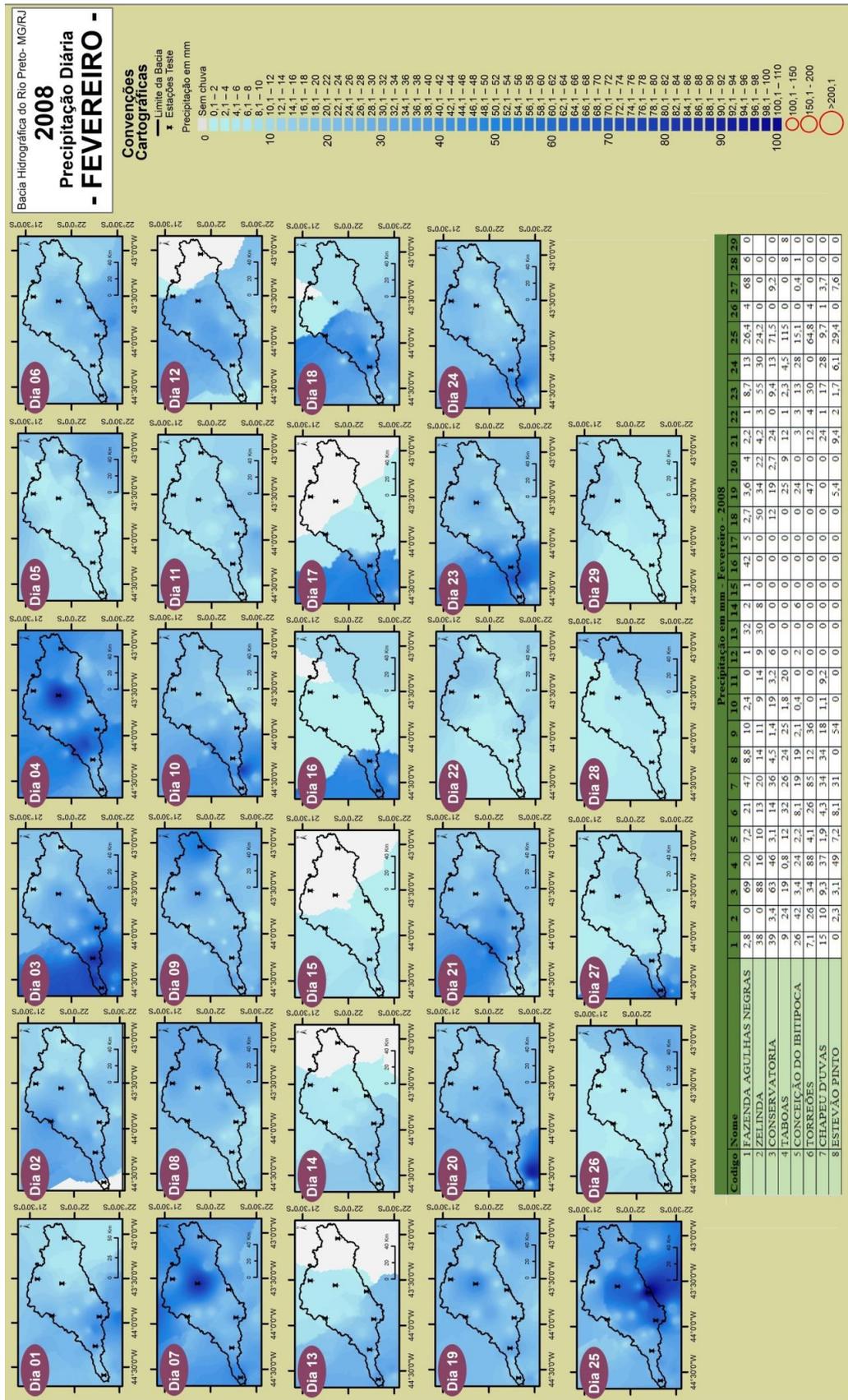
Outros dias como o dia 3 (47,2mm em Conceição do Ibitipoca), dia 15 (43,4mm em Conservatória), dia 18 (49,3mm em Juiz de Fora), dia 19 (43,3mm em Campolide) e dia 30 (46,6mm em Pedra Selada). Tais dias se mostram como bom exemplo para ilustrar o fato de que na estação chuvosa vários podem ser os mecanismos responsáveis pelos excedente de chuva, como nestes casos onde a mPa, a convecção e a LI são o que pode estar justificando. Assim, vale destacar (novamente), a importância do (re)conhecimento da dinâmica dos sistemas atmosféricos atuantes em cada região.

Novembro de 2008 (prancha 38), foi marcado pela atuação da ZCAS em 21 dias, da Li em quatro dias e em três dias de sistemas frontais. Neste mês os totais diários chegaram a 89,1mm em Sobraji no dia 7, 163,2mm em Torreões no dia 13, 72,5mm em UEL Santa Cecilia Tomada D'Água, 74,2mm em Pentagna, 82,2 no dia 28 em Fumaça, 62,3mm em Ponte do Costa no dia 29 e 67,5mm em Mirantão no dia 30. Tal mês é um bom exemplo de como a distribuição espacial das chuvas pode ser irregular na área de estudo, sendo que sob o mesmo sistema atuante, vários pontos apresentaram os maiores totais registrados em dias distintos, o que abre para a discussão de até que ponto é o sistema atuante ou as condições do sitio, o fator responsável pela gênese das chuvas na região.

No mês de dezembro (prancha 39) “a atuação da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) continuou favorecendo a ocorrência de totais pluviométricos acima da média histórica em grande parte da Região Sudeste” (BOLETIM CLIMANÁLISE, Dezembro de 2008) e foi o que também foi constatado para nossa área de estudo. A atuação de tal sistema, entre os dias 3 a 7, 14 a 20 e 25 a 28, são os responsáveis pelos elevados valores registrados nesse último mês. Os dias 19 e 20, sob atuação da ZCAS apresentaram os maiores totais de precipitação. Ressaltando que o dia 23, apresentou o maior volume registrado dentre os três anos, 301mm em Pedreira Pacau.



Prancha 28: Precipitação Diária: janeiro – 2008.



Informações Cartográficas

Sistema de Coordenadas: SIRGAS2000
Escala Numérica: 1:4.446.959

Fonte:
Hidroweb da Agência Nacional das Águas (ANA),
Instituto Nacional de Meteorologia (INMET),
Cartas Sinópticas da Marinha do Brasil,
Fonte Encartes: imagens SRTM e LANDSAT.

Orgão:
Laboratório de Climatologia de Análise Ambiental - LabCAA/UFJF
Laboratório de Estudos da Paisagem - LABEPP/UFJF

Autores: OLIVEIRA, D.E.;
ORIENTADOR: FERREIRA, C.C.M.

Data:
Outubro de 2015.

LabCAA
Laboratório de Climatologia de Análise Ambiental

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
C.A.P.E.S.

Prancha 29: Precipitação Diária: fevereiro – 2008.

Precipitação Diária - MARÇO -

Convenções Cartográficas

— Limite da Bacia
 x Estações Teste
 Precipitação em mm

0 Sem chuva

0,1 - 2

2,1 - 4

4,1 - 6

6,1 - 8

8,1 - 10

10,1 - 12

12,1 - 14

14,1 - 16

16,1 - 18

18,1 - 20

20,1 - 22

22,1 - 24

24,1 - 26

26,1 - 28

28,1 - 30

30,1 - 32

32,1 - 34

34,1 - 36

36,1 - 38

38,1 - 40

40,1 - 42

42,1 - 44

44,1 - 46

46,1 - 48

48,1 - 50

50,1 - 52

52,1 - 54

54,1 - 56

56,1 - 58

58,1 - 60

60,1 - 62

62,1 - 64

64,1 - 66

66,1 - 68

68,1 - 70

70,1 - 72

72,1 - 74

74,1 - 76

76,1 - 78

78,1 - 80

80,1 - 82

82,1 - 84

84,1 - 86

86,1 - 88

88,1 - 90

90,1 - 92

92,1 - 94

94,1 - 96

96,1 - 98

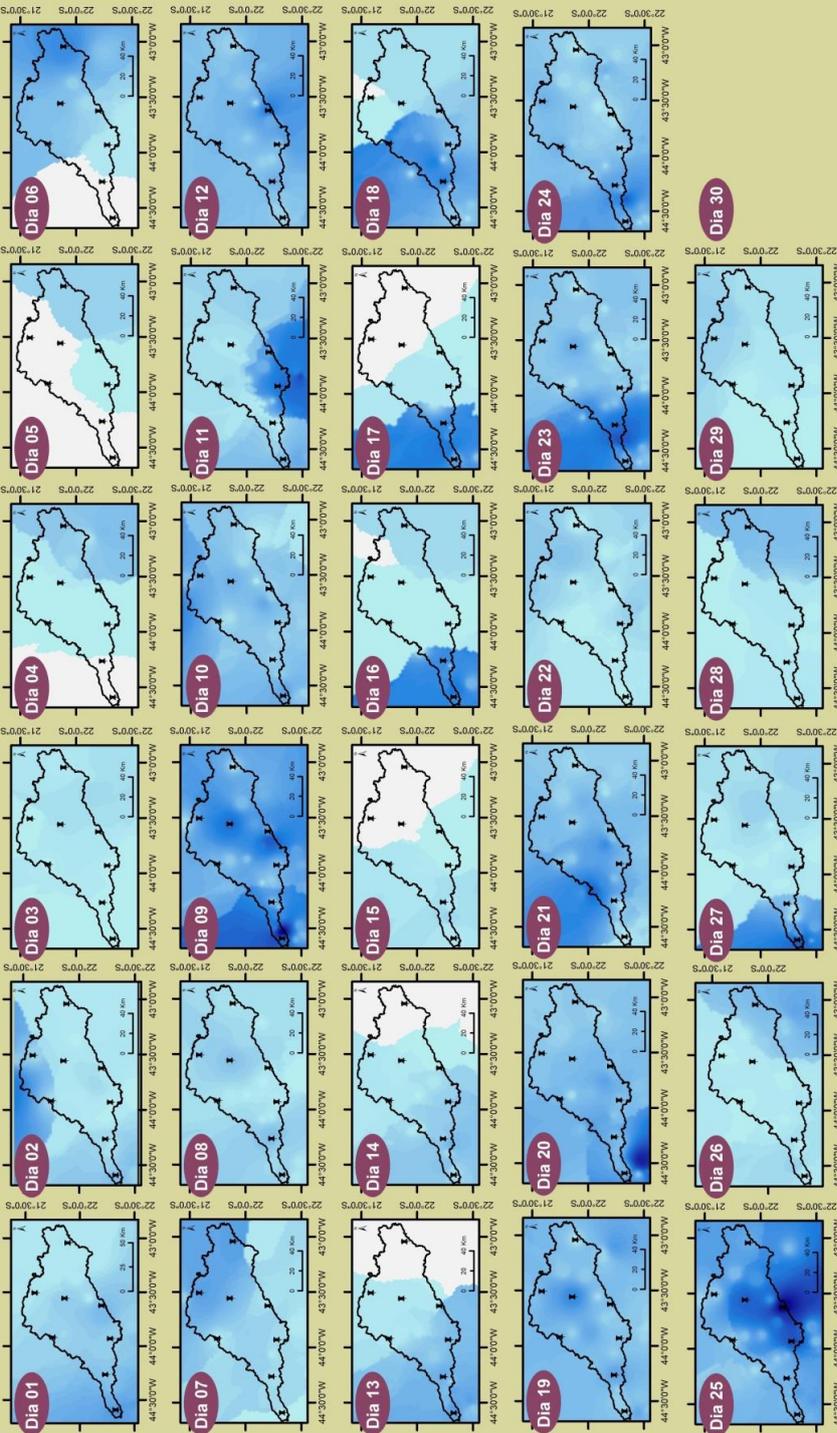
98,1 - 100

100,1 - 110

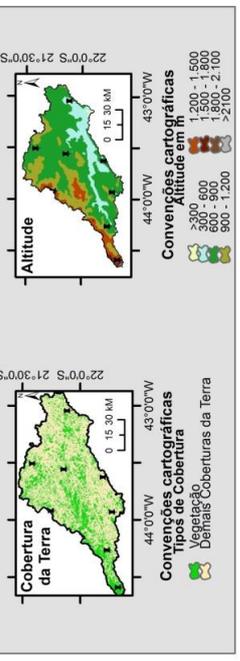
100,1 - 150

150,1 - 200

>200,1



Code	Nome	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
1	FAZENDA AGULHAS NEGRAS	45	25	0	0	0	0	0	38	52	25	43	74	33	25	111	22	6	1	2	0	12	20	52	31	15	0	0	17				
2	ZELINDA	13	0	0	0	0	0	0	22	9	7	45	29	17	98	12	85	69	1	0	0	0	0	3	44	25	42	28	0	0	42		
3	CONSERVATORIA	13	2,5	10,0	0	0	0	0	3,7	24	0,5	3,7	24	19	34,5	0,9	0	0	0	0	0	0	2	1	79	0,1	1,5	3,7	0	2	5,8		
4	TABOAS	0	0	0	0	0	0	0	4	0,3	18	12	1	52	35	4	25	28	4	0	0	0	0	1,5	0	0	0	0	0	0,8			
5	CONCEIÇÃO DO IBITIPOCA	12	9,1	0	0	0	0	0	5,1	8,4	25	11	0	26	6,1	28	34	23,1	0,2	0	0	0	0	6	0,1	0,4	0	0	10	0	0		
6	CORREIOES	0	0	0	0	0	0	0	19	59	27	17,6	25	7,1	55	43	35,2	13	0	0	0	0	0	6,9	5,6	0	0	64	0	0			
7	CHAPEL DUVAS	0	8,7	0	0	0	0	0	35	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	0	0	14	1,1	4	0			
8	ESTEVÃO PINTO	6,3	5,7	4	0	0	4,6	0	7,4	2,1	0	0	11	17	11	23	28,8	0	0	0	0	0	0	2,3	2,2	0	0	7,0	0	2,9			



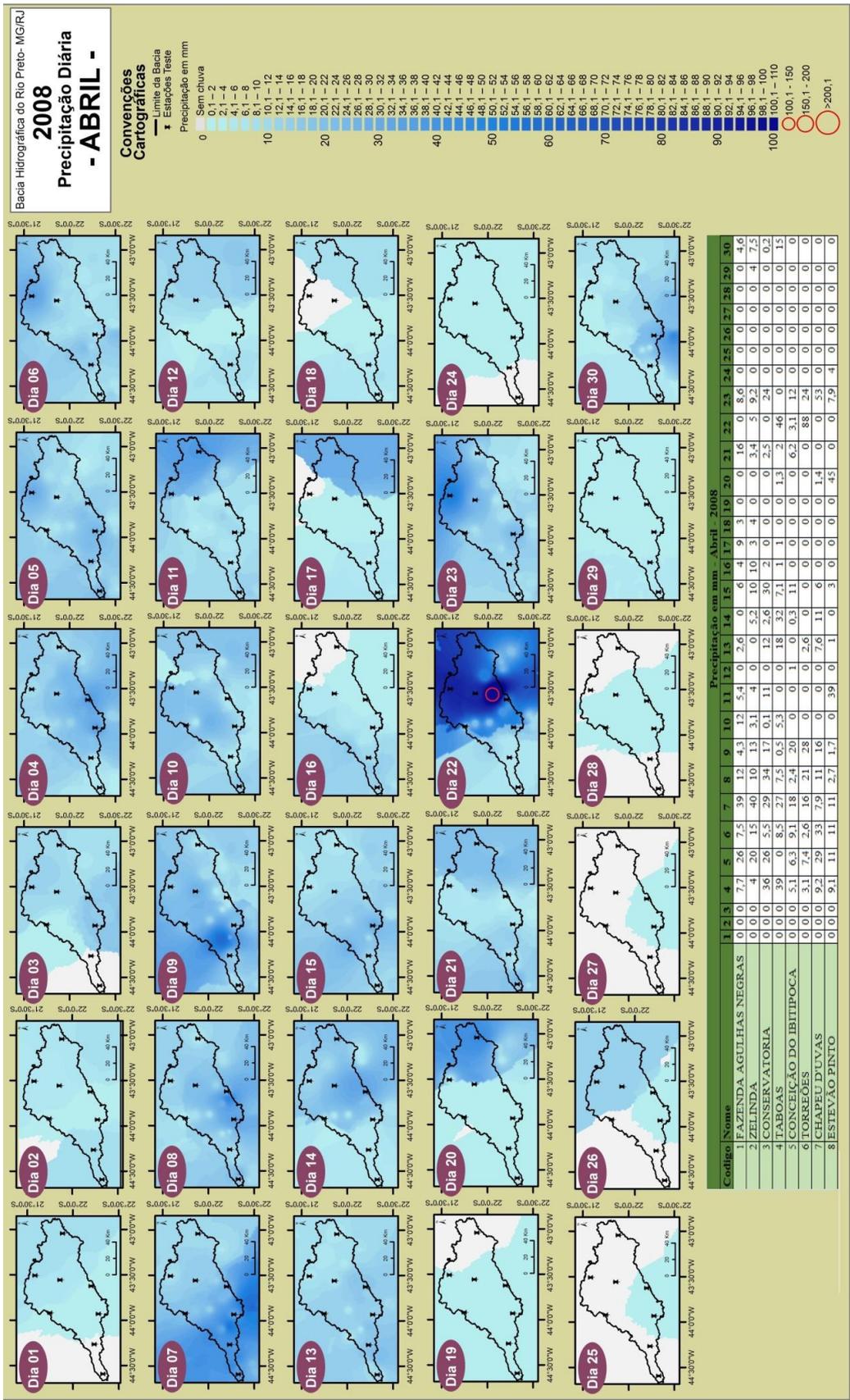
INFORMAÇÕES CARTOGRÁFICAS
 Sistema de Coordenadas: SIRGAS2000
 Escala Numérica: 1:4.446.959

Fonte:
 Hidroweb da Agência Nacional das Águas (ANA),
 Instituto Nacional de Meteorologia (INMET),
 Cartas Sinóticas da Marinha do Brasil.
Fonte Encartes: imagens SRTM e LANDSAT.

Data:
 Outubro de 2015.
Autor: OLIVEIRA, D.E.
Orientador: FERREIRA, C.C.M.

Orgão:
 Laboratório de Climatologia e Análise Ambiental - LabCAA/UFJF
 Laboratório de Estudos de Paisagem - LABEPE/UFJF

Prancha 30: Precipitação Diária: março – 2008



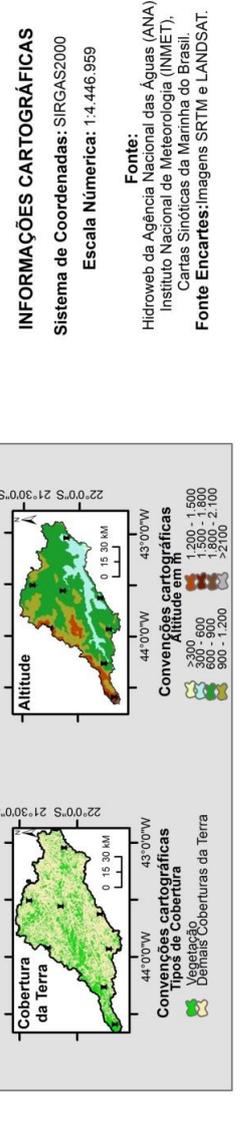
Informações Cartográficas
 Sistema de Coordenadas: SIRGAS2000
 Escala Numérica: 1:4.446.959

Fonte:
 Hidroweb da Agência Nacional das Águas (ANA),
 Instituto Nacional de Meteorologia (INMET),
 Cartas Sinólicas da Marinha do Brasil,
 Fonte Encartes: imagens SRTM e LANDSAT.

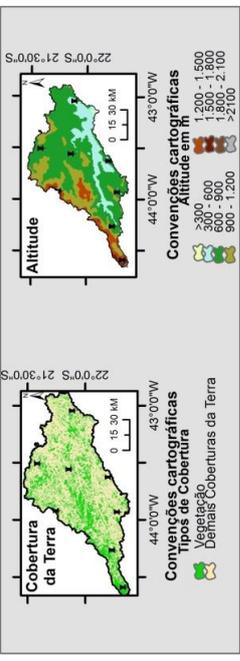
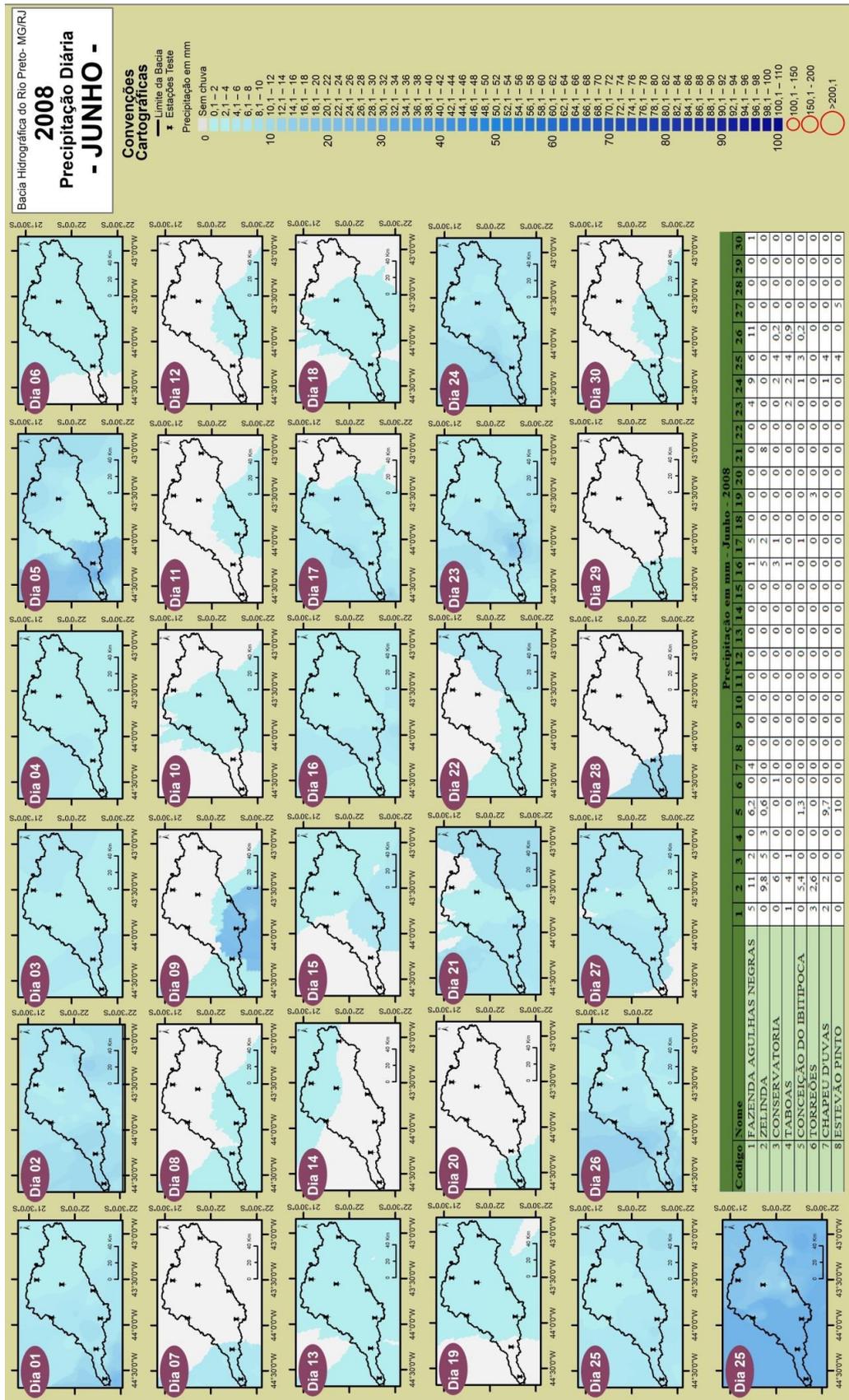
Orgão:
 Laboratório de Climatologia de Análise Ambiental - LabCAA/UFJF
 Laboratório de Estudos da Paisagem - LABEPP/UFJF

Autores: OLIVEIRA, D.E.;
 FERREIRA, C.C.M.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
 C.A.P.E.S.



Prancha 31: Precipitação Diária: abril – 2008



INFORMAÇÕES CARTOGRÁFICAS

Sistema de Coordenadas: SIRGAS2000

Escala Numérica: 1:4.446.959

Fonte:
 Hidroweb da Agência Nacional das Águas (ANA),
 Instituto Nacional de Meteorologia (INMET),
 Cartas Sinóticas da Marinha do Brasil,
Fonte Encartes: imagens SRTM e LANDSAT.

Data:
 Outubro de 2015.

Autor: OLIVEIRA, D.E.;
Orientador: FERREIRA, C.C.M.

Orgão:
 Laboratório de Climatologia de Análise Ambiental - LabCAA/UFJF
 Laboratório de Estudos da Paisagem - LABEPE/UFJF

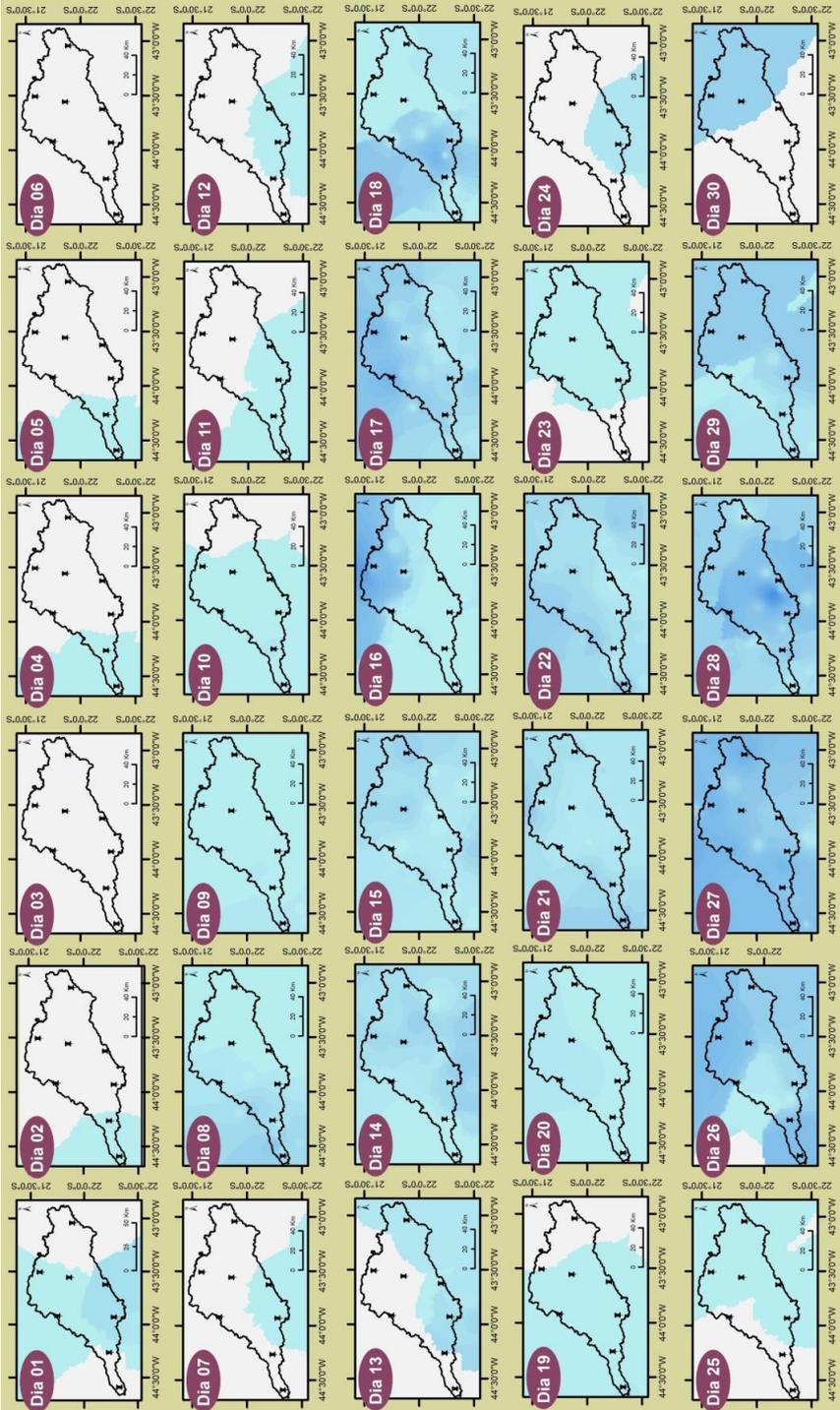
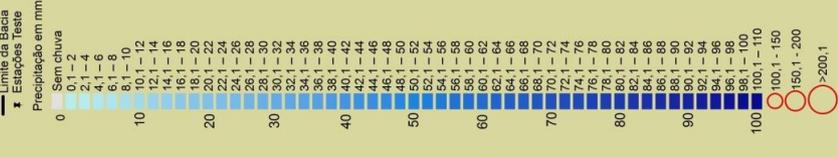
LabCAA
 Laboratório de Climatologia de Análise Ambiental

UNIVERSIDADE
 FEDERAL DE JUÍZ DE FORA

Prancha 33: Precipitação Diária: junho – 2008

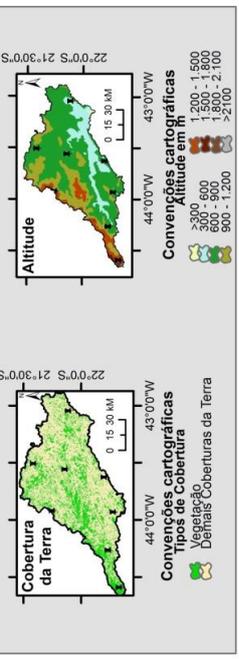
Bacia Hidrográfica do Rio Preto- MGRJ
2008
Precipitação Diária
- SETEMBRO -

Convenções Cartográficas
 — Limite da Bacia
 x Estações teste
 Precipitação em mm



Precipitação em mm - Setembro, 2008

Código	Nome	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
1	FAZENDA AGULHAS NEGRAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	FAZENDA AGULHAS NEGRAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	CONSERVATORIA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	LABOAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	CONCEIÇÃO DO BITEPOCA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	TORREIÕES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	CHAPEU DUVAS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	ESTEVAO PINTO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



Informações Cartográficas
 Sistema de Coordenadas: SIRGAS2000
 Escala Numérica: 1:4.446.959

Fonte:
 Hidroweb da Agência Nacional das Águas (ANA),
 Instituto Nacional de Meteorologia (INMET),
 Cartas Sinóticas da Marinha do Brasil,
Fonte Encartes: imagens SRTM e LANDSAT.

Orgão:
 Laboratório de Climatologia de Análise Ambiental - LabCAA/UFJF
 Laboratório de Estudos de Paisagem - LABEPI/UFJF

Autores:
 Autor: OLIVEIRA, D.E.;
 Orientador: FERREIRA, C.C.M.

LabCAA
 Laboratório de Climatologia e Análise Ambiental

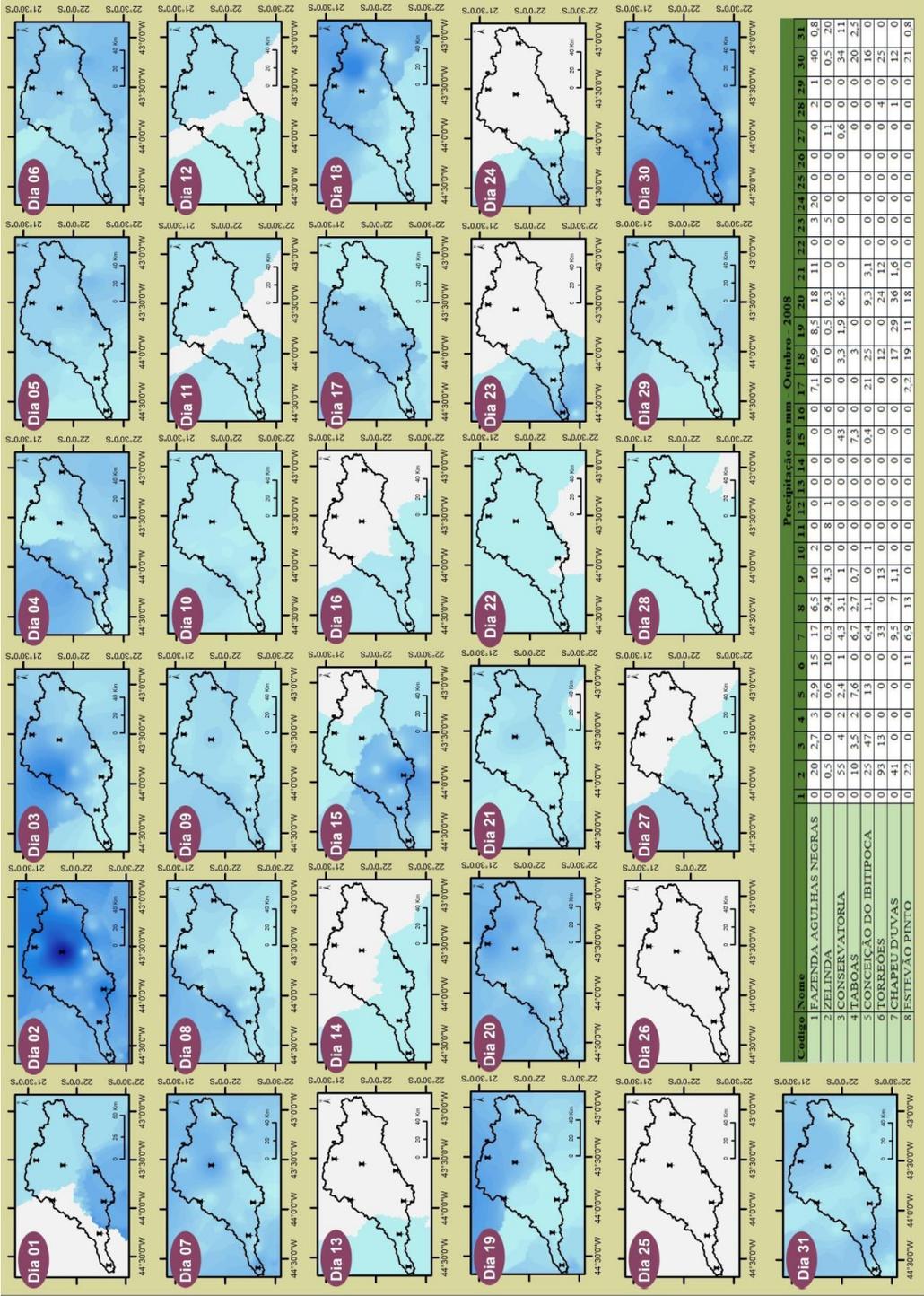
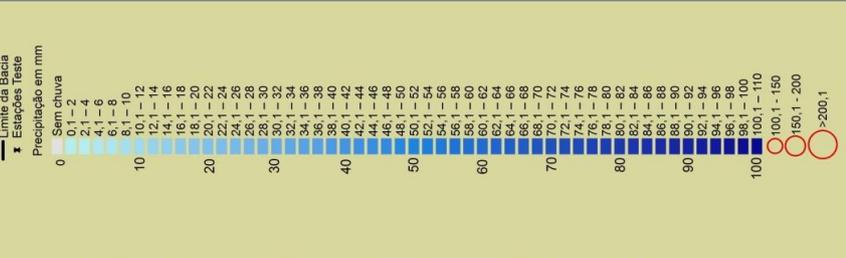
UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
 C A P E S

Prancha 36: Precipitação Diária: setembro – 2008

Bacia Hidrográfica do Rio Preto- MG/RJ

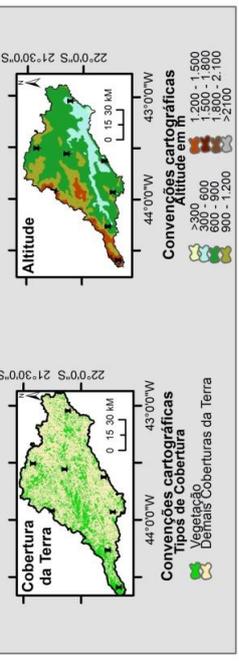
2008 Precipitação Diária - OUTUBRO -

Convenções Cartográficas
 - Limite da Bacia
 x Estações teste
 Precipitação em mm



Precipitação em mm Outubro, 2008

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
0	20	2,7	3	2,9	15	17	6,5	10	2	0	0	0	0	0	0	0	7,1	6,9	8,5	18	11	0	3	20	0	0	2	1	40	0,8	
0	0,5	0	0,6	10	0,3	9,4	4,3	0	8	1	0	0	0	0	0	0	6	0	0,5	0,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	20
0	5,5	4	2	2,4	1	4,3	3,1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4,3	0	3,3	1,9	6,5	0	0	0	0	0	0,6	0	0	3,4	11
0	10	3,5	2	7,6	0	6,7	2,7	0,7	0	0	0	0	0	0	0	0	7,3	0	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	20	2,5
0	9,5	17	0	13	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,4	0	21	2,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0
0	8,2	17	0	13	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	4,1	10	0	0	0	0	9,5	7	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,2	2,9	3,4	1,2	0	0	0	0	0	0	0	12	0
0	2,2	0	0	0	0	0	11	6,9	1,3	0	0	0	0	0	0	0	0	2,2	1,9	1,1	1,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,8



Informações Cartográficas
 Sistema de Coordenadas: SIRGAS2000
 Escala Numérica: 1:4.446.959

Fonte:
 Hidroweb da Agência Nacional das Águas (ANA),
 Instituto Nacional de Meteorologia (INMET),
 Cartas Sinóticas da Maimha do Brasil,
 Fonte Encartes: imagens SRTM e LANDSAT.

Orgão:
 Laboratório de Climatologia e Análise Ambiental - LabCAA/UFUF
 Laboratório de Estudos da Paisagem - LABEPI/UFUF

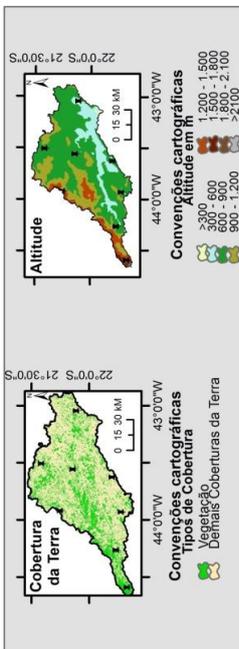
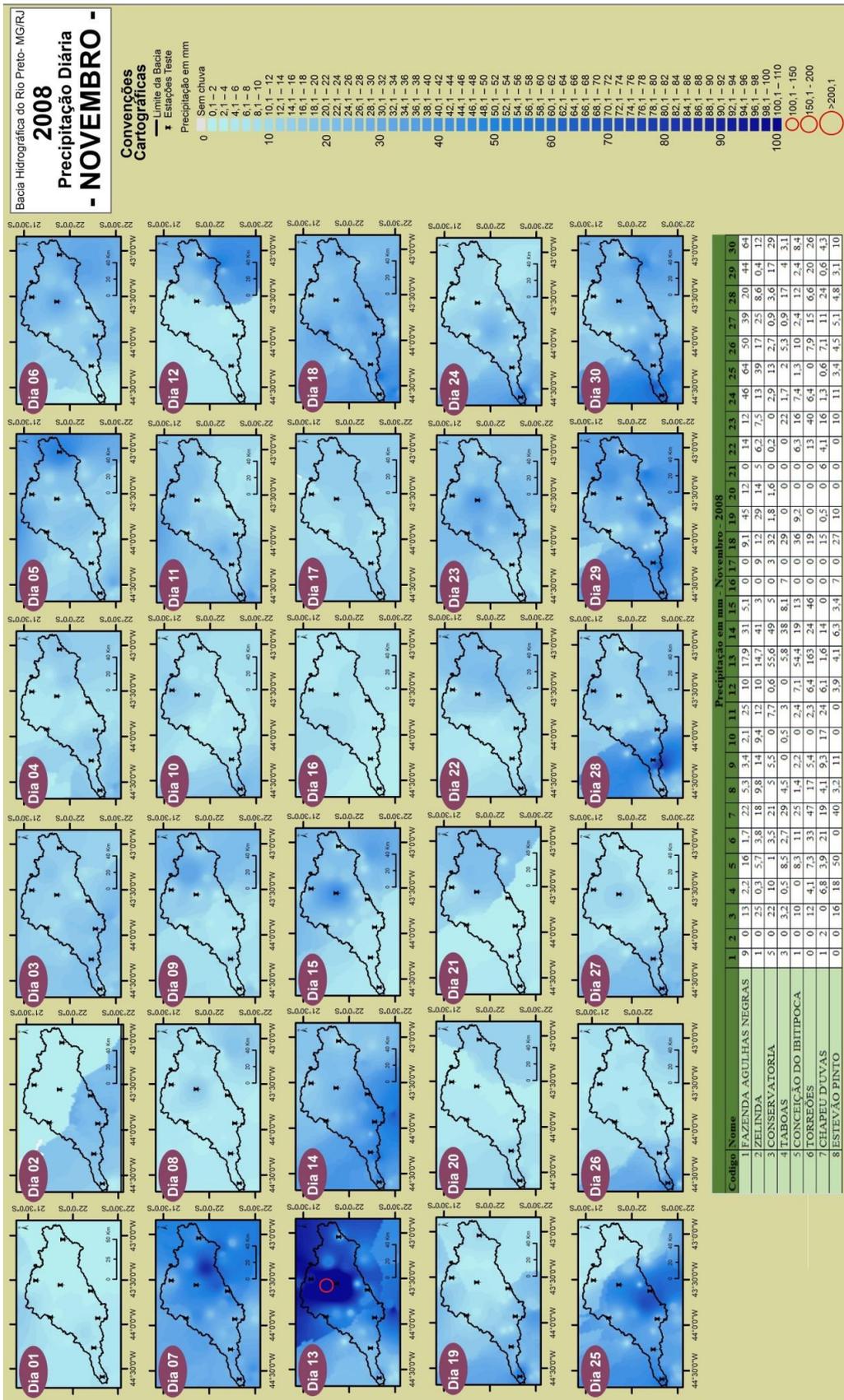
Autores:
 OLIVEIRA, D.E.;
 FERREIRA, C.C.M.

Orgão:
 Laboratório de Climatologia e Análise Ambiental - LabCAA/UFUF
 Laboratório de Estudos da Paisagem - LABEPI/UFUF

LabCAA
 Laboratório de Climatologia e Análise Ambiental

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUÍZ DE FORA
 C A P E S

Prancha 37: Precipitação Diária: outubro – 2008



INFORMAÇÕES CARTOGRÁFICAS

Sistema de Coordenadas: SIRGAS2000

Escala Numérica: 1:4.446.959

Fonte:
Hidroweb da Agência Nacional das Águas (ANA),
Instituto Nacional de Meteorologia (INMET),
Cartas Sinóticas da Marinha do Brasil,
Fonte Encartes: imagens SRTM e LANDSAT.

Data:
Outubro de 2015.

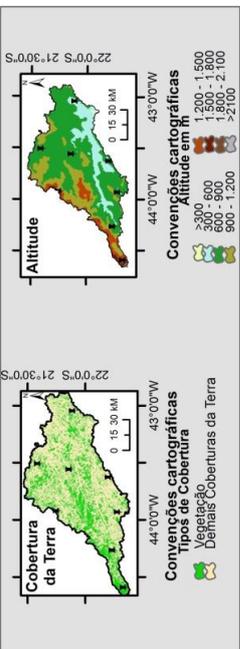
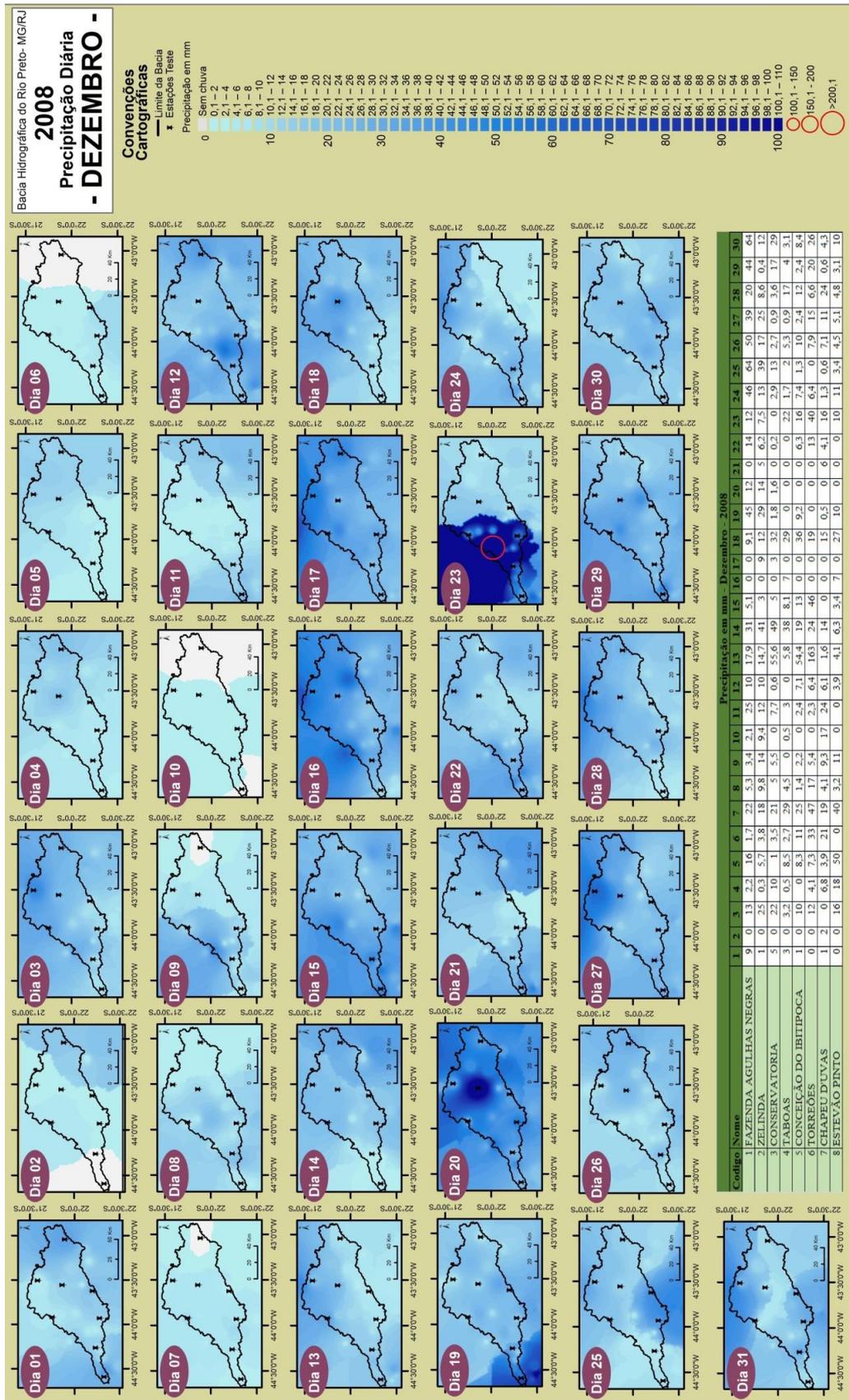
Autor: OLIVEIRA, D.E.;
Orientador: FERREIRA, C.C.M.

Orgão:
Laboratório de Climatologia e Análise Ambiental - LabCAA/UFJF
Laboratório de Estudos da Paisagem - LABEPI/UFJF

LabCAA
Laboratório de Climatologia e Análise Ambiental

UNIVERSIDADE
FEDERAL DE JUIZ DE FORA
C A P E S

Prancha 38: Precipitação Diária: novembro-2008



INFORMAÇÕES CARTOGRÁFICAS

Sistema de Coordenadas: SIRGAS2000

Escala Numérica: 1:4.446.959

Fonte:
 Hidroweb da Agência Nacional das Águas (ANA),
 Instituto Nacional de Meteorologia (INMET),
 Cartas Sinólicas da Marinha do Brasil,
 Fonte Encartes: imagens SRTM e LANDSAT.

Data:
Outubro de 2015.

Autor: OLIVEIRA, D.E.;
Orientador: FERREIRA, C.C.M.

Orgão:
 Laboratório de Climatologia de Análise Ambiental - LabCAA/UFJF
 Laboratório de Estudos da Paisagem - LABEPP/UFJF

LabCAA
 Laboratório de Climatologia e Análise Ambiental

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA

Prancha 39: Precipitação Diária: dezembro – 2008

Após a descrição e breve análise dos resultados anuais, mensais e diários, serão ressaltamos as conclusões iniciais que fizemos com tal estudo. Em primeiro lugar cabe destacar que com base na análise sinótica e na observação da dinâmica das chuvas, chegou-se a conclusão de que em alguns dias houve um caminho seguindo por estas dada a atuação dos sistemas frontais (figura 6). No entanto, este não foi um padrão que se repetiu para todos os casos. E que portanto, outros estudos devem ser realizados a fim de conformar mais hipóteses.

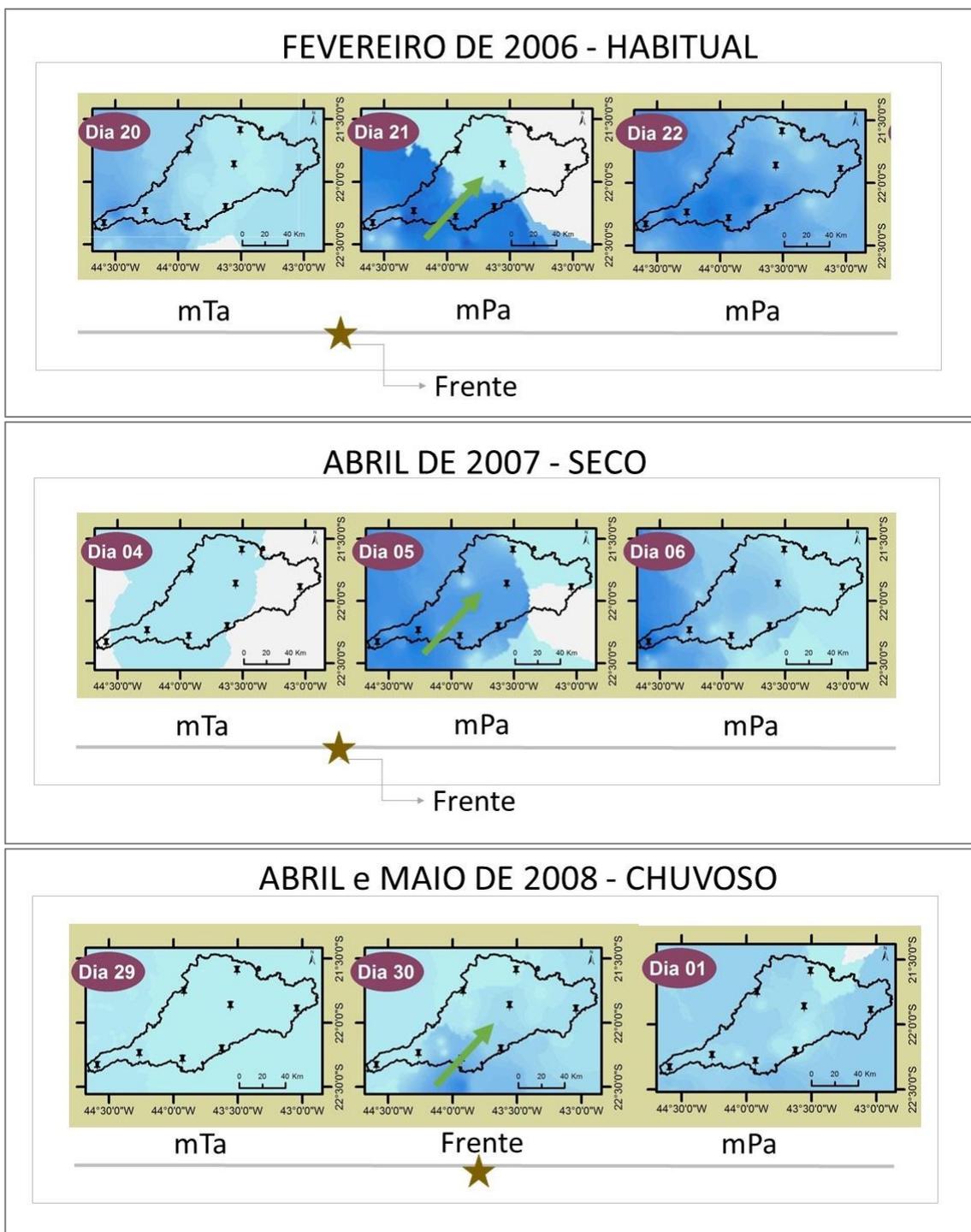


Figura 6: Trajetórias das chuvas.

As conclusões que foram tomadas é que, seguindo sua própria trajetória, as massas de ar de frio perpassam o estado de São Paulo e antes de chegarem à região da área de estudo, se deparam com as serras da Mantiqueira e do Mar, as quais se tornam uma barreira orográfica a elas. Como estes sistemas frontais vêm em altitude baixa, não apresentam força para ultrapassar esta unidade morfoestrutural, e quando conseguem avançar em direção à bacia do Rio Preto é escoando pelo corredor formado pelas Serras.

Ainda em relação ao padrão espacial da distribuição das chuvas, constatou-se que durante o inverno, muitos dias apresentaram chuvas na região Sul da bacia (figura 7), para vários sequenciamentos de sistemas. Este é um padrão que se repetiu para os três anos e pode estar atrelado aos movimentos convectivos que ocorrem nessa área, dado que a região Sul e Sudeste da bacia é menos elevada que as demais.



Figura 7: Padrão de chuvas para o inverno.

Em relação aos extremos chuvosos, grande parte registrados em dias sob atuação das frentes frias, destaca-se o fato de que estes se localizaram espacialmente em pontos distintos da bacia, de modo que não houve a possibilidade de identificação se haveria um padrão de distribuição espacial dos mesmos. Exceto os pontos localizados a Sudoeste da

área de estudo, próximos à Serra de Itatiaia, região de significativa amplitude topográfica e que apresenta uma dinâmica local específica. Neste caso, uma dinâmica climática que se destoa do restante da área de estudo foi encontrada. Destaca-se o fato de que considerou como sendo evento extremo apenas os dias onde a precipitação foi superior a 50mm.

Constatou-se que os anos de 2006 e 2007 apresentaram um mesmo comportamento na gênese de suas chuvas. Neste caso, o que diferenciou os distintos totais anuais encontrados é uma alteração no regime destas, muito provavelmente dada a influência do relevo, uma vez que o número de dias sob a influência das mesmas condições sinóticas foi o mesmo.

Tal justificativa se aplica também ao fato de do ano de 2008 ter sido um ano chuvoso, dado que este apresentou um maior número de dias sob a atuação da ZCAS, que é um importante fornecedor de chuvas à região.

Em termos de repercussão das anomalias nas chuvas pela mídia, constatou-se que o ano de 2007 chamou a atenção, dada ao grande número de mortes que foram registrados. Esse ano, mesmo sendo considerado seco, apresentou um mês de janeiro onde as chuvas foram concentradas e acima das médias climatológicas para a região. Os anos de 2006 e 2008, foram menos reportados. Vale destacar que, dado que já se passaram oito anos, o número de reportagens disponíveis não foi tão expressivo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

*“Esses que puxam conversa sobre se chove ou não chove, não poderão ir para o Céu!
Lá faz sempre bom tempo..”
Mario Quintana*

Em primeiro lugar cabe destacar as considerações que se fez em termos de procedimentos metodológicos e aporte teóricos.

O fato de se procurar buscar a todo momento uma análise integrada da realidade climática, dado ser a abordagem dinâmica a linha de pensamento que se segue dentro da climatologia, acabou por nortear que a todo momento se procurasse compreender tanto a gênese quanto as manifestações das chuvas registradas para o período analisado. No entanto, dada as inúmeras incertezas que permeiam os elementos climatológicos, constata-se que ainda há uma jornada a ser trilhada em busca de mais justificativas para os resultados encontrados.

Quanto à escolha da bacia hidrográfica do Rio Preto como unidade de estudo, ressaltamos que esta foi satisfatória. Nesta, foi possível observar padrões climáticos e identificar tipologias espaciais de tempo, uma vez que apresentou singularidades na distribuição espaço-temporal das chuvas. A unidade escalar representada pela bacia hidrográfica do Rio Paraibuna ao mesmo tempo que proporcionou reduções (dada as próprias limitações em relação à disponibilidade de estações meteorológicas) e generalizações (devida a sua grande extensão), permitiu que se observasse uma nítida diferenciação de ambientes em escala regional.

Outra questão é que, dado ao fato desta bacia hidrográfica apresentar uma dimensão territorial na ordem de grandeza regional, a mesma acaba por apresentar em seu perímetro áreas rurais e urbanas, como é o caso do município de Juiz de Fora que é um grande polo para as cidades da zona da Mata mineira. Deste modo, ao compreendermos a dinâmica climática que nela ocorre, estamos contribuindo tanto para o manejo adequado dos recursos das áreas rurais, quanto para a gestão territorial das cidades que se localizam nela.

Em relação as metodologias empregadas, constatou-se que estas permitiram que se chegassem a resultados concisos. A opção de se fazer a análise rítmica dos anos padrões habitual (2006), seco (2007) e úmido (2008), pela escala diária, conforme metodologias de Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro, deu subsídios a uma compreensão do ritmo das chuvas nas escalas anuais, mensais e diárias. O que permitiu constatar que em termos anuais é principalmente os mecanismos de alta escala os principais diferenciadores de tipologias de tempo, enquanto que a variação mensal e/ou diária seguiu, de certa forma, resultou de uma combinação entre a atmosfera com a morfoestrutura/morfologia do relevo regional. Sendo este último, um forte responsável pela distribuição heterogênea das chuvas na área de estudo.

A escolha dos anos padrão por meio de técnicas estatísticas foi favorável e contribui para o (re)conhecimento da variação interanual das chuvas. Constatou-se que nesta escala temporal de compreensão do fenômeno climático, houve uma relação entre a presença de eventos de *El Niño* e *La Niña* e o maior ou menor volume de precipitação registrado. Os anos de 2006, 2007 e 2008 deram um bom arcabouço para se pensar a dinâmica das chuvas.

A espacialização das chuvas através de modelagens de interpolação, contribui para que se observasse os padrões espaciais de distribuição das mesmas. Tais mapas favoreceram a observação de como se dava no tempo e no espaço, o seu sequenciamento habitual, assim como permitiu visualizar se haveria um padrão na localização da distribuição dos eventos extremos. Estes, atrelados à interpretação sinótica, permitiram compreender os mecanismos responsáveis pela origem e espacialização das chuvas.

Por sua vez, a interpretação sinótica na escala diária e a quantificação dos sistemas atmosféricos atuantes, deram um indicativo de qual seria a gênese das chuvas na região. Tendo destaque a Zona de Convergência do Atlântico Sul, a qual teve sua maior atuação no ano de 2008 (chuvoso) e pode ser considerada um dos principais mecanismos que justificam o elevado total anual de chuva registrado para tal ano. Destaca-se ainda que praticamente em 100% dos dias em que esteve atuando, registrou-se a presença de chuvas. Também a Linha de Instabilidade esteve correlacionada, em muitos dias, com a presença de chuvas.

Em termos de participação anual dos sistemas atmosféricos, constatou-se que a Massa Tropical Atlântica atuou no maior número de dias, para os três anos analisados, estando essa em mais da metade dos dias estudados. E que a Massa Polar Atlântica teve sua maior atuação nos meses de outono.

Quanto a variação espacial das chuvas, constatou-se que essa segue predominantemente a orientação Oeste-Leste, sendo registrados totais mais elevados próximo a Serra de Itatiaia, vindo a decrescer segundo os padrões altimétricos. Outro padrão que pôde ser observado é a presença de chuvas convectivas durante o inverno na região a sul da área de estudo. Tal região é a menos elevada.

Se por um lado, o estudo apresenta algumas hipóteses do que justificaria a distribuição das chuvas na bacia do Rio Preto, por outro, uma interpretação geográfica de tais informações levantadas, vem no sentido de diminuir os impactos que as chuvas apresentariam sobre à sociedade. O fato de os elementos meteorológicos estarem diretamente ligado à vida das pessoas, pede que tal esfera seja melhor compreendida.

Espera-se que os resultados obtidos tenham contribuído ao conhecimento da dinâmica climática na bacia hidrográfica do Rio Preto, além de incentivar o resgate dos estudos regionais, assim como, ter contribuído para o (re)conhecimento da área de estudo, por meio da compreensão de sua organização espacial.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AB'SÁBER, A. N.; **Províncias geológicas e domínios morfoclimáticos no Brasil.** Geomorfologia. São Paulo. 1970. p. 20-26.
- ALVES, A.R.; VIANELLO, R.L. **Meteorologia básica e aplicações.** 2 ed. Viçosa, UFV, 1991.
- ANA - Agência Nacional das Águas.
- AOUAD, M.S.; **Tentativa de Classificação Climática para o Estado da Bahia.** Dissertação de Mestrado. FFLCH/USP. 1978..
- ARCANJO, S.; **Lições elementares de Teoria Musical.** Revisão de O. Sinatra. Ricordi. São Paulo. 1918. 163 p.
- ARMANI, G.; **Análise topo e microclimática tridimensional em uma microbacia hidrográfica de clima tropical úmido de altitude.** vol.1. São Paulo: 2009. 123 f. Tese (Doutorado).
- ARMOND, N.B., **Entre eventos e episódios: as Excepcionalidades das chuvas e os alagamentos no espaço urbano do Rio de Janeiro.** Universidade Estadual, Paulista. 2014.
- CAVALCANTI, I.F.A.; FERREIRA, N. J.; SILVA DIAS, M.A.F.; JUSTI DA SILVA, M. G. A. (Organizadores). **Tempo e Clima no Brasil.** Autores: vários. Editora: Oficina de Textos. ISBN: 9788586238925. Idioma: Português. Encadernação: Brochura. 464 p. - 28x21cm - 1ª edição, 2009.
- CARVALHO, M. M. **Clima urbano e vegetação: estudo analítico e prospectivo do Parque das Dunas de Natal.** Natal, abril de 2001, Dissertação de mestrado.
- BALDO, Maria Cleide. **Variabilidade pluviométrica e a dinâmica atmosférica na bacia hidrográfica do rio Ivaí – PR.** 2006. Disponível em: <http://base.repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/101431/baldo_mc_dr_prud.pdf?sequence=1>. Acesso em: 26/Dez/2014.
- BARROS, J.R.; ZAVATTINI, J.A.; Bases conceituais em climatologia geográfica. Ceará. **Revista Mercator.** n°16. 2009. p.255-261.
- BERTRAND, G.; **Paisagem e geografia física global, esboço metodológico.** Tradução de Cruz. O. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1971.
- BERTALANFFY, L.VON.; **General Systems Theory: a new approach unity of science.** Human Biology, 1951. p. 302-361.
- BERTALANFFY, L. V.; **Teoria geral dos sistemas.** Tradução Francisco M. Guimarães 3º ed. Petrópolis: Vozes, 1977. 351p.
- BERTRAND, G.; Paysage et géographie physique globale. Esquisse méthodologique, **Rev. géogr. des Pyrénées et du Sud-Ouest,** 1968.

- BRINO, W. C.; A abordagem genética na classificação climática. **Revista Geografia**, 2 (3), Rio Claro, 1977.
- BORSATO, V. A. TUTORIAL RITAMNALISE.
- BORSATO, V.A.; MENDONÇA, F.A.; A participação da massa tropical atlântica no estado do tempo no centro sul do Brasil. **REVISTA GEONORTE**, Edição Especial 2, V.1, N.5, p.293 – 304, 2012.
- BOLETINS CLIMANALISE – Marinha do Brasil.
- BRASSEUR, G.; SOLOMON, S.; **Aeronomy of the middle atmosphere. Dordrecht, Holanda.** D. Reidel Publishing. 1986.
- BRINO, W. C.; **Contribuição à definição climática da Bacia do Corumbataí (SP) e adjacências. Dando ênfase à caracterização dos tipos de tempo.** 1973.. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Rio Claro. 1973.
- BRITTO, M. C.; FERREIRA, C. C. M.; Análise espacial da diversidade de ecossistemas e paisagens da Bacia do Rio Paraibuna – MG, utilizando técnicas do sistema de informação geográficas e sensoriamento remoto. São Paulo. In: **Anais do XI Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada.** 2005.
- CÂMARA, G; MEDEIROS, J. S.; Princípios básicos em geoprocessamento. In: ASSAD, Eduardo Delgado; SANO, Edson Eyji (Orgs.). **Sistemas de informações geográficas. Aplicações na agricultura.** 2. Ed., ver. e ampl. Brasília: Embrapa-SPI/ EMBRAPA-CPAC, 1998.
- CASTRO, M.C.; **Natureza do Sistema geográfico de Informação.** Rio de Janeiro. UFRJ. (Dissertação). 1996.
- CASTRO FILHO, H.C.; STEINKE, E.T.; STEINKE, V.A.; Análise espacial da precipitação pluviométrica na bacia do lago Paranoá: comparação de métodos de interpolação. **REVISTA GEONORTE**, Edição Especial 2, V.1, N.5, p.336 – 345, 2012.
- 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, 2009.
- CONTI, J. B.; **O meio ambiente Tropical.** Geografia, v.14, n28, p.69-79, 1989.
- CURRY, L.; Climate and Economic Life: A new Approach (with examples from the United States. **The Geographical Review.** Volume 2, 1952. p. 367-383;
- ELY, D. F. Delineamentos teóricos-metodológicos da climatologia geográfica brasileira a partir da análise das teses e dissertações produzidas nos programas de pós-graduação em Geografia. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, 7., 2006. Rondonópolis. **Anais...** Rondonópolis: UFMT.
- FERREIRA, C.C.M., **Zoneamento Agroclimático para implantação de sistemas agroflorestais com eucaliptos em Minas Gerais.** Viçosa, UFV, 1997, (Dissertação de mestrado em meteorologia agrícola – UFV). 1997.
- FERREIRA, C. C. M. **Tipos de tempo de categorias climáticas na Bacia do Rio Paraibuna – MG.** São Paulo: USP, 2002. Tese (Doutorado) Universidade de São Paulo.

- FERREIRA, J.S.; Teoria e Método em Climatologia. Manaus. **Revista Geonorte. Volume 1. Edição Especial. nº5. 2012. p.766-773.**
- FERREIRA, M.C.; **Iniciação a análise geoespacial.** São Paulo. UNESP. 2014.
- FIALHO, E.S., **As chuvas e a (des)organização do espaço urbano carioca. Rio de Janeiro, UFRJ, 1988** (Dissertação de mestrado em geografia –UFRJ), 1988.
- FITZ, P.R.; **Geoprocessamento sem complicação.** São Paulo: Oficina de textos, 2008.
- FLORES, E. F. **Sistema de Informação Climatológica: desenvolvimento e inserção no sistema de informação geográfica GEO-INF+MAP.** 1995. 86 f. Dissertação (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Rio Claro.
- GALVANI, E.; LUCHIARI, A. Critérios para classificação de anos com regime pluviométrico normal, seco e úmido. In: GALVANI, E.; LIMA, N. G. B. **Climatologia aplicada: resgate aos estudos de caso.** 1. Ed. Curitiba: CRV, 2012. p. 4-29.
- GOLFARI, L.; **Esquema de zoneamento ecológico florestal para o Brasil.** Rio de Janeiro: IBDF. 1974.
- HERRMANN, M.L.P.; **Problemas geoambientais na faixa central do litoral catarinense.** 1998. Tese (doutorado). USP.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
- INMET - Instituto Nacional de Meteorologia.
- KÖPPEN, W.; **Classification of climates according to temperature, precipitation and annual run.** Petermann's Mitt, v. 64, pp. 193-203, 1918.
- KOUSKY, V. E. ; KAYANO, M. T. ; CAVALCANTI, I. F. A. , 1984. **A review of the southern oscillation oceanic atmospheric circulation changes and related rainfall anomalies.** Tellus, 36 A: 490-504.
- KOUSKY, V. E; I. F. A.CAVALCANTI, 1984. Eventos Oscilação Sul / El Nino. Características, evolução e anomalias de precipitação. **Ciência e Cultura**, Vol.36(11):1888-1899.
- LANG, BLASCHKE, S.; BLASCHKE, T. **Análise da paisagem com SIG.** São Paulo, SP: Oficina de Texto, 2009.
- LEFEBVRE, H.; **Èlements de rytmanalyse. Introduction à la connaissance des rytmes.** Editions Syllepse, Paris, 1992. 109p.
- LOMBARDO, M. A.; O clima e a cidade. **Boletim Climatológico.** Universidade Estadual Paulista. Ano 1, n.2, nov. 1996.
- MENDONÇA, F., DANNI-OLIVEIRA, I.M.; **Climatologia, noções básicas e climas do Brasil.** Oficina de Textos. São Paulo. 2007.

- MOLION, L.C.B.; Climatologia dinâmica da região Amazônica: mecanismos de precipitação. **Revista Brasileira de Meteorologia**, 2(1). 1987. p. 107 - 117.
- MONTEIRO, C. A. M.; **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: Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo, 1969 (Série Teses e Monografias nº 1).
- MONTEIRO, C. A. M.; **Análise rítmica em climatologia: problemas da atualidade em São Paulo e achegas para um programa de trabalho**. São Paulo: Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo, 1971.
- MONTEIRO, C. A. F.; **A dinâmica climática e as chuvas do estado de São Paulo: estudo geográfico sob forma de atlas**. São Paulo: IGEOG, 1973.
- MONTEIRO, C.A.F.; **Teoria e Clima Urbano**. São Paulo: Universidade de São Paulo/ Instituto de Geografia, 1976. 181 p.
- MONTEIRO, C. A. M.; Derivações Antropogênicas dos Geossistemas Terrestres no Brasil e Alterações Climáticas: perspectivas urbanas e agrárias ao problema de elaboração de modelos de avaliação. In: Simpósio sobre comunidade vegetal como unidade biológica, turística e econômica. São Paulo. **Anais**, 1978. p. 43-76.
- MONTEIRO, C. A. F.; **The everonmental quality in the Ribeirão Preto region – SP: an attempt**. Latin American Region Conference Brazil. 1982.
- MONTEIRO, C.A.F.M.; **Clima e excepcionalismo: conjecturas sobre o desempenho da atmosfera como fenômeno geográfico**. Florianópolis: UFSC, 1991. 241 p.
- MONTEIRO, C. **Geossistemas: a história de uma procura**. São Paulo: Contexto, 2001;
- MONTEIRO, C. A. F.; MENDONÇA, F.; **Clima Urbano**. São Paulo: Contexto, 2003.
- NIMER, E.; **Climatologia do Brasil**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, RJ; de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, RJ; 1989.
- OLIVEIRA, C. H.; PIRES, A. M. Z. C. R.; **Faces da polissemia da paisagem**. São Carlos: RiMa, 2004. p. 1-21.
- PAESE, A.; SANTOS, J. E.; Ecologia da paisagem: abordando a complexidade dos processos ecológicos. In: SANTOS, J. E.; CAVALHEIRO, F.; PIRES, J. S. R.; OLIVEIRA, C. H.; PIRES, A. M. Z. C. R. (Eds). **Faces da polissemia da paisagem**. São Carlos: RiMa, 2004. p. 1-21.
- OLIVEIRA, D. E. ; FERREIRA. C.C.M.; Estimativa da distribuição do balanço de radiação global na bacia hidrográfica do rio Paraibuna, MG/RJ, e suas correlações com atributos do meio físico. In: XV Semana de Geografia e II Seminário da Pós-Graduação em Geografia, 2013, Juiz de Fora. **Cd de anais**, 2013.
- OLIVEIRA,D.E.; PIMENTEL, F.O.; ASSIS, D.C., FERREIRA, C.C.M.; Produção do espaço, padrões de cobertura da terra e alterações climáticas regionais, um estudo de caso da bacia hidrográfica do rio Paraibuna – MG/RJ.In III Seminário da Pós Graduação em Geografia da UFJF,Juiz de Fora-MG. **Disponível em CD Room**. 2014.

- OLIVEIRA, D.E.; ASSIS,D.C.; .PIMENTEL, F.O.; FERREIRA,C.C.M.; Considerações sobre a precipitação na bacia hidrográfica do rio paraibuna, MG/RJ, um resgate da série meteorológica compreendida entre 1980 E 2010. In **VII Congresso Brasileiro de Geógrafos**, 2014,Vitória-ES. Disponível em: <<http://www.cbg2014.agb.org.br/site/anaiscomplementares?AREA=4>> Acesso:05/01/2015.
- OLIVEIRA,D.E.; ASSIS,D.C.; FERREIRA, C.C.M.; Definição de unidades climáticas para a bacia hidrográfica do rio Paraibuna, MG/RJ, In Simposio Brasileiro de Climatologia Geográfica,2014, Curitiba-PR **diponilizado em midia** (pendrive do evento).
- ORLANDO, P. H. K. **Consequências da ocupação e uso das terras da Represa de São Pedro no município de Juiz de Fora MG**. São Paulo. 1998.162 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, SP.
- PÉDELABORDE, P.; **Introduction à l'étudescientifique du climat**. Paris: SEDES, 1970. 246 p.
- RIBEIRO, O.; **Introdução ao Estudo da Geografia Regional**. Edição/reimpressão: 1995. Editora: João Sá da Costa. Lisboa. 1995.
- ROCHA, C. H. B.; **Geoprocessamento: tecnologia transdisciplinar**. Juiz de Fora: s.n., 2007.
- SANT'ANNA NETO, J. L. Clima e a organização do espaço. **Boletim de Geografia**, Maringá, v. 16, n. 1, p. 119- 131, 1998.
- SANT'ANNA NETO, J. L; ZAVATINI, J. A. **Variabilidade e mudanças climáticas. Maringá**: Editora da EDUEM, 2000. p. 213-233.
- SANT'ANNA NETO, J. L. As chuvas no Estado de São Paulo: a variabilidade pluvial nos últimos 100 anos. In: SANT'ANNA NETO, J. L; ZAVATINI, J. A. **Variabilidade e mudanças climáticas**. Maringá: Editora da EDUEM, 2000. p. 95-119.
- SANT'ANNA NETO, J.L.; Por uma Geografia do Clima, antecedentes históricos, paradigmas contemporâneos e uma nova razão para um novo conhecimento. **Revista Terra Livre**, nº 17, 2º semestre de 2001, p. 49-62.
- SANT'ANNA NETO, J.L.; A análise geográfica do clima: produção de conhecimento e considerações sobre o ensino. Londrina. **Revista Geografia**. Volume 11. nº2. 2002. p.321-328.
- SANT'ANNA NETO, J.L.; Da climatologia geográfica à geografia do clima, gênese, paradigmas e aplicações do clima como fenômeno geográfico. **Revista AMPEGE**. Volume 4. 2008. p.51-72.
- SANT'ANNA NETO, João Lima. Decálogo da climatologia do sudeste brasileiro. **Revista Brasileira de Climatologia**, Rio de Janeiro, v. 1, p. 43-60, 2005.
- SANTOS, M. **A natureza do espaço**. São Paulo: Hucitec, 1996. Reimpressão 2014

- SARTORI, M. G. B.; **O clima de Santa Maria, RS: do regional ao urbano. 1979.** 165 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- SETTE, D. M. **O Clima Urbano de Rondonópolis - MT.** 1996. Dissertação (Mestrado
- SETTE, D. M.; **O holóritmo e as interações trópico extratropical na gênese do clima e as paisagens do Mato Grosso.** Departamento de Geografia – USP. 2000. Tese de Doutorado.
- SETTE, D.M.; TARIFA.J.R.; O El Niño 97/98 e repercussão na gênese dos climas do Mato Grosso (Brasil). **Revista GEOUSP.** n°11. 2002, p.51-67.
- SILVA, C.A.; Pensar, fazer ciência e desafios da pesquisa em climatologia geográfica no Centro-Oeste. Ceará. **Revista Mercator.** n° 1 (número especial), volume 9, dez. 2010, p. 39-51.
- SILVA, J.X.; Z, R. T.; **Geoprocessamento e análise ambiental: aplicações.** Bertrand Brasil, 2004.
- SILVA, C. A. S. **A variabilidade das chuvas na bacia do rio Corumbataí e implicações no consumo e na qualidade das águas do município de Rio Claro (SP).** Rio Claro: Dissertação (Mestrado em Geociências), IGCE, UNESP, 2001.
- SILVA, C. A. S.; **Análise sistêmica, turismo de natureza e planejamento ambiental de Brotas: proposta metodológica.** Campinas, 2006. Tese (Doutorado em Geografia), Instituto de Geociências, UNICAMP.
- SORRE, M.; **Les Fondements de la Géographie Humaine. Tome Premier: Les fondements biologiques.** Paris: Armand. Colin, 1951.
- SOTCHAVA, V. B.; **L' étude des géosystèmes: stade actuel de la géographie physique complexe.** p. 18-21, 1972.
- SILVESTRE, M.R.; SANT'ANNA NETO, J.L.; FLORES, E.F.; Critérios estatísticos para definir anos padrão: uma contribuição à climatologia geográfica. **Revista Formação,** n.20, volume 2 – p. 23-53.
- TAVARES, A. C. Critérios para a escolha de anos padrão para análise rítmica. **Revista Geografia,** São Paulo, 1 (1): 79-87, abril 1976.
- TARIFA, J. R. (2001) **Os Climas na cidade de São Paulo: teoria e prática.** Livro editado pelo Lab. de Climatologia, na série GEOUSP n.4 199 p.
- TARIFA, J.R.; O ritmo e a prática do estudo dos climas de São Paulo (1970-2000). In: TARIFA, J.R.; ARMANI, T.R.; **Os climas da cidade de São Paulo.** São Paulo. **GEOUSP.** n°4. 2001. 1990p.
- TARIFA, J. R.; **Os climas nos Maciços litorâneos da Juréia – Itatins: um ensaio de ritmanálise.** Tese de livre docência. USP. São Paulo. 2002.
- TARIFA, J.R.; SETTE, D.M.; O holóritmo, a ritmanálise e o(s) clima(s): uma contribuição metodológica. Manaus. **Revista Geonorte.** Volume 1. Edição Especial. n°5. 2012. p. 655-666.

- TAVARES, A.C.; Mudanças Climáticas. In GUERRA, A.J.T., VITTE, A.C. (Organizadores). **Reflexões sobre a Geografia Física no Brasil**. Ed Bertrand Brasil. Rio de Janeiro – RJ. 2004. 1ª Edição.
- TRICART, J.; **Ecodinâmica**. IBGE, Rio de Janeiro, 1977.
- ZAVATINI, J. A.; A Climatologia Geográfica Brasileira, o Enfoque e a Noção de Ritmo Climático. **Revista Geografia**. Rio Claro, v. 23, n. 3, p. 5-24, 1998.
- ZAVATTINI, J.; A. O Paradigma da Análise Rítmica e a Climatologia Geográfica Brasileira. **Revista Geografia**, Rio Claro, v. 25, n. 3, p. 25-43, 2000.
- ZAVATTINI, J. A., **Estudos do clima no Brasil**. Alínea Editora, 2004.
- ZAVATTINI, J.A.; A razão da influência: uma teoria do clima. Paraná. **Revista Brasileira de Climatologia**. Volume 1. n°1. 2005.p. 146-158.
- ZAVATTINI, João Afonso. **As chuvas e as massas de ar no estado de Mato Grosso do Sul: estudos geográficos com vista à regionalização climática**. São Paulo : Cultura Acadêmica, Editora UNESP (SP) 2009.
- THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J.R. **The water balance**. Climatology, Drexel Institute of Tecnology, 1955. 104p.
- XAVIER , T. M. B. S. **Tempo de chuva**: estudos climáticos e de Previsão para o Ceará e Nordeste Setentrional. Fortaleza: ABC, 2001.