

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA  
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, LETRAS E ARTES  
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA**

**Ivan Oliveira da Silva**

**A DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS CHUVAS NA ZONA  
DA MATA DE MINAS GERAIS SOB A INFLUÊNCIA DO  
RELEVO**

**Viçosa  
Novembro de 2014**

**Ivan Oliveira da Silva**

**A DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DAS CHUVAS NA ZONA  
DA MATA DE MINAS GERAIS SOB A INFLUÊNCIA DO  
RELEVO**

Monografia apresentada ao curso de  
graduação em bacharelado em Geografia  
da Universidade Federal de Viçosa como  
parte do requisito para a conclusão da  
disciplina Geo – 481 – Monografia e  
Seminário.

Orientador: Prof. Dr. Edson Soares Fialho

**Viçosa  
Novembro de 2014**

## **Ficha catalográfica**

## **Banca examinadora**

---

Prof. Dr. Edson Soares Fialho  
DGE – UFV  
orientador

---

Prof. André Luis Lopes de Faria  
DGE – UFV

---

Prof. Wagner Barbosa Batella  
DGE – UFV

## **Agradecimentos**

A Deus, pela felicidade da vida, pela força ante aos obstáculos.

Aos meus pais, Sebastião e Terezinha, pela orientação nos momentos abstrusos, nas quedas e também nos momentos de vitória.

A meu irmão Jean e sua esposa Juliana, que mesmo estando distantes, são presenças constantes.

A minha esposa Adriana, pelo amor, carinho, companheirismo, e ainda, pela compreensão nas minhas ausências do lar, motivadas por trabalho, por aulas e viagens, por me entender, auxiliar e me acalmar nas dificuldades. Enfim, por me amar...

Ao meu filho Miguel Afonso, presença de luz e alegria, sentido novo para toda a vida futura que Adriana e eu sonhamos.

Ao meu amigo, professor e orientador Edson Soares Fialho, pelas dicas, conselhos, direcionamentos, paciência e incentivos... (**“força na peruca”**).

Aos professores do curso de Geografia pelos saberes compartilhados.

Aos amigos da Universidade, pela troca de experiências.

A COPASA pela disponibilização dos dados de pluviometria.

Aos colegas de trabalho da COPASA, incentivadores constantes.

Enfim, a todos que, direta ou indiretamente participaram de alguma forma na execução deste trabalho.

‘A entrada para mente do homem é o que ele aprende, a saída é o que ele realiza. Se sua mente não for alimentada por um fornecimento contínuo de novas ideias, que ele põe a trabalhar com um propósito, e se não houver uma saída por uma ação, sua mente torna-se estagnada. Tal mente é um perigo para o indivíduo que a possui e inútil para a comunidade’.

**(Jeremias W. Jenks)**

## SUMÁRIO

LISTA DE SIGLAS.....	7
LISTA DE TABELAS.....	8
LISTA DE FIGURAS.....	8
RESUMO.....	10
INTRODUÇÃO.....	11
1.OBJETIVOS.....	12
1.1 OBJETIVO GERAL.....	12
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	12
2. ÁREA DE ESTUDO.....	13
2.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	13
2.2 OCORRÊNCIA DE CHUVAS FORTES NA ZONA DA MATA MINEIRA.....	14
3. METODOLOGIA.....	16
3.1 ORGANIZAÇÃO DOS DADOS PLUVIOMÉTRICOS.....	21
4. A CLIMATOLOGIA E OS SISTEMAS ATUANTES NA ÁREA DE ESTUDO.....	26
4.1 ZONA DE CONVERGÊNCIA DO ATLÂNTICO SUL.....	26
4.2 MASSA EQUATORIAL CONTINENTAL.....	27
4.3 ANTICLILONE DO ATLÂNTICO SUL.....	27
4.4 BAIXA DO CHACO.....	28
4.5 MASSAS POLARES.....	28
4.6 CLIMA.....	30
4.7 CLASSIFICAÇÃO DOS TIPOS DE CHUVA.....	30
4.8 RELEVO.....	33
4.9 ATUAÇÃO DA TOPOGRAFIA SOBRE AS PRECIPITAÇÕES.....	34
4.10 AS VERTENTES TEMPORAIS.....	35
5. A RELACÃO ENTRE A PLUVIOSIDADE E A TOPOGRAFIA.....	37
5.1 ESTAÇÕES DO ANO.....	37
5.1.1 - 2009.....	37
5.1.2 - 2010.....	40
5.1.3 2011.....	42
5.1.4 TOTAL ANUAL.....	45
5.1.5.MÉDIA TRIENAL.....	48
6. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	49
7.CONCLUSÃO.....	57
BIBLIOGRAFIA.....	59

## **LISTA DE SIGLAS**

ANA – Agência Nacional das Águas  
ASAS – Anticiclone do Atlântico Sul  
CEDEC - Coordenadoria Estadual de Defesa Civil  
CEMIG – Companhia Energética de Minas Gerais  
COBRADE – Classificação e Codificação Brasileira de Desastres  
COPASA – Companhia de Saneamento de Minas Gerais  
CPTEC – Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos  
DTAR – Distrito do Alto do Rio Pomba  
DVHD – Divisão de Recursos Hídricos  
EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas  
INMET – Instituto Nacional de Meteorologia  
INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais  
MEC – Massa Equatorial Continental  
MPA – Massa Polar Atlântica  
MTA – Massa Tropical Atlântica  
OMM – Organização Meteorológica Mundial  
PRODEMATA – Programa Integrado de Desenvolvimento da Zona da Mata  
SEMAD – Secretaria de Estado de Meio Ambiente  
SIMGE – Sistema Integrado de Meteorologia e Recursos Hídricos de Minas Gerais  
SPAM – Superintendência de Meio Ambiente  
SSVA - São Sebastião da Vargem Alegre  
VRB – Visconde do Rio Branco  
ZCAS – Zona de Convergência do Atlântico Sul

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Distribuição dos eventos de inundação e alagamento na Zona da Mata Mineira entre os anos de 1991 e 2012.....	15
Tabela 2 - Tabela 2 –localização, coordenadas e altitudes dos pluviômetros.....	22
Tabela 3 - Formulário de Relatório Pluviométrico Geral.....	24
Tabela 4 - Precipitação em mm para o dia 28 de novembro de 2011.....	25
Tabela 5 - Distribuição das maiores e menores precipitações.....	54

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização da Zona da Mata no estado de Minas Gerais.....	13
Figura 1A - Delimitação da área de estudo.....	19
Figura 1A - Municípios da Copasa utilizados segundo a sua topografia.....	20
Figura 2 - Pluviômetro tipo de Ville de Paris.....	23
Figura 3 - Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS).....	27
Figura 3B – massas de ar atuantes no clima da região sudeste.....	29
Figura 4 - Precipitação orográfica.....	31
Figura 5 - Precipitação frontal.....	32
Figura 6 - Precipitação convectiva.....	32
Figura 7 - Precipitação verão de 2009.....	37
Figura 8 - Precipitação outono de 2009.....	38
Figura 9 - Precipitação inverno de 2009.....	39
Figura 10 - Precipitação primavera de 2009.....	39
Figura 11 - Precipitação verão de 2010.....	40
Figura 12 - Precipitação outono de 2010.....	41
Figura 13 - Precipitação inverno de 2010.....	41
Figura 14 - Precipitação primavera de 2010.....	42
Figura 15 - Precipitação verão de 2011.....	43
Figura 16 - Precipitação outono de 2011.....	43
Figura 17 - Precipitação inverno de 2011.....	44
Figura 18 - Precipitação primavera de 2011.....	45
Figura 19 - Precipitação anual 2009.....	46
Figura 20 - Precipitação anual 2010.....	46
Figura 21 - Precipitação anual 2011.....	47
Figura 22 - Precipitação media triênio 2009 a 2011.....	48
Figura 23 - Distribuição regional das chuvas na Zona da Mata Mineira.....	50
Figura 24 - Contorno da serra da Mantiqueira.....	51
Figura 25 - Precipitação para as cidades abaixo de 500m de altitude.....	52
Figura 26 – Precipitação para as cidades acima de 500m de altitude.....	43

Figura 27 - Situação orográfica Mirai, SSVA e Guiricema.....	56
Figura 28 - Precipitação média trienal para Mirai, SSVA e Guiricema.....	56

## RESUMO

O presente trabalho procura analisar a correlação entre a distribuição dos índices de precipitação pluviométrica na Zona da Mata de Minas Gerais e sua correlação com os contrastes de altimetria. Para tanto, foram utilizados os dados pluviométricos de 28 estações convencionais da Companhia de Saneamento de Minas Gerais – COPASA, nas cidades de Além Paraíba, Leopoldina, Cataguases, Dona Eusébia, Santana de Cataguases, Mirai, Rodeiro, São Sebastião da Vargem Alegre, Guiricema, Ervália, Canaã, Santo Antonio do Gramma, Rio Casca, São Pedro dos Ferros, Matias Barbosa, Pequeri, Bicas, São João Nepomuceno, Piraúba, Ubá, Visconde do Rio Branco, São Geraldo, Paula Cândido, Coimbra, Cajuri, Teixeira, Urucânia e Piedade de Ponte Nova, para o período compreendido entre os anos de 2009 e 2011. Foi possível observar que a distribuição das chuvas não necessariamente está ligada diretamente a variações do gradiente altimétrico. Pode-se verificar, no entanto, a redução dos volumes precipitados em um eixo de análise sul/norte, muito provavelmente, em função da própria dinâmica atmosférica regional. Há indícios da existência de processo de chuvas orográficas na serra da Boa Vista, nos trechos iniciais da serra do Brigadeiro entre as cidades de Mirai, São Sebastião da Vargem Alegre e Guiricema, porém, necessitando de uma análise temporal mais consistente e aprofundada.

**Palavras-chave:** Pluviometria, Relevo, Topografia, Zona da Mata.

## INTRODUÇÃO

Minas Gerais se destaca por apresentar grande diversidade de climas, em razão de ser uma região tropical de transição climática. A climatologia do estado se origina de circulações globais, como as células de circulação atmosférica tropical, e os sistemas frontais e de suas interações com a continentalidade tropical e a topografia regional, bastante acidentada (CUPOLILLO; ABREU; VIANELLO, 2008).

Em relação ao aspecto climático, a Zona da Mata de Minas Gerais, tem duas disposições segundo a classificação de Köppen-Geiger: Tropical nas regiões mais baixas e Tropical de altitude nas porções mais elevadas do território.

A mesorregião da Zona da Mata está situada na porção sudeste do estado de Minas Gerais, sendo composta de acordo com o IBGE (2012) por 142 municípios, englobados em sete microrregiões geográficas designadas em função de seus municípios mais populosos: Juiz de Fora, Viçosa, Muriaé, Ponte Nova, Cataguases, Manhuaçu e Ubá. Ao descreverem a região NETTO e DINIZ (2005, p. 9348) dizem que:

A Zona da Mata de Minas Gerais ocupa uma área correspondente a 6,1%, ou seja, 35.137,50 Km<sup>2</sup> da superfície da região sudeste do Estado, limitando-se ao norte com as mesorregiões Metalúrgica e Rio Doce; a leste com os Estados do Espírito Santo e Rio de Janeiro; ao sul com o Estado do Rio de Janeiro e a oeste com as mesorregiões Sul, Campos das Vertentes e Metalúrgica. Banhada por duas das mais importantes bacias hidrográficas do Brasil, ao sul e leste pela bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul e ao norte pela bacia hidrográfica do Rio Doce. A maior parte da região é ocupada por morros e colinas, entre 500 e 900 metros de altitude, erguendo-se a sudoeste as escarpas da Mantiqueira, e a nordeste os pontões do Caparaó, dentre os quais se destaca o Pico da Bandeira. Predomina o clima tropical de altitude, de verões quentes, nas partes baixas. Os trechos elevados da Mantiqueira e do Caparaó apresentam verões brandos.

No tocante a formação geológica, pode-se dizer que os planaltos e serras do atlântico leste-sudeste são resultantes de diversos ciclos de dobramentos acompanhados de metamorfismos regionais, falhamentos e extensas intrusões orogenéticas do Pré-cambriano, sendo que estas foram sucedidas por intensos ciclos de erosão.

O processo epirogenético pós-cretáceo perdurou até o Terciário Médio, gerou o soerguimento da plataforma sul-americana, reativou os falhamentos antigos o que resultou em escarpas acentuadas, como as das serras da Mantiqueira e do Mar, e fossas tectônicas, como as do médio vale do Paraíba do Sul.

O relevo dominante do planalto Atlântico é constituído por morros com formas de topos convexos, elevada densidade de canais de drenagem e vales profundos, o que

foi caracterizado como domínio dos mares de morros (AB'SÁBER, 1966). Estas escarpas e depressões dão a Zona da Mata de Minas Gerais altitudes que variam da mínima de 100 m na foz do rio Pirapetinga junto ao Paraíba do Sul na divisa entre Minas Gerais e Espírito Santo até 2892 m no cume do Pico da Bandeira nas divisas dos mesmos estados. É, portanto, neste ambiente geográfico que faremos as análises da distribuição das chuvas e sua relação com a altimetria, para as cidades de Além Paraíba, Leopoldina, Cataguases, Dona Eusébia, Santana de Cataguases, Mirai, Rodeiro, São Sebastião da Vargem Alegre, Guiricema, Ervália, Canaã, Santo Antonio do Gramma, Rio Casca, São Pedro dos Ferros, Matias Barbosa, Pequeri, Bicas, São João Nepomuceno, Piraúba, Ubá, Visconde do Rio Branco, São Geraldo, Paula Cândido, Coimbra, Cajuri, Teixeiras, Urucânia e Piedade de Ponte Nova, para o período de 2009 e 2011. Este trabalho apresenta uma importante contribuição como ferramenta de gestão para a escala regional, pois, propicia um maior conhecimento da espacialização e da distribuição das precipitações. Conhecer as diversidades do clima e suas escalas pode ser um item essencial no tocante ao planejamento das atividades e intervenções a serem implantadas no território.

## **1. OBJETIVOS**

A relação entre a dinâmica atmosférica regional associada à disposição do relevo, por sua vez, gera a possibilidade de ocorrência de chuvas intensas em regiões específicas, por conta da orientação do relevo.

Nesse sentido, a presente pesquisa buscará compreender a dinâmica das chuvas em relação a sua distribuição na Zona da Mata Mineira e a possível relação existente a topografia. Tendo isto como foco central do trabalho, a pesquisa tem como objetivos:

### **1.1. OBJETIVO GERAL**

Analisar os índices de precipitação pluviométrica e sua correlação com a topografia na Zona da Mata de Minas Gerais.

### **1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

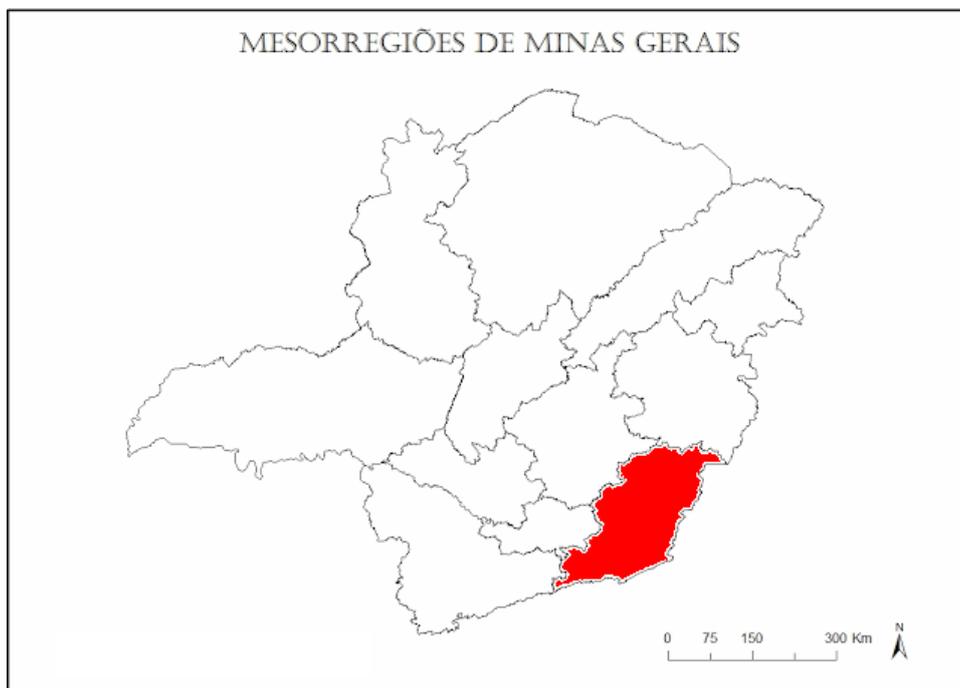
1. Verificar quais são os mecanismos climáticos atuantes na região da Zona da Mata de Minas Gerais.

2. Verificar se a topografia da região exerce influência na dinâmica da distribuição espacial de precipitação de chuvas.
3. Identificar a existência de chuvas orográficas.

## 2. ÁREA DE ESTUDO

### 2.1. LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A mesorregião da Zona da Mata ocupa a porção sudeste de Minas Gerais correspondendo a 6,1% do território do Estado. Limita-se ao norte com as mesorregiões Metalúrgica e Rio Doce; a leste com os Estados do Espírito Santo e Rio de Janeiro; ao sul com o Estado do Rio de Janeiro e a oeste com as mesorregiões Sul, Campos das Vertentes e Zona Metalúrgica. Seu nome deriva-se da densa cobertura vegetal de Mata Atlântica que outrora apresentava hoje reduzida a pequenas manchas florestais e capoeirões. Nas demais áreas, a vegetação arbórea foi substituída por pastagens naturais (gramíneas forrageiras) e artificiais (Capim Gordura e Brachiaria, ambos de origem africana) onde se pratica criação de gado leiteiro e de corte. (BRANCO, 2000 adaptado)



**Figura 1 – localização da zona da mata no estado de Minas Gerais. adaptado**

A agricultura praticada em pequenas e médias propriedades e representada, sobretudo por culturas de milho, feijão e café, sendo que esta ,última foi a responsável por colocar a região como uma das mais ricas do estado no início do século XX. Com o enfraquecimento da cultura e a conseqüente erradicação da maior parte dos cafezais, a

economia da região sofreu um colapso profundo, o que contribuiu sobremaneira para a estagnação econômica nas décadas seguintes, aliando-se neste contexto o fato de que nenhuma ou modestas políticas públicas tenham sido lançadas para mudar a situação até a década de 80 do século XX.

No início dos anos de 1980, a estratégia governamental passou a contemplar algumas regiões estagnadas, e a Zona da Mata era uma área prioritária frente à sua perda na participação econômica estadual, com a criação do Programa Integrado de Desenvolvimento da Zona da Mata - PRODEMATA (CARNEIRO, 2008).

No novo quadro, as atividades econômico-industriais de diversos ramos produtivos são agora dispersas na região com ênfase nas cidades de Juiz de Fora, Ubá, Muriaé, Leopoldina, Cataguases, Visconde do Rio Branco e Ponte Nova. A microrregião de Viçosa com seu polo educador, a Microrregião de Manhuaçu com café e a Microrregião de Ponte Nova com a cultura de açúcar completam o quadro. Nota-se que as cidades acima já desempenhavam uma supremacia anterior e foram as que mais se sobressaíram na nova configuração, o que contribui ainda para a inércia da maioria dos municípios menores, exceto alguns poucos que estão sendo englobados pelas atividades industriais das cidades preponderantes. (Netto e Diniz, 2005)

O relevo é bastante acidentado, dissecado, com predomínio de vales estreitos, colinas e serras, constituído por rochas cristalinas antigas do período arqueano. As altitudes variam de 100 m aproximadamente nos vales dos rios Pomba e Paraíba do Sul ate 2892 m no pico da Bandeira na serra do Caparaó, com destaque também para a serra do Brigadeiro com altitudes superiores a 1500 m.

## **2.2 OCORRÊNCIAS DE CHUVAS FORTES NA ZONA DA MATA MINEIRA**

A região da Zona da Mata de Minas Gerais sofre regularmente com intensos temporais que causam prejuízos materiais e humanos. A região é, segundo a Coordenadoria Estadual de Defesa Civil (CEDEC) a mais afetada por desastres oriundos de precipitação intensa no estado de Minas Gerais, tais como inundações, enxurradas e alagamentos,<sup>1</sup> atingindo a área da bacia do Rio Doce (notadamente o seu

---

<sup>1</sup> **Inundação** – submersão de áreas fora dos limites normais de um curso de água em zonas que normalmente não se encontram submersas. **Alagamento** – extrapolação da capacidade de escoamento dos sistemas de drenagem urbanos e acúmulo de água em ruas, calçadas e outras infraestruturas urbanas. **Enxurrada** – escoamento superficial de alta velocidade e energia, provocado por chuvas intensas e concentradas. Fonte: COBRADE – Classificação e Codificação Brasileira de Desastres.

rio formador – o Rio Piranga) ao norte e as bacias dos rios Pomba, Muriaé e Paraibuna ao sul, todos tributários do rio Paraíba do Sul.

No caso das 28 cidades objeto de estudos neste trabalho, entre os anos de 1991 a 2012 os eventos totais foram segundo o Atlas Brasileiro de Desastres Naturais – 1991 a 2012- Volume Minas Gerais os seguintes (Tabela 1):

Ao analisar os dados, constata-se que apenas duas cidades não apresentaram nenhum dos 3 tipos de eventos: Pequeri e São Sebastião da Vargem Alegre. As outras apresentaram principalmente eventos ligados a inundações e enxurradas sendo que, somente Mirai apresentou episódio ligado a alagamento. As inundações são um fenômeno bastante observado conforme o caso analisado por Nascimento (2010) na cidade de Piranga - MG.

... ao longo de sua história, o rio Piranga apresentou dois registros de enchentes de grande significado para a cidade: nos anos de 1979 e 1997 (SIMGE, 2009). Em 1979, a chuva castigou Minas Gerais por quase dois meses, ocasionando o transbordamento de muitos rios; contudo, nesta época existiam poucas casas nas proximidades do rio no perímetro urbano. Em 1997, o volume da vazão do rio aumentou rapidamente durante a madrugada em virtude de uma tromba d'água em sua cabeceira... Em dezembro de 2008, novamente as enchentes voltaram a assolar a cidade, agora com uma magnitude superior às duas enchentes anteriores. No final da primeira quinzena de dezembro, a ZCAS predominou sobre Minas Gerais entre os dias 12 a 21 (BORSATO, 2009; NASCIMENTO, 2009). Em Piranga, no dia 16 foram registrados 152,8 mm de chuva em 24 horas, o equivalente a 28,2% do total pluvial do mês. Deste modo, o presente trabalho procura investigar os danos causados e as prováveis causas da maior enchente Registrada na cidade de Piranga, bem como suas consequências. (NASCIMENTO, 2010).

Tabela 1 – Distribuição dos eventos de inundação e alagamento na Zona da Mata Mineira entre os anos de 1991 e 2012 com base nos dados do Atlas Brasileiro de Desastres Naturais – 1991 a 2012 - Volume Minas Gerais.

Município	Inundação	Alagamento	Enxurrada	Total
M. Barbosa	1	0	2	3
Pequeri	0	0	0	0
Bicas	2	0	2	4
A. Paraíba	0	0	5	5
S. J. Nepomuceno	2	0	0	2
Leopoldina	1	0	2	3
Cataguases	3	0	6	9
Dona Eusébia	2	0	2	4
Piraúba	2	0	2	4
Santana de Cataguases	0	0	2	2
Rodeiro	1	0	0	1
Mirai	3	1	2	6
Ubá	1	0	4	5
S.S. V. Alegre	0	0	0	0
V. R. Branco	0	0	6	6
Guiricema	2	0	2	4
São Geraldo	4	0	3	7

Paula Cândido	2	0	0	2
Coimbra	0	0	2	2
Ervália	2	0	2	4
Cajuri	1	0	0	1
Canaã	3	0	3	6
Teixeiras	3	0	0	3
Urucânia	1	0	3	4
S. A. Grama	2	0	2	4
P. P. Nova	2	0	2	4
Rio Casca	6	0	3	9
S. P. Ferros	3	0	0	3
Total Geral	49	1	57	107

Na bacia sul, os afluentes do rio Paraíba do Sul: o Rio Pomba, o Rio Muriaé, o Paraibuna e o Rio Xopotó são aqueles que pertencentes à Zona da Mata Mineira também são muito afetados por catástrofes oriundas de cheias e inundações.

...nos eventos mais recentes, tais como os ocorridos em 2007 e 2008, houve maior propensão das bacias dos rios Pomba e Muriaé às ocorrências de inundações e alagamento de áreas urbanizadas. Em 2008, vários municípios dos Estados de Minas Gerais e do Rio de Janeiro foram atingidos pelas cheias. Considerada pelos moradores das cidades atingidas um evento mais severo que o de 2007, a enchente foi originada de uma precipitação ininterrupta, que durou uma semana. Os rios Pomba e Muriaé subiram cerca de 10 e 8 metros, respectivamente. As cidades mais castigadas foram Cataguases (70% do município afetado); Muriaé (aproximadamente dez mil pessoas desalojadas e mais de quarenta famílias desabrigadas); Carangola (mais de cento e cinquenta pessoas desalojadas); e Cardoso Moreira (em que o rio Muriaé atingiu 3,8 metros acima da cota de extravasamento). Em outras cidades os moradores também tiveram que deixar suas casas por conta do risco de inundações: Natividade, Itaocara, Aperibé, Italva, Porciúncula, Campos dos Goytacazes e Cambuci (ANA, 2011).

Mais recentemente em 2012 a cidade de Guidoal - MG foi devastada pela enchente do rio Xopotó (existe outro rio com este mesmo nome na bacia do rio Doce) durante episódio de intensas chuvas ocorridas em janeiro deste ano.

### 3. METODOLOGIA

A escolha da Zona da Mata de Minas Gerais como área de estudo foi determinada a priori, por a mesma possuir características que vinham ao encontro com o trabalho proposto, ou seja, particularidades topográficas que apresentam variações de altitudes não muito elevadas visto que, em variações grandes de altitude o efeito orográfico é altamente atuante.

A região da Mata Mineira mesmo com ponto de menor altitude próximo de 100 metros e máxima acima de 2800 metros, apresenta a maior parte da região inserida em baixadas na faixa entre 200 e 400 metros e as partes altas na faixa de 700 a 900 metros e é neste contexto de amplitudes de relevo que este autor busca a influência no regime

distributivo das chuvas. Outro fator preponderante foi a existência de uma malha operacional de pluviômetros da Companhia de Saneamento de Minas Gerais instalada na região, com a localização de cada ponto e altitude do mesmo ponto.

A distância entre a cidade mais ao sul (Matias Barbosa) e a cidade mais ao norte (São Pedro dos Ferros) em linha reta é de aproximadamente 206 km (duzentos e seis quilômetros) conforme espacialização territorial dos 28 municípios (Figura 1A e 1B).

A área de abrangência deste trabalho foi limitada a 28 municípios (aqueles para os quais a serie de dados se mostrou mais consistente no período estudado) compreendidos entre as coordenadas [21°51'50.99"S – 43°18'36.58" O (Matias Barbosa)], [20°52'46.15"S – 42°58'44.21" O (Paula Cândido)], [20°14'55.01"S – 42°44'40.59" O (Piedade de Ponte Nova)], [20°10'41.78"S – 42°31'46.25" O (São Pedro dos Ferros)], [21°16'58.29"S – 42°33'01.78" O (Santana de Cataguases)], e [21°51'54.27"S – 42°40'24.19" O (Além Paraíba)]. Serão construídos gráficos apresentando a dispersão dos volumes precipitados em relação às altitudes dos pontos de instalação dos pluviômetros da Copasa. Deixa-se claro neste momento que não adotaremos as altitudes usadas para cada cidade definidas oficialmente pelo IBGE, mas sim as cotas altimétricas fornecidas pela Copasa do ponto onde está localizado o pluviômetro. Para auxiliar as análises lançaremos mão do uso **coeficiente de correlação linear de Pearson**.

O coeficiente de correlação linear de Pearson é uma medida de associação linear entre variáveis. Este coeficiente varia de -1 e 1. O valor 0 significa que não há relação linear, o valor 1 indica uma relação linear perfeita e o valor -1 também indica uma relação linear perfeita mas inversa, ou seja quando uma das variáveis aumenta a outra diminui. Portanto, quão mais próximo o resultado estiver de 1 ou -1, mais forte é a associação linear entre as duas variáveis (FILHO; JÚNIOR, 2009).

A fórmula para a correlação linear de Pearson é apresentada a seguir:

$$r = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{(\sum (x_i - \bar{x})^2)(\sum (y_i - \bar{y})^2)}}$$

Como na prática é difícil achar coeficientes extremos de 0 ou 1, a definição propõe que quanto mais próximo de 1, maior a associação entre as variáveis e ao contrario quanto mais próximo de 0, menor grau de associação.

O estudo da precipitação de um determinado lugar tem como uma das preocupações o tamanho da área a ser monitorada e qual a densidade da rede pluviométrica inserida neste espaço, além das variáveis pertinentes à conformação do relevo (COELHO; ABREU, 2007)..

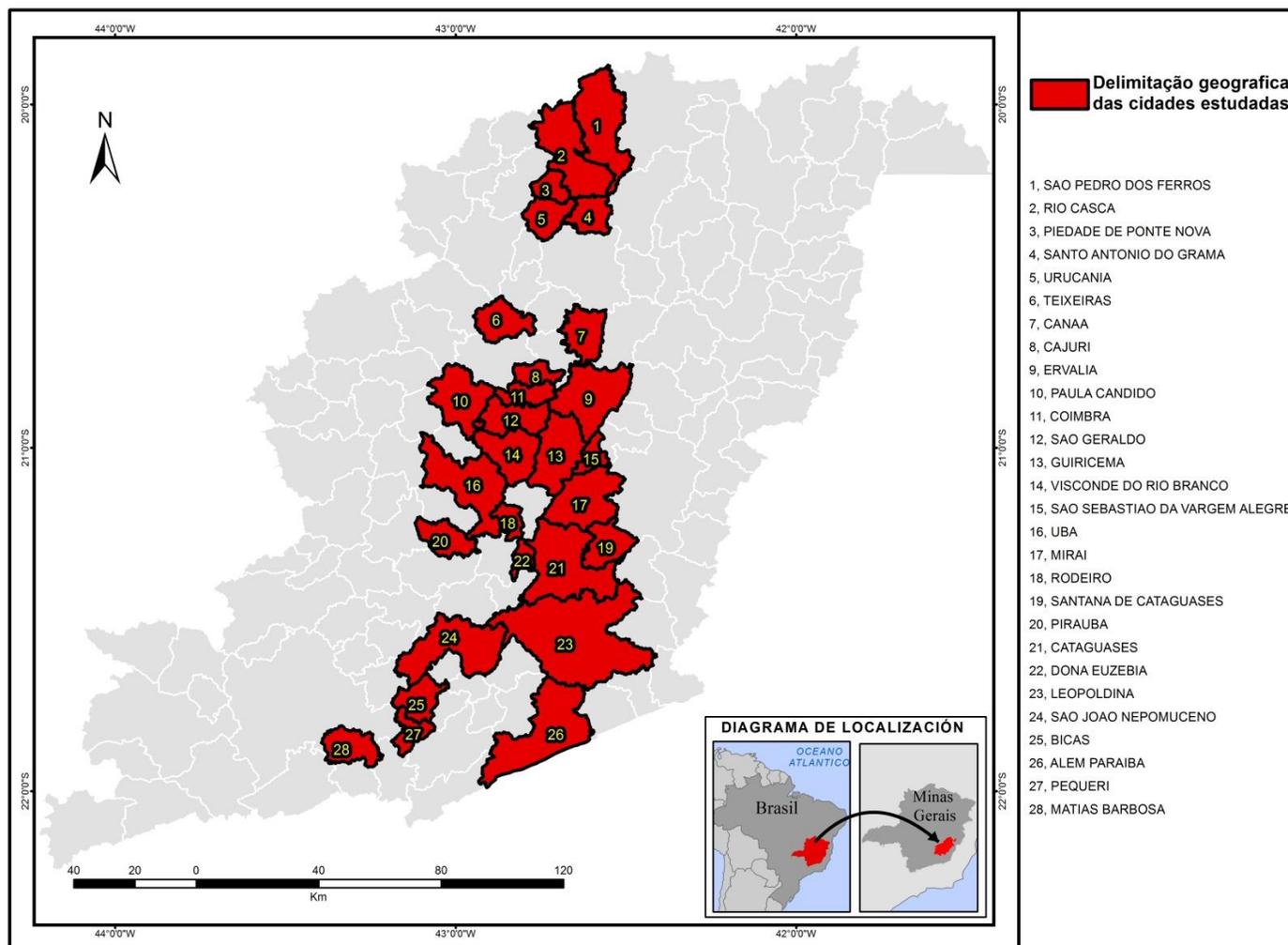


Figura 1A. Delimitação da área de estudo.

Fonte: COPASA

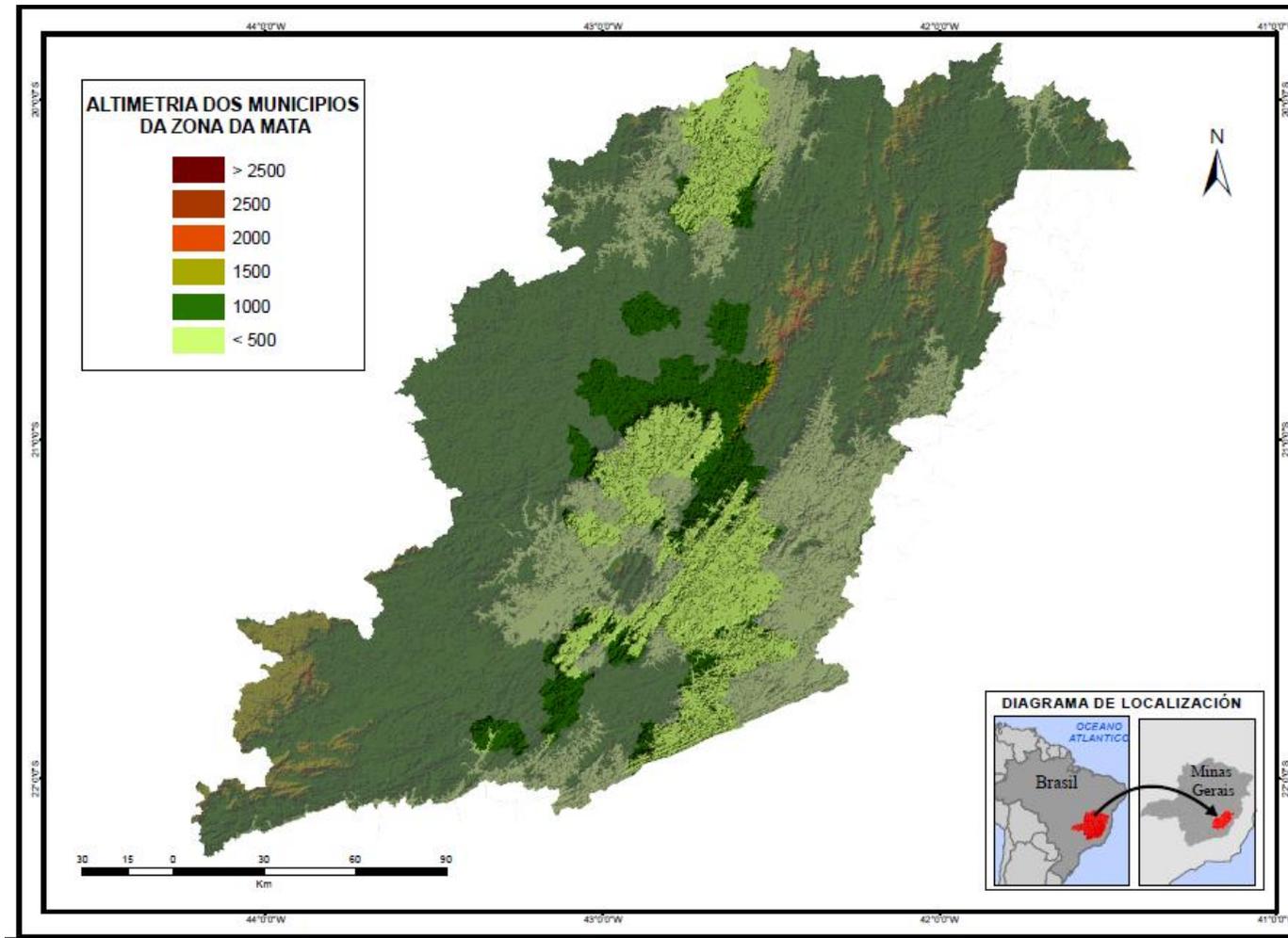


Figura 1B. Municípios da Copasa utilizados segundo a sua topografia.  
 Fonte: COPASA

Portanto, e com base na definição preconizada acima, a construção deste trabalho buscou por fontes de monitoramento climatológico que abrangessem o máximo possível a região da Zona da Mata de Minas Gerais.

Em Minas Gerais os dados são consolidados no Sistema de Meteorologia e Recursos Hídricos de Minas Gerais (SIMGE), operado pelo Instituto Mineiro de Gestão das Águas (IGAM), órgão vinculado a Secretaria de Estado de Meio Ambiente (SEMAD). O SIMGE conta com aporte técnico/científico do Centro de Previsão e Estudos Climáticos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (CPTEC/INPE).

O sistema SIMGE é alimentado por dados obtidos em suas fontes de telemetria própria e por diversas outras estações de monitoramento automáticas e convencionais da Agência Nacional de Águas (ANA), Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG), Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e da COPASA, espalhadas por todo o território mineiro.

Como este autor é funcionário da COPASA, optou-se então por buscar as medições efetuadas por esta empresa, por considerar que seria o caminho mais fácil. Ficou logo evidente nos primeiros contatos com a COPASA que a obtenção de dados não seria uma tarefa tão simples como se poderia pensar, o que dificultou de maneira significativa este trabalho. Deste modo, foram vários contatos com a Divisão de Hidrologia da COPASA (DVHD), até que enfim se consolidasse a liberação dos dados, após aproximadamente três meses de troca de informações, sendo necessária inclusive a ajuda do corpo gerencial do Distrito do Alto Rio Pomba (DTAR), unidade macro administrativa da empresa sediada em Ubá - MG. Esta dificuldade, acredita este autor deve ser geral e talvez reflita de maneira contundente na pouca quantidade de trabalhos técnico-científicos pertinentes sobre o assunto em todo o Brasil.

Assim, com a base de dados disponibilizada escolheram-se aqueles que apresentaram uma consistência temporal mais relevante e que se traduziram em dados de 28 pluviômetros (Figura 1).

### **3.1 ORGANIZAÇÃO DOS DADOS PLUVIOMÉTRICOS**

Após os contratemplos iniciais, e já de posse dos dados fornecidos pela COPASA, passou-se a fase de uma análise preliminar dos documentos recebidos. As estações da COPASA são em sua grande maioria de implantação recente, localizadas (Tabela 2) nas cidades operadas com saneamento pela companhia dentro das áreas

limítrofes de suas unidades (Poços, Estações de tratamento de água, escritórios) e operam pluviômetros do tipo Ville de Paris (Figura 2) e tiveram suas medições iniciadas nos anos de 2004 e 2007. Então, decompondo os dados que foram recebidos, e sendo que estes perfaziam um espaço temporal entre 2002 e 2011, este autor optou por utilizar os anos de 2009, 2010 e 2011, pois estes períodos apresentaram uma uniformidade melhor de informações.

Tabela 2. Localização das estações e altitudes do ponto de instalação do pluviômetro da COPASA na área de estudo.

**LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES E ALTITUDES**

CIDADE	COORDENADA DO PLUVIÔMETRO	ALTITUDE DO PLUVIÔMETRO
1. ALEM PARAIBA	21°51'54.27"S – 42°40'24.19"O	237
2. LEOPOLDINA	21°32'17.36"S – 42°38'53.96"O	163
3. CATAGUASES	21°23'18.57"S – 42°42'50.73"O	169
4. DONA EUSEBIA	21°19'05.83"S – 42°48'49.18"O	222
5. SANTANA DE CATAGUASES	21°16'58.29"S – 42°33'01.78"O	233
6. MIRAI	21°11'38.29"S – 42°37'28.96"O	306
7. RODEIRO	21°12'16.80"S – 42°51'37.37"O	281
8. SÃO S. V. ALEGRE	21°04'21.92"S – 42°38'12.04"O	745
9. GUIRICEMA	21°00'39.60"S – 42°43'16.68"O	322
10. ERVALIA	20°51'32.86"S – 42°40'10.66"O	733
11. CANAÃ	20°41'17.79"S – 42°36'56.12"O	790
12. SANTO A. GRAMA	20°18'55.40"S – 42°36'13.06"O	489
13. RIO CASCA	20°13'49.42"S – 42°38'48.38"O	337
14. SÃO P. FERROS	20°10'41.78"S – 42°31'46.25"O	368
15. MATIAS BARBOSA	21°51'50.99"S – 43°18'36.58"O	475
16. PEQUERI	21°50'12.21"S – 43°07'02.02"O	571
17. BICAS	21°42'36.68"S – 43°03'17.31"O	605
18. S. J. NEPOMUCENO	21°31'51.68"S – 43°01'23.96"O	352
19. PIRAUBA	21°16'14.29"S – 43°01'30.60"O	346
20. UBÁ	21°05'31.18"S – 42°58'11.48"O	338
21. V. R. BRANCO	20°59'26.11"S – 42°51'07.59"O	335
22. SÃO GERALDO	20°55'14.31"S – 42°49'42.94"O	376
23. PAULA CÂNDIDO	20°52'46.15"S – 42°58'44.21"O	732
24. COIMBRA	20°50'51.62"S – 42°48'02.92"O	717
25. CAJURI	20°47'35.71"S – 42°47'25.38"O	708
26. TEIXEIRAS	20°39'09.91"S – 42°50'41.69"O	648
27. URUCANIA	20°21'08.09"S – 42°44'26.09"O	437
28. P. P. NOVA	20°14'55.01"S – 42°44'40.59"O	432

Tabela 2 –localização, coordenadas e altitudes dos pluviômetros. Fonte: Copasa

Ainda alicerçado neste período, e afim de se ter uma melhor visão das distribuições pluviométricas no espaço-tempo este trabalho trabalhará com valores anuais, médias trienais e estacionais, assim analisadas em suas especificidades. Portanto, se a topografia exercer alguma inferência na distribuição espacial das chuvas na Zona da Mata de Minas Gerais esta será sopesada por temporalidades estacionais, iniciando-se no ano de 2009 e findando com o ano de 2011.



Figura 2. Pluviômetro modelo Ville-Paris.

Em uma segunda etapa, fez-se necessário uma elaborada verificação dos dados fornecidos pela COPASA, a fim de se detectar possíveis inconsistências de lançamentos nos relatórios diários produzidos nas diversas estações de pluviometria operadas pela empresa. Sabendo de antemão que os dados são produzidos nas localidades operadas e que, as mesmas são efetuadas em duas vias, a primeira enviada a DVHD e a segunda arquivada na localidade, qualquer dúvida que surgisse teria de ser necessariamente dirimida junto à segunda via, com os responsáveis diretos pelas medições.

Como já era esperado constataram-se falhas significativas na consolidação dos dados, conforme pode ser observado (Tabela 3). Neste relatório é demonstrado um índice de precipitação de 580,5 mm (quinhentos e oitenta vírgula cinco milímetros) de chuva para o dia 28 de novembro de 2011 para a cidade de Teixeira – MG. Como o volume é extremamente elevado e não encontra correlação em nenhuma das outras cidades circunvizinhas (Tabela 4), o mesmo levantou dúvidas sobre sua autenticidade. Também foi verificada que não houve qualquer menção a chuva tão intensa na cidade de Teixeira para esta data em nenhum veículo de comunicação na região.

Tabela 3. Formulário de Relatório Pluviométrico Geral

<b>COPASA</b>												
COPASA - SPAM/ DVHD												
SISTEMA DE CONTROLE CLIMATOLÓGICO						LEITURA DE PLUVIOSIDADE DIÁRIA						
DATA: 27/06/2012 14:57:36												
<b>RELATÓRIO PLUVIOMÉTRICO GERAL</b>												
<i><b>CODIGO: 685-000-01-03</b></i>												
<i><b>MUNICIPIOS: TEIXEIRAS</b></i>												
<i><b>LOCALIDADE: SEDE</b></i>												
<i><b>ESTAÇÃO: instalação de pluviômetro</b></i>												
<i><b>ALTITUDE: 0 COORDENADAS: 23K 24550 7714830 Fuso: E: N:</b></i>										<i><b>ANO: 2011</b></i>		
<i><b>DIA</b></i>	<i><b>JAN</b></i>	<i><b>FEV</b></i>	<i><b>MAR</b></i>	<i><b>ABR</b></i>	<i><b>MAI</b></i>	<i><b>JUN</b></i>	<i><b>JUL</b></i>	<i><b>AGO</b></i>	<i><b>SET</b></i>	<i><b>OUT</b></i>	<i><b>NOV</b></i>	<i><b>DEZ</b></i>
01	26,2	0	36	0	0	0	0	0	0	0	2	5,3
02	3,6	0	0,7	0	0	0	0	0	0	0	0	23,7
03	0	0	7	3,8	0	0	0	0	0	0	0	1
04	0	0	17	12,7	0	0	0	0	0	3,5	0	1,8
05	46,3	0	8,3	35,3	0	0	0	0	0	0	0	0,1
06	0,5	0	24,7	7	0	0	0	0	0	0	0	8,5
07	0	0	110	0	0	0	0	0	0	0	0	15,6
08	0	0	11,5	0	0	0	0	0	0	3,8	0,8	2,3
09	0	0	8,3	1,3	0	0	0	0	0	0	8,1	1,7
10	0	0	12,1	0	0	10	0	0	0	0	0	15,1
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	1,3
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1
14	33,8	0	9,9	0	0	0	0	0	0	0,8	22,1	0
15	15	0	1,5	0	0	0	0	0	0	3,2	32,9	10,7
16	40	0	1,7	0	0	0	0	0	0	51,2	28,7	28,7
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,3	7,1	32,6
18	0	0	1	0	0	0	0	0	0	6,7	0,4	37,5
19	0	3,1	0	0	0	0	0	0	0	0	10,3	17,8
20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36,2	44,6
21	0	8,6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
22	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	2,3	0	4,4
23	0	17,3	0	0	0	0	0	0	0	10	35,7	0
24	0	17,5	0,1	0	0	0	0	0	0	14,5	67,3	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,6	0
26	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	8,4	0
27	0	13,5	0	14,8	0	0,9	0	0	0	0	26,4	38,3
28	0	22,2	0	0	0	0	0	0	0	0	580,5	6,7
29	0	--	0	0	0	0	0	0	0	14,5	7,3	36,7
30	0	--	0	0	0	0	0	0	0	4	2,2	6
31	0	--	11,3	--	0	--	0	0	--	4,4	--	0
<i><b>MAX:</b></i>	46,3	22,2	110	35,3	0	10	0	0	0	51,2	580,5	44,6
<i><b>TOT:</b></i>	165,4	92,2	261,1	75	0	10,9	0	0	0	128,2	880	370,5
<i><b>NDC:</b></i>	7	7	16	7	0	2	0	0	0	14	19	24
<i><b>MÁXIMA ANUAL:</b></i>			580									
<i><b>TOTAL DIAS DE CHUVA:</b></i>			96									
<i><b>MÉDIA ANUAL:</b></i>			5,4									
<i><b>TOTAL ANUAL</b></i>			1983,3									

Fonte: COPASA. SPAM/DVHD. Sistema de Controle Climatológico/Leitura de Pluviosidade diária.

Então, resta-nos apenas a possibilidade de erro no lançamento de valores. Lançando mão do contato com a equipe da COPASA na cidade, verificou-se que o valor correto é 58,5mm (cinquenta e oito vírgula cinco milímetros) de precipitação para data em questão. Erros iguais a este de Teixeira foram encontrados em varias outras planilhas e as dúvidas encontradas dirimidas da mesma forma.

Tabela 4. Precipitação em mm para o dia 28 de novembro de 2011

<b>Precipitações pluviométricas em mm para o dia 28 de novembro de 2011</b>						
<b>Cidades circunvizinhas a Teixeira - MG</b>						
Canaã	Coimbra	Ervália	Cajuri	Paula Cândido	Santo Antonio do Grama	Piedade de Ponte Nova
9,9	3,3	5,0	1,0	68,6	34,3	8,9

Fonte: COPASA. SPAM/DVHD. Sistema de Controle Climatológico/Leitura de Pluviosidade diária.

## **4. A CLIMATOLOGIA E OS SISTEMAS ATUANTES NA ÁREA DE ESTUDO.**

Neste capítulo serão abordadas as descrições dos aspectos da topografia, bem como dos mecanismos climáticos atuantes sobre a formação de chuvas na região Sudeste do Brasil, e conseqüentemente sobre a mesorregião da Zona da Mata de Minas Gerais.

### **4.1. ZONA DE CONVERGÊNCIA DO ATLÂNTICO SUL**

As atividades climatológicas correlacionadas a eventos pluviométricos na região da Zona da Mata de Minas Gerais obedecem em geral a um ciclo bem definido, com o início no mês de outubro e fim no mês de março. A intensidade das chuvas neste período é amplamente afetada por uma imensa atividade convectiva de umidade oriunda da região mais ocidental da bacia Amazônica que se principia em idos de agosto e se desloca em uma linha noroeste-sudeste em direção à região sudeste do Brasil. Essa enorme linha de escoamento convergente é denominada Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) (Figura 3).

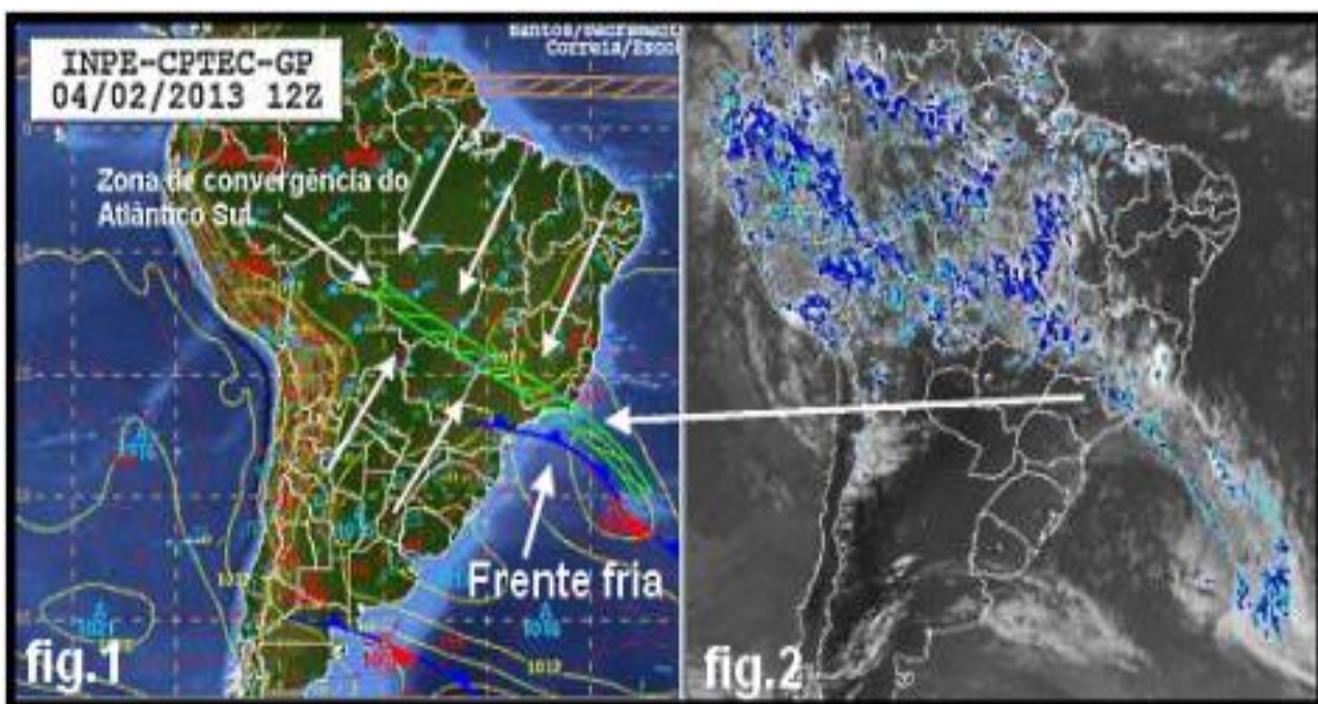
Cavalcanti (2009) cita que embora a ZCAS esteja presente em todos os verões, as variações verificadas em sua distribuição espacial modificam substancialmente a distribuição bem como a intensidade das chuvas, sendo o seu aumento responsável por eventos severos, alagamentos, inundações e deslizamentos de terras e por outro lado, ocorrendo sua diminuição, são comuns os períodos de seca ou má distribuição de chuvas em várias regiões do território brasileiro.

Também já foi observado em estudos de outros autores interferências na ZCAS produzidas pelo fenômeno El Niño para escalas de tempo interanuais.

A variabilidade topográfica oriunda dos planaltos e escarpas da região Sudeste, mais especificamente a Serra do Mar e a Serra da Mantiqueira também exerce preponderância sobre o regime climático.

O fenômeno climático da ZCAS é extremamente atuante sobre a parte espacial mais densamente povoada do território brasileiro, onde se assenta a presença de grandes centros populacionais como Rio de Janeiro, São Paulo e Belo Horizonte, ou seja, a região Sudeste, onde também se concentra uma ampla gama de atividades industriais, agrícolas e pecuaristas, bem como importantes centrais hidrelétricas. Portanto, percebe-se logo que, a variação nos índices de precipitação pluviométrica nesta região produz

amplios e irrestritos desdobramentos na paisagem e na vida cotidiana de seus milhões de moradores.



**Figura 3: Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS)**  
Fonte: <http://bussoladeplasma.wordpress.com>. Acesso em 10/09/2013.

#### **4.2. MASSA EQUATORIAL CONTINENTAL**

A massa equatorial continental (MEC) é o sistema mais importante no aspecto umidade, pois a baixa pressão e as elevadas temperaturas favorecem a intensificação das correntes convectivas e as precipitações e elevada taxa de umidade. No período do verão as chuvas convectivas ocorrem em todo o Centro-Sul do Brasil e são mais abundantes no Centro-Oeste. No Hemisfério Sul, no inverno ela se retrai e atua mais intensamente no Norte do Brasil e nos países daquela região. No verão, ela se amplia e às vezes chega ao Sul do Brasil.

#### **4.3 ANTICICLONE DO ATLÂNTICO SUL**

O Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (ASAS), é um sistema quase estacionário, que existe durante todo o ano, e apresenta variações em sua posição central e abrangência espacial. Em janeiro, seu centro posiciona-se próximo a 25°S/20°W, exercendo influência sobre a parte leste da América do Sul, penetrando até próximo a 42°W. Seu limite latitudinal é de 14°S a 33°S.

A circulação desse anticiclone atua durante todo o ano na parte leste do continente sul americano, ocasionando, a exceção do oeste da Amazônia, ventos regionais predominantes de leste a nordeste. A temperatura em seu interior é relativamente elevada, principalmente no verão, pela intensa radiação solar incidente sobre o sistema.

O sistema do ASAS apresenta elevado grau de umidade absoluta, devido à intensa evaporação que ocorre sobre a camada superficial oceânica. Sendo quente e úmido, poderia ser esperada a formação de extensas e bem desenvolvidas nuvens; no entanto, tal processo não ocorre devido aos movimentos verticais descendentes ("subsistência"), o que cria, adicionalmente, um elevado grau de estabilidade, principalmente na sua porção mais central.

#### **4.4 BAIXA DO CHACO OU MASSA TROPICAL CONTINENTAL**

Outro sistema de destaque sobre a América do Sul é a denominada "Baixa do Chaco", localizada sobre a região Chaco Paraguaio-Boliviano. É formada em função do grande aquecimento continental no verão. Esse sistema de baixa pressão, puramente térmico, apresenta convergência do ar circunvizinho nos baixos níveis, liberando calor latente na alta troposfera pela convecção profunda no interior do continente. Essa situação apresenta uma grande modificação sazonal, não ocorrendo no inverno na região devido ao continente estar relativamente mais frio que os oceanos circunvizinhos. O sistema de baixa continental nessa época posiciona-se no extremo noroeste do continente sul-americano.

Avaliando a circulação de superfície, verifica-se também a ocorrência de uma maior penetração do Anticiclone sobre a parte leste do Brasil no mês de julho (inverno), o que permite a manutenção de bom tempo àquela região. Em janeiro, no interior do continente, a presença da Baixa do Chaco gera uma extensa faixa de convergência o que induz a uma maior penetração de umidade nos baixos níveis atmosféricos.

#### **4.5 MASSAS POLARES**

As massas polares têm origem no continente Antártico. Como anticiclone, esse sistema polar apresenta circulação anti-horária, com ventos divergentes à superfície dirigidos para a zona depressionária subantártica. Essas massas invadem periodicamente o continente sul-americano numa trajetória predominante de sudoeste para nordeste.

Desde sua origem passa por várias regiões com características distintas, o que causa alterações nas suas propriedades.

Na sua origem apresenta forte inversão de temperatura, com ar frio e seco, sendo, portanto, muito estável. À medida que o sistema se desloca na direção do equador vai absorvendo calor e umidade da superfície do mar, relativamente mais quente, o que o torna gradualmente mais instável.

Ao encontrar massas de ar mais quentes em seu deslocamento para as latitudes mais baixas, perde força e tem seu eixo de deslocamento orientado para o leste em direção ao oceano Atlântico. Quando sua força é maior e as massas quentes são mais fracas, segue então pelo interior do continente sul americano, podendo atingir a Amazônia, causando o fenômeno da “friagem” nestas áreas. Durante a estação de inverno o estado de Minas Gerais é influenciado pela passagem de frentes frias do que na estação de verão, devido à maior atuação do anticiclone migratório polar atlântico que proporciona temperaturas mais baixas (FIALHO, 2012).

Segundo Mendonça e Danni-Oliveira, (2007 *apud* FIALHO, 2012) “o conceito de frente refere-se à área de encontro de duas massas de ar de características diferentes, que produz uma descontinuidade atmosférica. Na passagem de um sistema frontal geralmente ocorrem perturbações atmosféricas e modificações nas condições do tempo, como por exemplo, aumento da nebulosidade”.



Figura 3B – massas de ar atuantes no clima da região sudeste. Fonte: [http://geoconceicao.blogspot.com.br/2009\\_10\\_01\\_archive.html](http://geoconceicao.blogspot.com.br/2009_10_01_archive.html). Acesso em 10/09/2014

#### 4.6. CLIMA

O clima da Zona da Mata de Minas Gerais tem duas classificações segundo a classificação de Köppen-Geiger .

- Tropical (Aw) – nas regiões mais baixas da Zona da Mata: Golfão de Ubá e vales dos rios Pomba, Paraíba do Sul e Muriaé. Temperatura média variável entre 22 e 23°C com chuvas predominantes no verão e invernos secos. O índice pluviométrico chega a 1.300/1.400mm.
- Tropical de Altitude (Cwb) - regiões mais elevadas (serras do Brigadeiro, Mantiqueira e Caparaó). Temperaturas médias oscilando de 17 a 20°C e com índice pluviométrico que ultrapassa facilmente os 1.300mm anuais. ((brasilecola.com) (adaptado))

A mesorregião da Zona da Mata, a exemplo do Estado de Minas Gerais (NIMER, 1989), é influenciada diretamente pela Massa de ar Tropical Atlântica (MTA), Polar Atlântica (MPA) e Equatorial Continental (MEC), caracterizada pelas correntes vindas de oeste. A MEC atua na primavera e no verão causando altas temperaturas médias anuais, mínima e máxima.

A distribuição temporal das chuvas apresenta dois períodos distintos ao longo do ano: uma estação seca que vai de abril a setembro e uma estação chuvosa que vai de outubro a março. Durante a estação chuvosa a precipitação resulta de processos convectivos, sistemas frontais estacionários e a interação entre esses dois fenômenos meteorológicos conhecidos como Zona de Convergência do Atlântico Sul – ZCAS. Outra característica da estação chuvosa é a presença de períodos secos ou “veranicos”. (COSTA et al., 1995)

#### 4.7. CLASSIFICAÇÃO DOS TIPOS DE CHUVA

- Precipitação orográfica: ocorre quando uma massa de ar quente e úmida movendo-se ao longo de uma região é forçada a ascender, devido a uma obstrução, como quando encontra cadeias de montanha. Chuvas orográficas apresentam pequena intensidade, e longa duração (**Figura 4**).

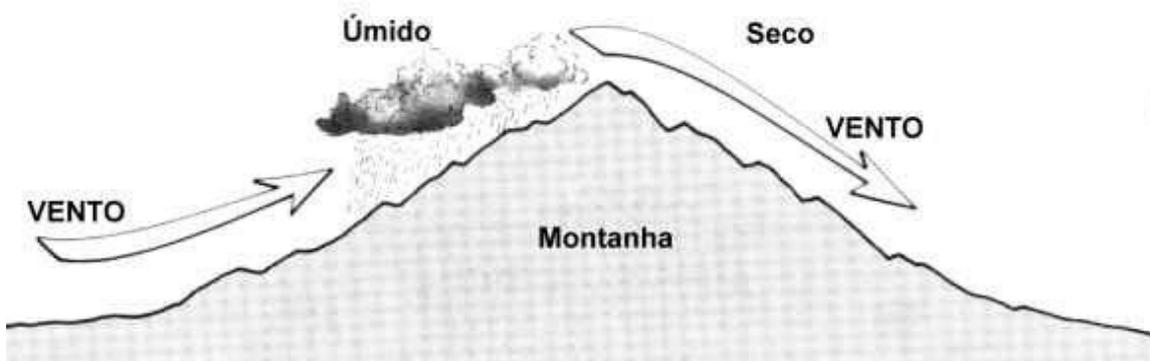
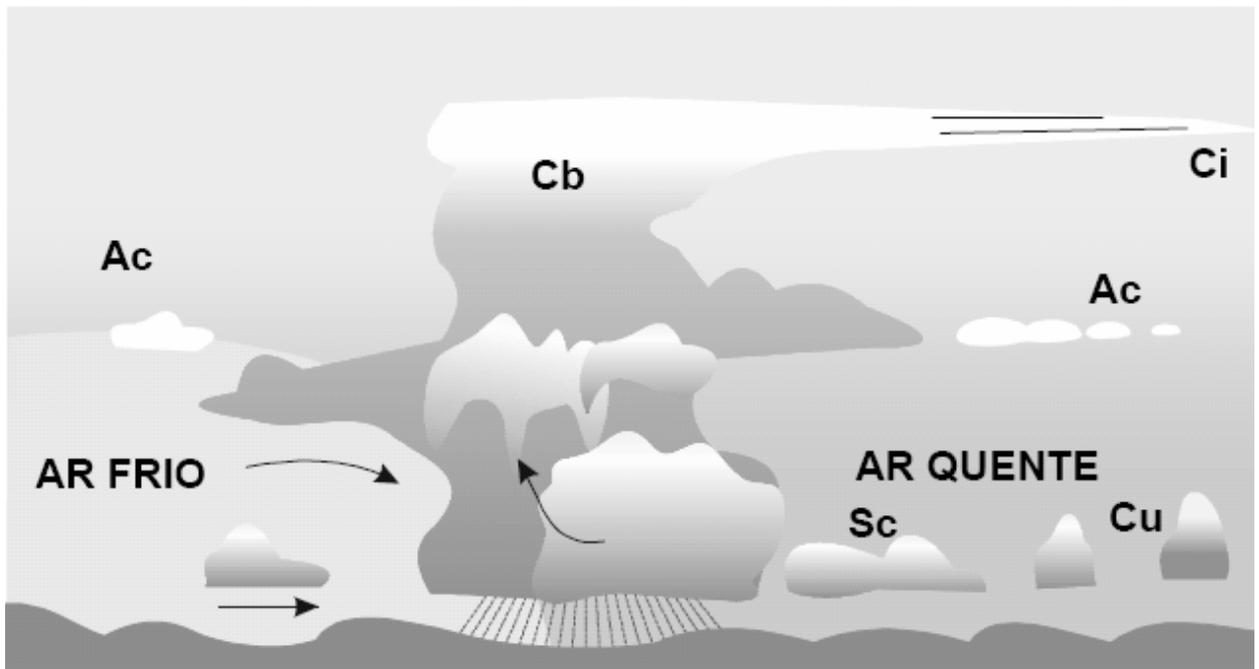


Figura 4 - precipitação orográfica (Fonte: VAREJÃO-SILVA, 2001).

- Precipitação frontal: ocorre do confronto entre duas grandes massas de ar, uma quente e outra fria. Se a massa fria é a que avança, o resultado é uma frente fria; se a massa quente é que avança, uma frente quente se desenvolve. (Figura 5)



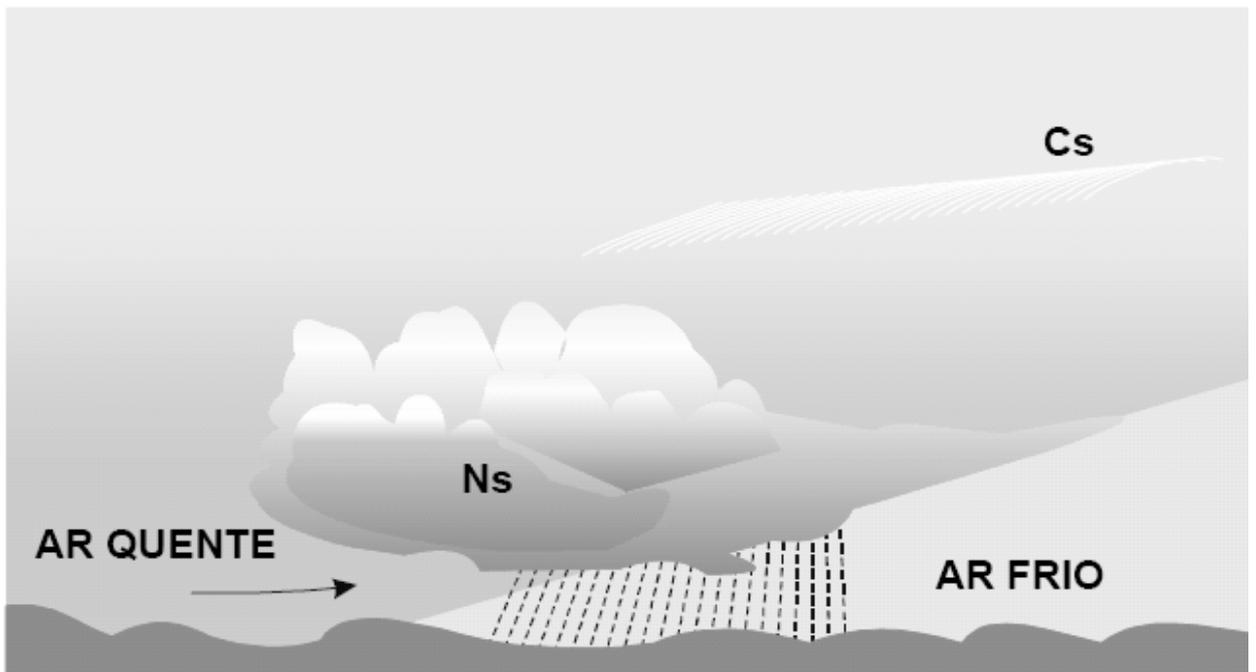


Figura 5 – Precipitação frontal (frente fria – acima e frente quente – abaixo).  
(Fonte: VAREJÃO-SILVA, (2001). (adaptado).

- Precipitação convectiva: é causada pelo movimento de massas de ar mais quentes que sobem e condensam (Figura 6). As chuvas convectivas ocorrem principalmente devido à diferença de temperatura nas camadas próximas da atmosfera terrestre. São caracterizadas por serem de curta duração, porém de alta intensidade e abrangem pequenas áreas.

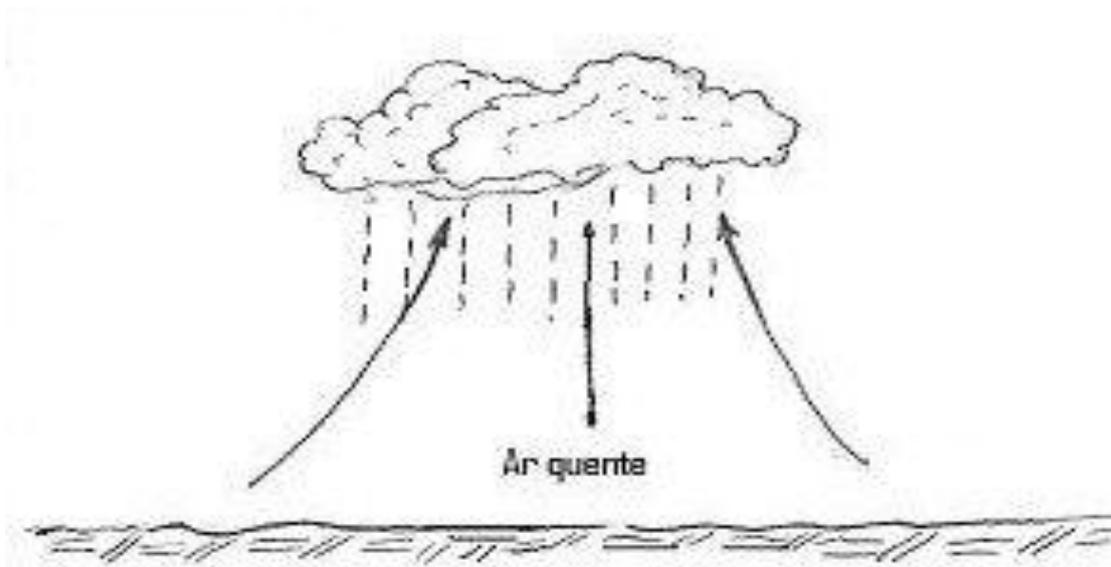


Figura 6 – Precipitação convectiva ((Fonte: EcoDebate, 2009)). (adaptado).

Do ponto de vista da intensidade, as chuvas podem ser (REICHARDT, 1986):

- Chuva fraca: até 2,5 mm/h. Constitui-se de gotas isoladas, facilmente identificáveis. Neste grupo tem-se a garoa – precipitação uniforme, de gotículas de diâmetro inferior a 0,5 mm e muito numerosas.
- Chuva moderada: de 2,5 a 7,5 mm/h. As gotas isoladas são dificilmente observáveis. Formação relativamente rápida de poças d'água.
- Chuva forte: intensidade superior a 7,5 mm/h. A chuva parece cair em lençóis, não sendo possível identificar gotas isoladas. Observa-se formação rápida de poças d'água. A visibilidade é prejudicada.

#### **4.8. RELEVO**

O relevo pode ser definido como as formas da superfície do planeta. Origina-se e transforma-se sob a interferência de dois tipos de agentes: os agentes endógenos e exógenos.

- Endógenos: Atuam de dentro para fora: vulcanismo e tectonismo;
- Exógenos: Atuam na superfície intemperismo e a antropicidade (o fator humano).

Em uma descrição mais simplificada, o relevo é o conjunto dos contornos da crosta terrestre, desde o fundo submerso dos oceanos até as terras emersas da superfície, resultado da ação de forças que podem ser: endógenas ou exógenas. Encontradas em suas mais diversificadas formações: planaltos, planícies, montanhas, colinas, morros, serras, cordilheiras, depressões, vales, chapadas, abismos, etc.

As conformações do relevo na região Sudeste do Brasil são um dos aspectos relevantes na apreensão das diversidades climáticas presentes nesta área do país. Apresentando altitudes ao nível do mar e também acima de 2000 metros, espera-se naturalmente que ocorram influências na distribuição espacial de precipitação. Ressalta-se, porém que as dinâmicas orográficas não têm uma amplitude espacial significativa, mas exercem algumas contribuições ao nível local nos montantes pluviométricos (CAVALCANTI, 2009).

É importante ressaltar que as altitudes que serão abrangidas por este trabalho podem ou não ser suficientes para determinar a ocorrência ou a alteração no regime pluviométrico da região da Zona da Mata de Minas Gerais. Portanto, as análises deverão

ser minuciosas e criteriosas para que não ocorram desvios nas conclusões, induzindo para afirmações descabidas e irreais.

#### **4.9. ATUAÇÃO DA TOPOGRAFIA SOBRE AS PRECIPITAÇÕES**

O efeito da topografia associada à distribuição das precipitações tem sido objeto de estudo já há algum tempo (CONTI, 1967) esclarece que:

... o efeito orográfico sobre as precipitações é bastante conhecido. Ele é, com efeito, notável nas grandes cadeias do Globo, como por exemplo, nos Andes, nas Montanhas Rochosas, etc. Por outro lado, um fenômeno também bastante frequente é o da formação de nuvens orográficas sobre montanhas sensivelmente mais baixas. Seria de se esperar, portanto, a constatação do efeito orográfico sobre as precipitações em barreiras montanhosas de pequena escala.

Candido & Nunes (2008) esclarecem que vários autores já desenvolveram estudos tendo como foco principal a influência das diferenças entre altimetria e exposição de vertentes nos montantes pluviais, como Conti (1967, 1975), Nunes (1993), Puvaneswaran e Smithson (1991), Blanco e Massambani (2000), Oliveira et al (2000) e Zobot (2000). Em outros estudos sobre variabilidade da precipitação esse aspecto também foi abordado (NUNES, 1990, SANT'ANNA NETO, 1995, NUNES, 1997 etc.). Neste mesmo conceito de pensamento Ayoade (1983) apud (PELLEGATTI 2007) sugere que a orografia influencia a precipitação à medida que:

- Provoca instabilidade condicional ou convectiva ao favorecer um deslocamento inicial à corrente de ar ou por meio de um aquecimento diferencial das montanhas, que são diferencialmente expostas à insolação;
- Aumenta a precipitação ciclônica retardando a velocidade do deslocamento das depressões;
- Causa a convergência e a elevação através dos efeitos de afunilamento dos vales sobre as correntes de ar;
- Força a ascensão turbulenta do ar através da fricção superficial;
- Influencia a precipitação através do retardamento friccional de uma corrente de ar que se move do oceano para o continente.

#### 4.10 AS VERTENTES TEMPORAIS

A forma de análise utilizada neste trabalho será subdividida em três vertentes temporais para melhor conhecimento da distribuição das precipitações sobre a região delimitada das cidades abrangidas pelo estudo já que Monteiro (1991 *apud* PELLEGATTI, 2007) afirma que a insistência na análise dos dados estáticos, considerando que o quadro geral climatológico brasileiro já é conhecido, gerará também dados já conhecidos. Então, subdividimos assim;

- Uma delimitação dividida por estações climáticas abrangendo o seguinte período: Verão de 2009, Outono de 2009, Inverno de 2009, Primavera de 2009, Verão de 2010, Outono de 2010, Inverno de 2010, Primavera de 2010, Verão de 2011, Outono de 2011, Inverno de 2011 e Primavera de 2011.
- Uma delimitação anual, perfazendo os anos de 2009, 2010 e 2011.
- Uma delimitação com a média para o triênio de 2009 a 2011

Este período de 3 anos corresponde a apenas 10% do que recomenda a Organização Meteorológica Mundial (OMM) que preconiza um mínimo de 30 anos para sejam definidas normas climatológicas para uma determinada porção do espaço. Assim sendo, fica claro que este trabalho não tem por base definir um padrão climatológico para a região, mas sim analisar o período de 2009 a 2011.

Para a concepção das series históricas considerou-se o total anual e sazonal, ou seja, para cada estação do ano. Para as estações do ano, baseando-se em (PELLEGATTI 2007) a definição proposta foi assim distribuída:

- A. Verão – meses de Janeiro, Fevereiro e Março;
- B. Outono – Abril, Maio e Junho;
- C. Inverno – Julho, Agosto e Setembro;
- D. Primavera – Outubro, Novembro e Dezembro.

Ao se trabalhar com uma área tão grande e com relevo bastante variado seria importante que existisse uma ampla rede de estações pluviométricas dispersas no espaço, para uma compreensão efetiva do regime distributivo das precipitações. Como neste trabalho a disponibilidade de estações se resume a 28 unidades dispersas por uma ampla área geográfica tomaremos o cuidado na concepção dos resultados, tendo em

vista que fatores microclimáticos existem e com certeza atuam na distribuição de chuvas na região.

A experiência em hidrologia e climatologia demonstra a dificuldade em se estimar a precipitação espacial média sobre terrenos montanhosos. Para se interpolar ou extrapolar dados para regiões sem registros pluviométricos é necessário se considerar a configuração do relevo e da circulação atmosférica (indicando a direção e intensidade do fluxo de vapor d'água). Contudo, quando informações pontuais são simplesmente interpoladas para caracterizar condições médias sobre uma região de terreno montanhoso, o resultado frequentemente subestima a precipitação real, por negligenciar a influência dos gradientes de elevação e a localização de estações meteorológicas em vales (Prates & Guetter).

Em decorrência destes fatores, não serão executadas interpolações para estimar médias para as demais cidades englobadas na área de estudo e sobre as quais não existem dados reais de precipitação pluviométrica, sob o risco de se fantasiar a realidade do regime distributivo das chuvas na região.

## 5. A RELACÃO ENTRE A PLUVIOSIDADE E A TOPOGRAFIA

Com a posse dos dados de precipitação e sua revisão concluída, optou-se por construir gráficos, primeiramente sazonais, anuais e por ultimo com as médias trienais com uso de dois dados fornecidos pela Copasa: altimetria e precipitação

Estes demonstram os volumes de chuva em cada um dos 28 pontos amostrados e sua correlação com a altimetria do mesmo ponto. Cada gráfico possui a **linha de tendência**, a **equação de regressão linear de Pearson** e seu **coeficiente de determinação R<sup>2</sup>**.

### 5.1. ESTAÇÕES DO ANO

#### 5.1.1 - 2009

No verão do ano de 2009 (Figura 7) as cidades de Piraúba, Coimbra, Cajuri, Santana de Cataguases e São Pedro dos Ferros apresentaram os maiores volumes de chuva enquanto os menores volumes foram observados nas cidades de Bicas e Leopoldina. A média de precipitação foi de 667,2mm.

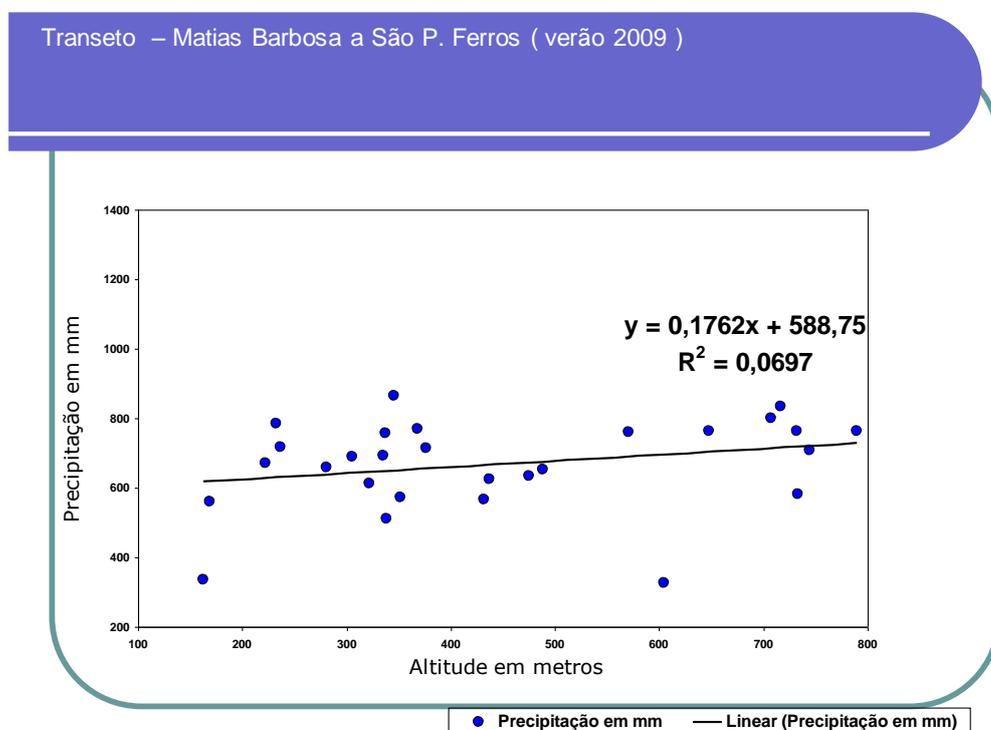
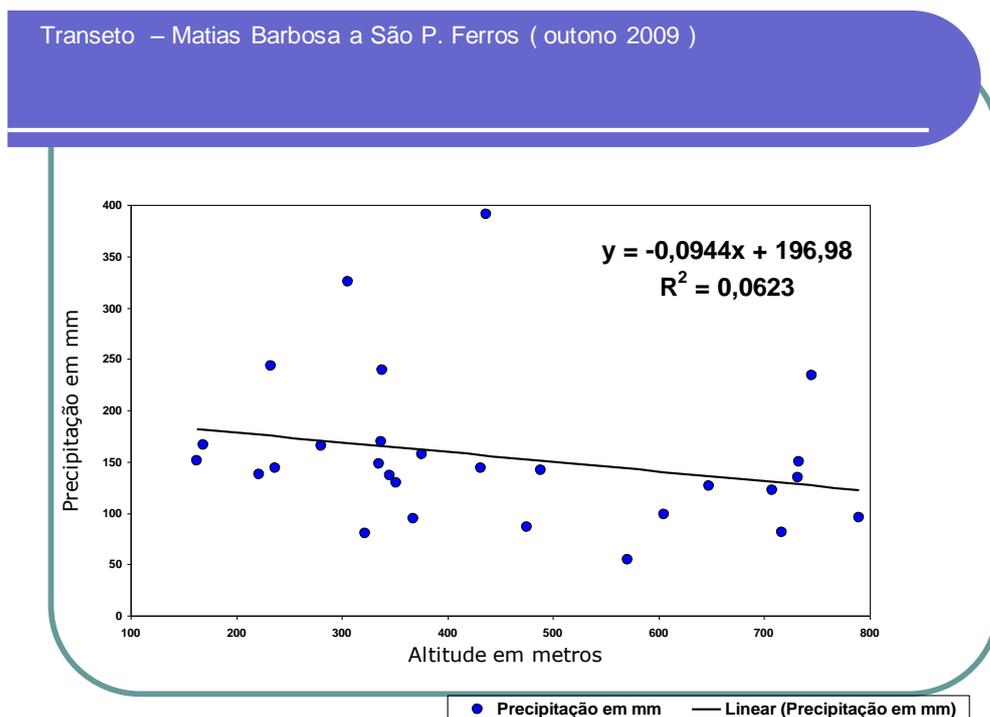


Figura 7 - precipitação comparada a altimetria para o verão de 2009 das 28 cidades estudadas no trânsito Matias Barbosa a São Pedro dos Ferros. Fonte: dados do autor

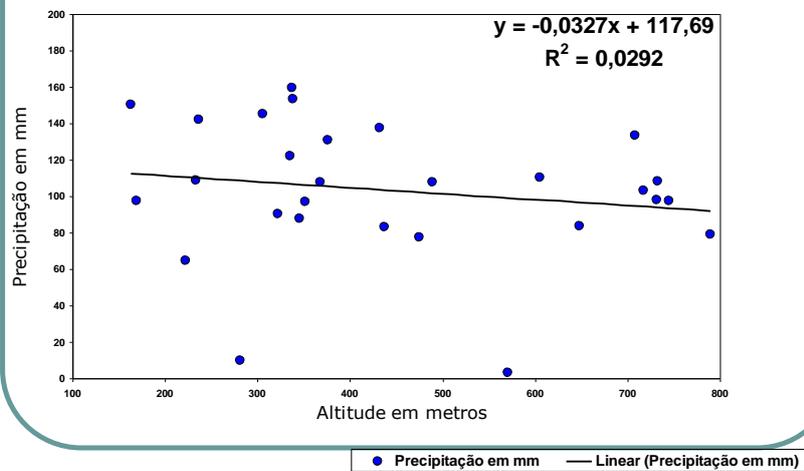
No outono do ano de 2009 (Figura 8) as cidades de Urucânia, Mirai, São Sebastião da Vargem Alegre, Santana de Cataguases e Ubá apresentaram os maiores volumes de chuva enquanto os menores volumes foram observados nas cidades de Pequeri, Coimbra e Guiricema. A média de precipitação ficou em 154,9 mm.



**Figura 8: Precipitação comparada a altimetria para o outono de 2009 das 28 cidades estudadas no trânsito Matias Barbosa a São Pedro dos Ferros. Fonte: dados do autor**

No inverno do ano de 2009 (Figura 9) as cidades de Rio Casca, Ubá, Leopoldina, Mirai e Alem Paraíba apresentaram os maiores volumes de chuva enquanto os menores volumes foram observados nas cidades de Rodeiro, Pequeri e Dona Eusébia. A média foi de 103,1 mm

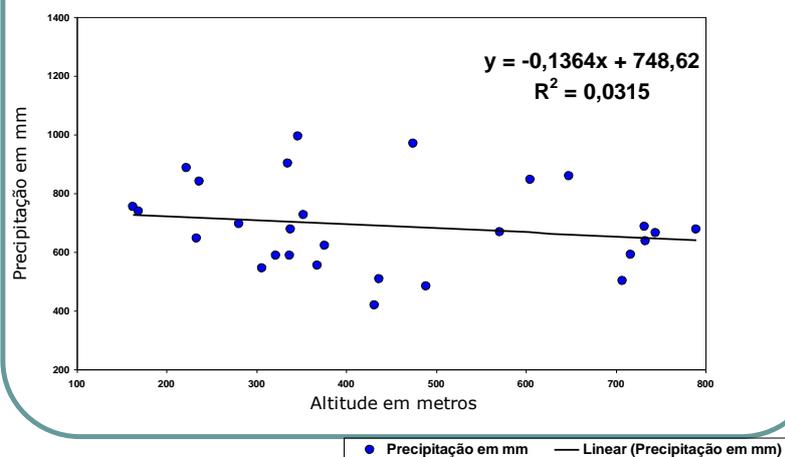
Transeto – Matias Barbosa a São P. Ferros ( inverno 2009 )



**Figura 9- Precipitação comparada a altimetria para o inverno de 2009 das 28 cidades estudadas no trânsito Matias Barbosa a São Pedro dos Ferros. Fonte: dados do autor**

Na primavera do ano de 2009 (Figura 10) as cidades de Piraúba, Matias Barbosa, Visconde do Rio Branco, Dona Eusébia e Teixeiras apresentaram os maiores volumes de chuva e os menores volumes nas cidades de Piedade de Ponte Nova, Santo Antonio do Grama e Cajuri. A média de precipitação foi de 687, 2mm.

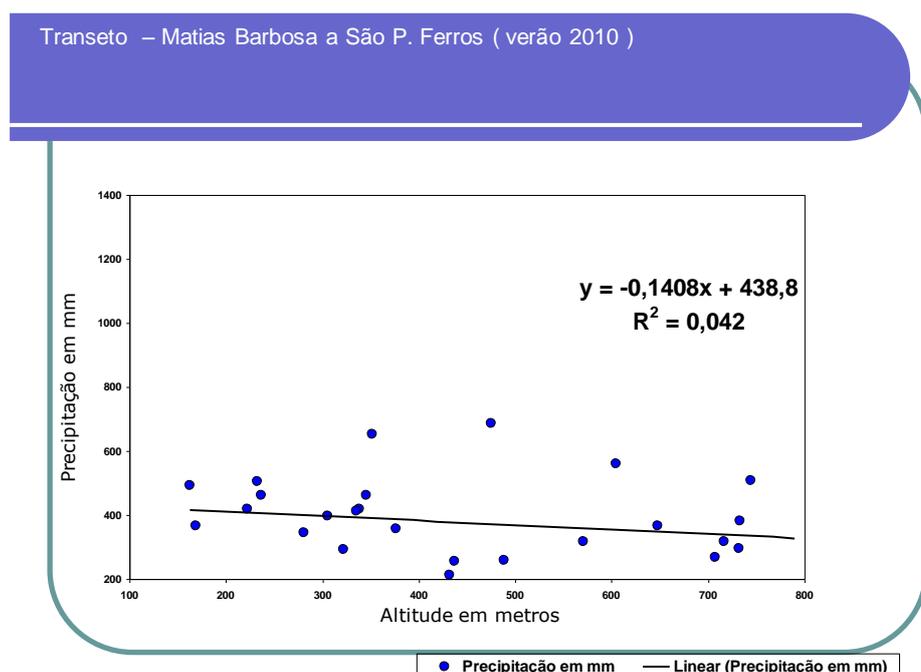
Transeto – Matias Barbosa a São P. Ferros ( primavera 2009 )



**Figura 10: Precipitação comparada a altimetria para a primavera de 2009 das 28 cidades estudadas no trânsito Matias Barbosa a São Pedro dos Ferros. Fonte: dados do autor**

### 5.1.2 - 2010

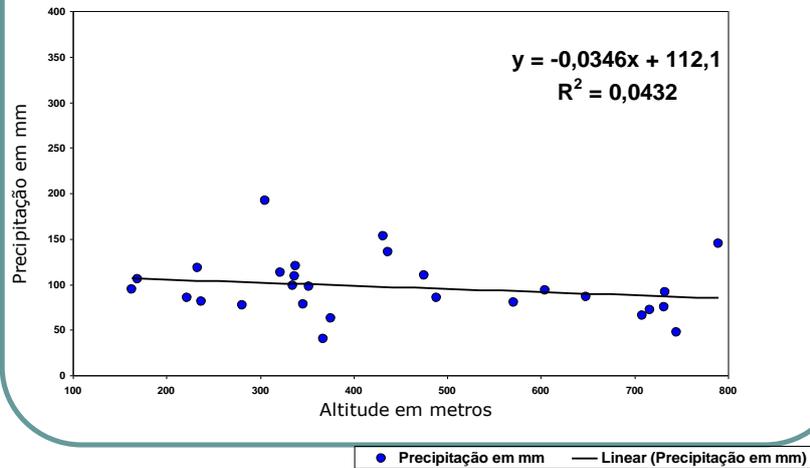
No verão do ano de 2010 (Figura 11) as cidades de Matias Barbosa, São João Nepomuceno, Bicas, Cataguases e São Sebastião da Vargem Alegre apresentaram os maiores volumes de chuva enquanto os menores volumes foram observados nas cidades de Cajuri, São Pedro dos Ferros e Rio Casca. A média de precipitação foi de 376 mm



**Figura 11: Precipitação comparada a altimetria para o verão de 2010 das 28 cidades estudadas no trânsito Matias Barbosa a São Pedro dos Ferros. Fonte: dados do autor**

No outono do ano de 2010 (Figura 12) as cidades de Mirai, Canaã, Piedade de Ponte Nova e Urucânia e apresentaram os maiores volumes de chuva enquanto os menores volumes foram observados nas cidades de São Sebastião da Vargem Alegre e São Pedro dos Ferros. A média do volume de precipitação foi 96,7 mm.

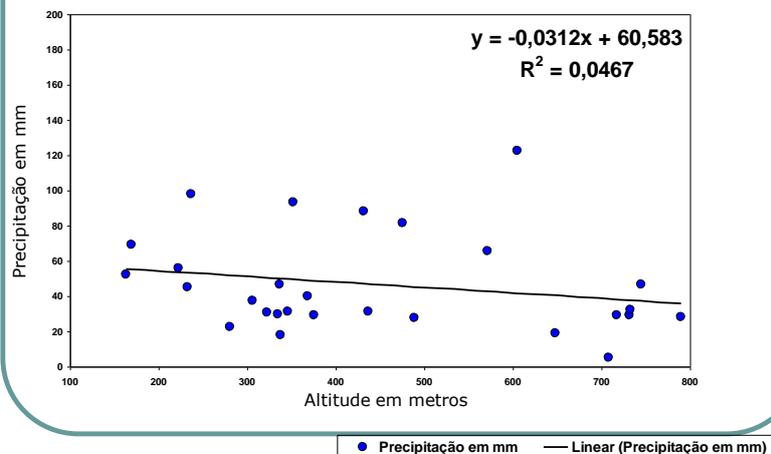
Transecto – Matias Barbosa a São P. Ferros ( outono 2010 )



**Figura 12: Precipitação comparada a altimetria para o outono de 2010 das 28 cidades estudadas no trânsito Matias Barbosa a São Pedro dos Ferros. Fonte: dados do autor**

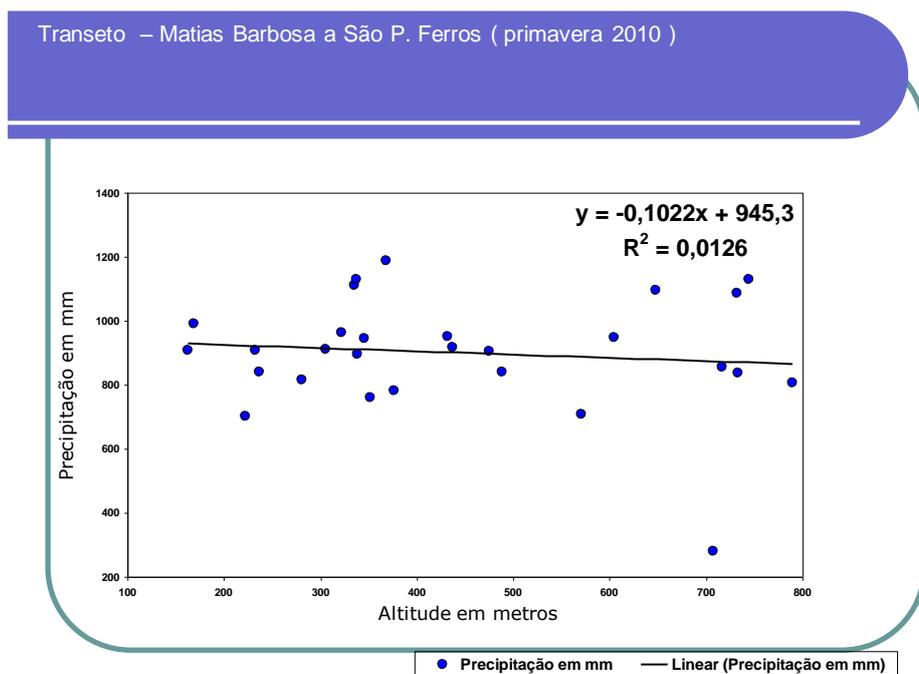
No inverno do ano de 2010 (Figura 13) as cidades de Bicas, Alem Paraíba, São João Nepomuceno, Piedade de Ponte Nova e Matias Barbosa apresentaram os maiores volumes de chuva enquanto os menores volumes foram observados nas cidades de Cajuri, Ubá e Rodeiro. A média de precipitação ficou em 46,6 mm.

Transecto – Matias Barbosa a São P. Ferros ( inverno 2010 )



**Figura 13: Gráfico e mapa temático da precipitação comparada a altimetria para o inverno de 2010 das 28 cidades estudadas no trânsito Matias Barbosa a São Pedro dos Ferros. Fonte: dados do autor**

Na primavera do ano de 2010 (Figura 14) as cidades de São Pedro dos Ferros, São Sebastião da Vargem Alegre, Rio Casca, Visconde do Rio Branco, Paula Cândido e Teixeiras apresentaram os maiores volumes de chuva enquanto os menores volumes foram observados nas cidades de Cajuri, Dona Eusébia e Pequeri. A média precipitada foi de 899,8 mm.

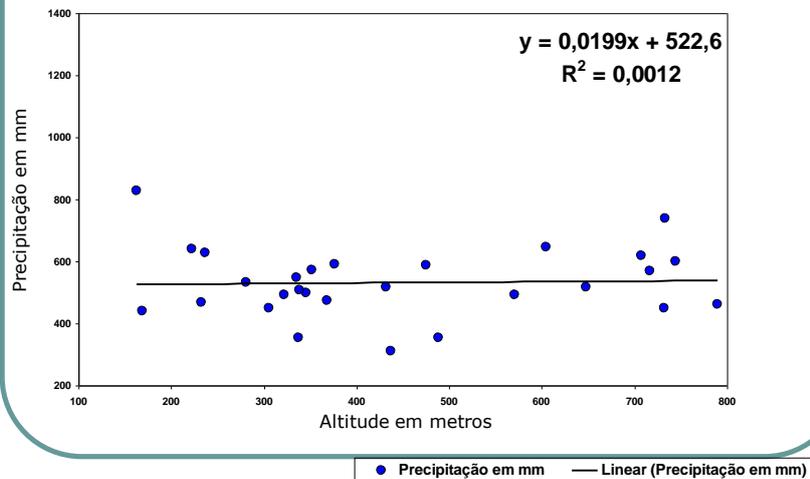


**Figura 14: Precipitação comparada a altimetria para a primavera de 2010 das 28 cidades estudadas no trânsito Matias Barbosa a São Pedro dos Ferros. Fonte: dados do autor**

### 5.1.3 - 2011

No verão do ano de 2011 (Figura 15) as cidades de Leopoldina, Ervália, Bicas, Dona Eusébia e Além Paraíba apresentaram os maiores volumes de chuva enquanto os menores volumes foram observados nas cidades de Urucânia, Santo Antônio do Gramma e Rio Casca. A média de precipitação foi de 531,5 mm.

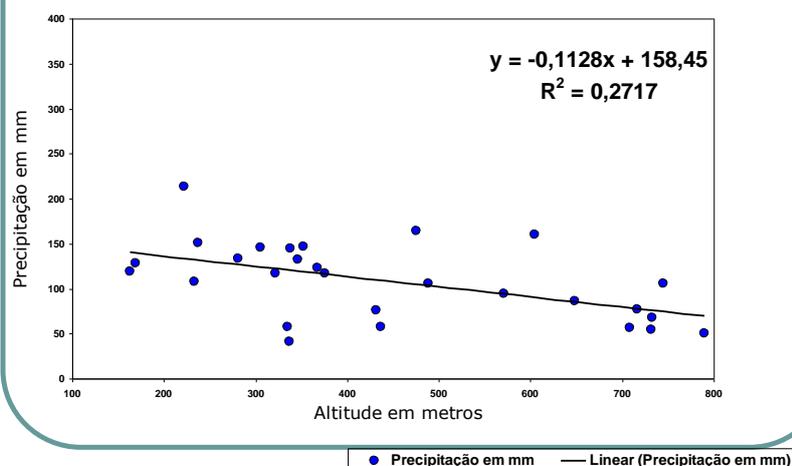
Transecto – Matias Barbosa a São P. Ferros ( verão 2011 )



**Figura 15: Precipitação comparada a altimetria para o verão de 2011 das 28 cidades estudadas no transecto Matias Barbosa a São Pedro dos Ferros. Fonte: dados do autor**

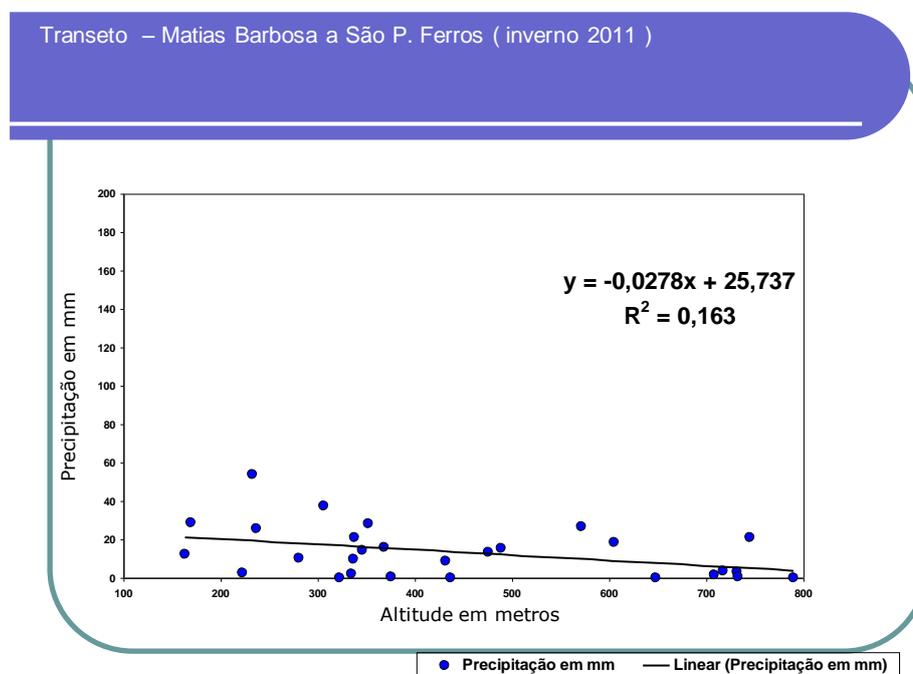
No outono do ano de 2011 as cidades de Dona Eusébia, Matias Barbosa, Bicas, São João Nepomuceno e Além Paraíba apresentaram os maiores volumes de chuva enquanto os menores volumes foram observados nas cidades de Canaã, Paula Cândido e Rio Casca. A média de precipitação foi de 108,2 mm.

Transecto – Matias Barbosa a São P. Ferros ( outono 2011 )



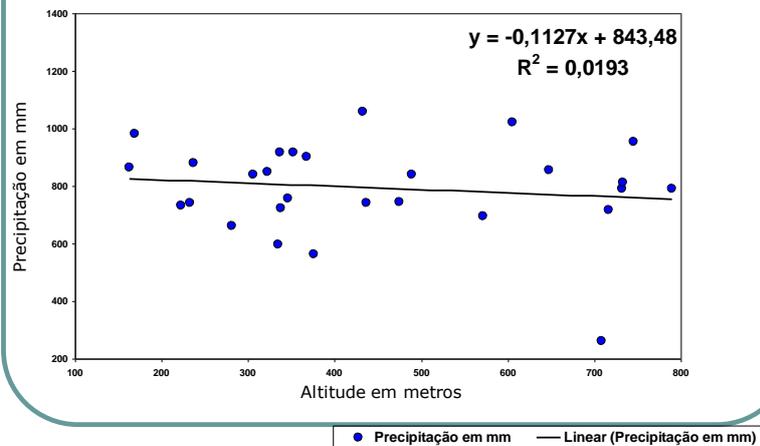
**Figura 16: Precipitação comparada a altimetria para o outono de 2011 das 28 cidades estudadas no transecto Matias Barbosa a São Pedro dos Ferros. Fonte: dados do autor**

No inverno do ano de 2011 (Figura 17) as cidades de Dona Eusébia, Matias Barbosa, Bicas, São João Nepomuceno e Além Paraíba apresentaram os maiores volumes de chuva enquanto os menores volumes foram observados nas cidades de Canaã, Paula Cândido e Rio Casca. A média de precipitação foi de 13,4 mm.



**Figura 17: Precipitação comparada a altimetria para o inverno de 2011 das 28 cidades estudadas no trânsito Matias Barbosa a São Pedro dos Ferros. Fonte: dados do autor**

Na primavera do ano de 2011 (Figura 18) as cidades de Piedade de Ponte Nova, Bicas, Cataguases, São João Nepomuceno e São Sebastião da Vargem Alegre apresentaram os maiores volumes de chuva enquanto os menores volumes foram observados nas cidades de Cajuri, São Geraldo e Visconde do Rio Branco. A média de precipitação foi de 793,3 mm.

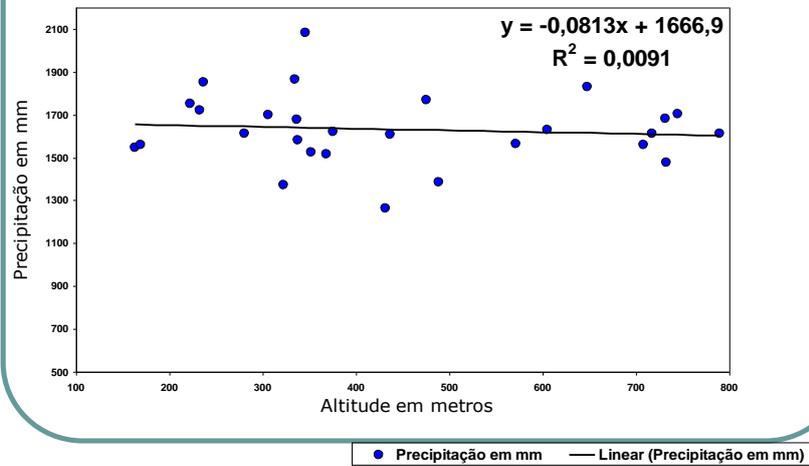


**Figura 18: Precipitação comparada a altimetria para a primavera de 2011 das 28 cidades estudadas no trânsito Matias Barbosa a São Pedro dos Ferros. Fonte: dados do autor**

#### 5.1.4 - TOTAL ANUAL

No ano de 2009 (Figura 19) os maiores volumes ocorreram nas cidades de Piraúba, Visconde do Rio Branco, Além Paraíba e Teixeiras e os menores nas cidades de Piedade de Ponte Nova, Santo Antônio do Grama e Guiricema. A média de precipitação foi de 1630,7 mm.

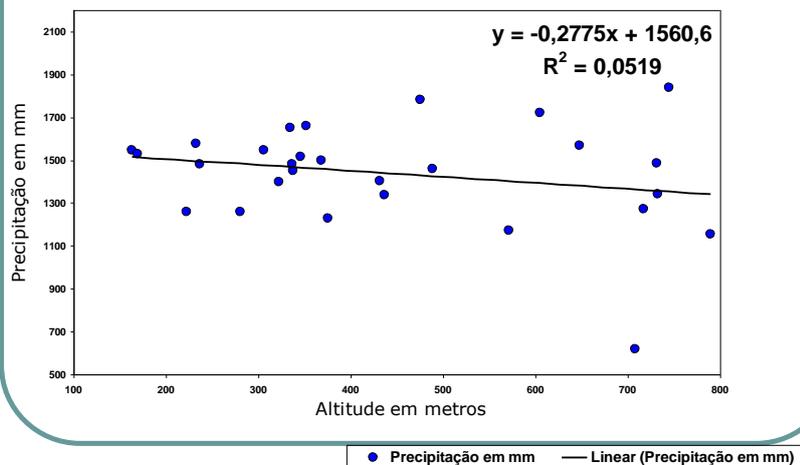
Transecto – Matias Barbosa a São P. Ferros (anual 2009)



**Figura 19: Precipitação comparada a altimetria para o ano de 2009 das 28 cidades estudadas no transecto Matias Barbosa a São Pedro dos Ferros. Fonte: dados do autor**

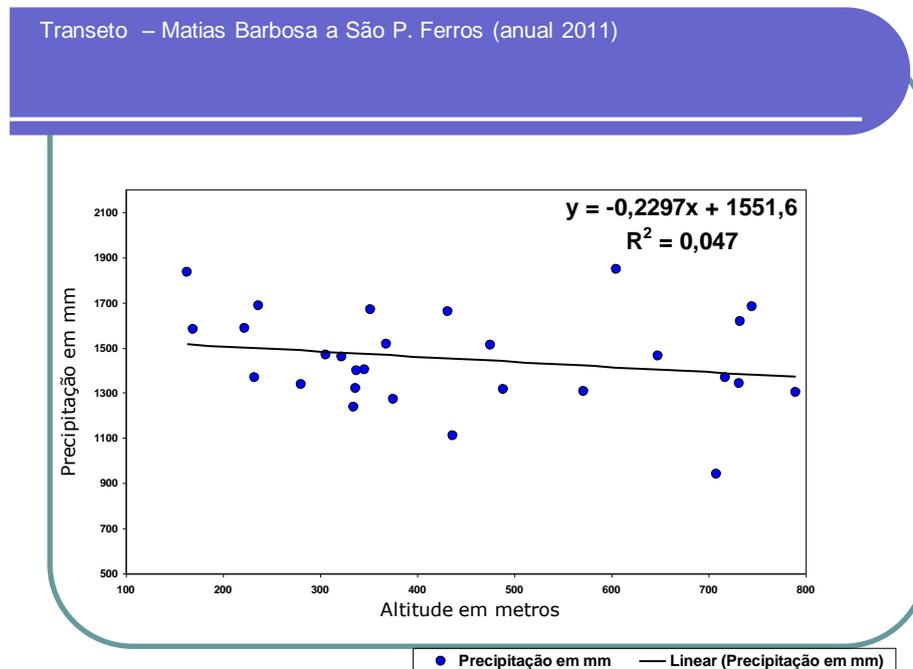
No ano de 2010 (Figura 20) as maiores precipitações ocorreram nas cidades de São Sebastião da Vargem Alegre, Matias Barbosa, Bicas e São João Nepomuceno e os menores nas cidades de Cajuri, Pequeri e Canaã. A média anual de precipitação foi de 1436,9 mm.

Transecto – Matias Barbosa a São P. Ferros (anual 2010)



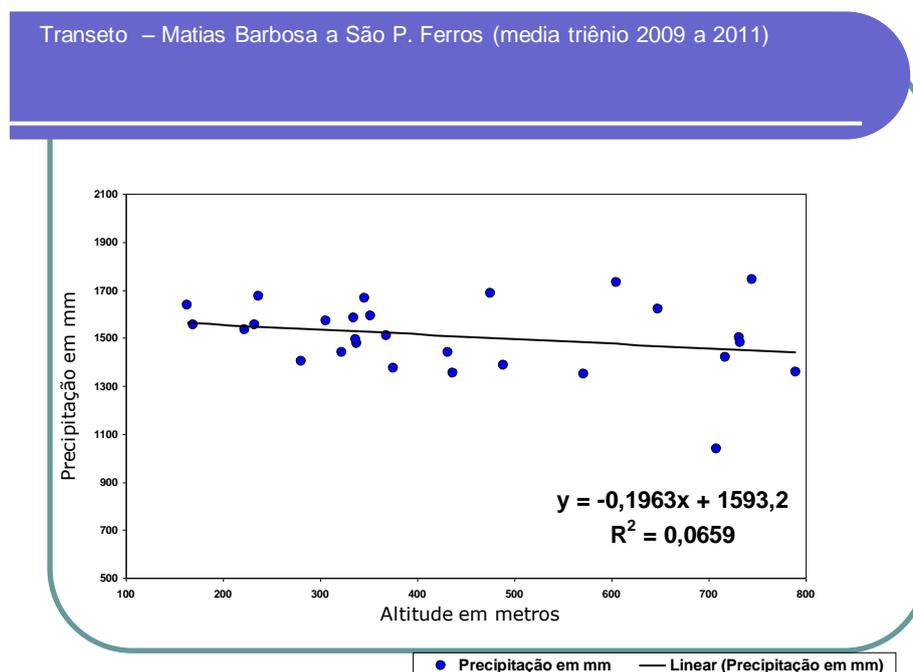
**Figura 20: Precipitação comparada a altimetria para o ano de 2010 das 28 cidades estudadas no transecto Matias Barbosa a São Pedro dos Ferros. Fonte: dados do autor**

No ano de 2011 os maiores índices de precipitação ocorreram nas cidades de Bicas, Leopoldina e São Sebastião da Vargem Alegre e os menores nas cidades de Cajuri, Urucânia e Visconde do Rio Branco. A média de precipitação foi de 1449,3 mm.



**Figura 21: Precipitação comparada a altimetria para o ano de 2011 das 28 cidades estudadas no trânsito Matias Barbosa a São Pedro dos Ferros. Fonte: dados do autor**

### 5.1.5 - MÉDIA TRIENAL



**Figura 22: Precipitação comparada a altimetria para a média trienal de 2009 a 2011 das 28 cidades estudadas no trânsito Matias Barbosa a São Pedro dos Ferros. Fonte: dados do autor**

Na avaliação do o triênio de 2009 a 2011 observou-se que a precipitação média para a região de estudo é de 1505,6 mm de chuvas. Das 09 cidades com altitudes superiores a 500 metros apenas 03 apresentaram índices acima desta média: São Sebastião da Vargem Alegre, Bicas e Teixeira. Em relação às 19 cidades com altitudes inferiores a 500 metros, 11 apresentaram índices superiores à média. Vemos então que, a metade das 28 cidades apresentou índices acima da média e a outra metade ficou abaixo. Mas ao olhar a precipitação associada diretamente com a altimetria, percebe-se que 58% das cidades com altitudes abaixo de 500 metros estão acima da média, ao passo que apenas 33,3% das com altitudes acima de 500 metros estão nesta situação.

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Em relação aos volumes anuais, ocorreram altos volumes pluviiais em Piraúba, Visconde do Rio Branco, Além Paraíba e Teixeiras com volumes superiores a 1800 mm, sendo que apenas Piedade de Ponte Nova, Santo Antônio do Gramma, Ervália, Guiricema os volumes não atingiram os 1500 mm anuais. O ano de 2010 apresentou uma concentração das chuvas no trajeto de Leopoldina a Ervália e valores baixos em Cajuri e Canaã. Já no ano de 2011 foi bastante irregular a distribuição das chuvas na região.

Em uma primeira análise para o período temporal de 2009, 2010 e 2011 pode-se verificar que a Zona da Mata de Minas Gerais apresentou uma precipitação média anual da ordem de 1505,6 mm, consoante com o regime regional, associada à média de precipitação da classificação climática de Köpper, que preconiza uma precipitação média anual de 1300-1400 mm para as partes mais baixas da Zona da Mata de Minas Gerais [(clima Tropical (Aw)).] e de volumes superiores a 1400 mm anuais para as partes mais altas [(clima Tropical de Altitude (Cwb)).].

Observou-se que ocorreu uma grande amplitude na escala entre mínima e máxima precipitação entre os pontos amostrados com uma mínima anual em Cajuri (619,3 mm para o ano de 2010) e uma máxima em Piraúba (2081,7 mm para o ano de 2009). Demonstra-se ainda, conforme preconizado por Köpper, a existência de uma temporada chuvosa que se estende de outubro a março, coincidindo com a primavera e o verão, e um período seco nas estações do outono e inverno com as precipitações assim distribuídas:

PRIMAVERA – 53%

VERÃO – 35%

OUTONO – 8%

INVERNO – 4%

Então, o período chuvoso responde por 88% (oitenta e oito por cento) da precipitação média anual. O mês mais chuvoso foi dezembro de 2010 com 433 mm e o mais seco foi julho de 2011 com menos de 2 mm.

Os valores em seu conjunto regional não apresentaram uma correlação com a distribuição das precipitações ligadas diretamente à topografia, uma vez que, o esperado

seriam maiores valores para os pontos mais elevados, o que confirmaria a existência de um regime palpável de processos de orografia na região.

Em um aprofundamento da apreciação dos resultados, ficou claro, no entanto, que ocorreu na verdade uma situação diferente daquela esperada, traduzida por uma redução dos volumes precipitados à medida que se avança na direção norte, com maiores volumes médios ocorrendo nas partes baixas ao sul e ao norte (Figura 23) e que esta redução está balizada em parte pela presença na parte central dos contrafortes da escarpa e terras altas da serra da Mantiqueira (Figura 24).

Então, as cidades que se enquadram na definição sul e norte são aquelas englobadas pelo Golfão de Ubá e os vales dos rios Pomba, Paraíba do Sul e Muriaé a barlavento e as cidades do vale do rio Piranga que se encontram a sotavento da escarpa da serra de São Geraldo e do planalto de Viçosa. Para estas cidades concluiu-se a seguinte média de precipitação anual para o triênio 2009 a 2011.

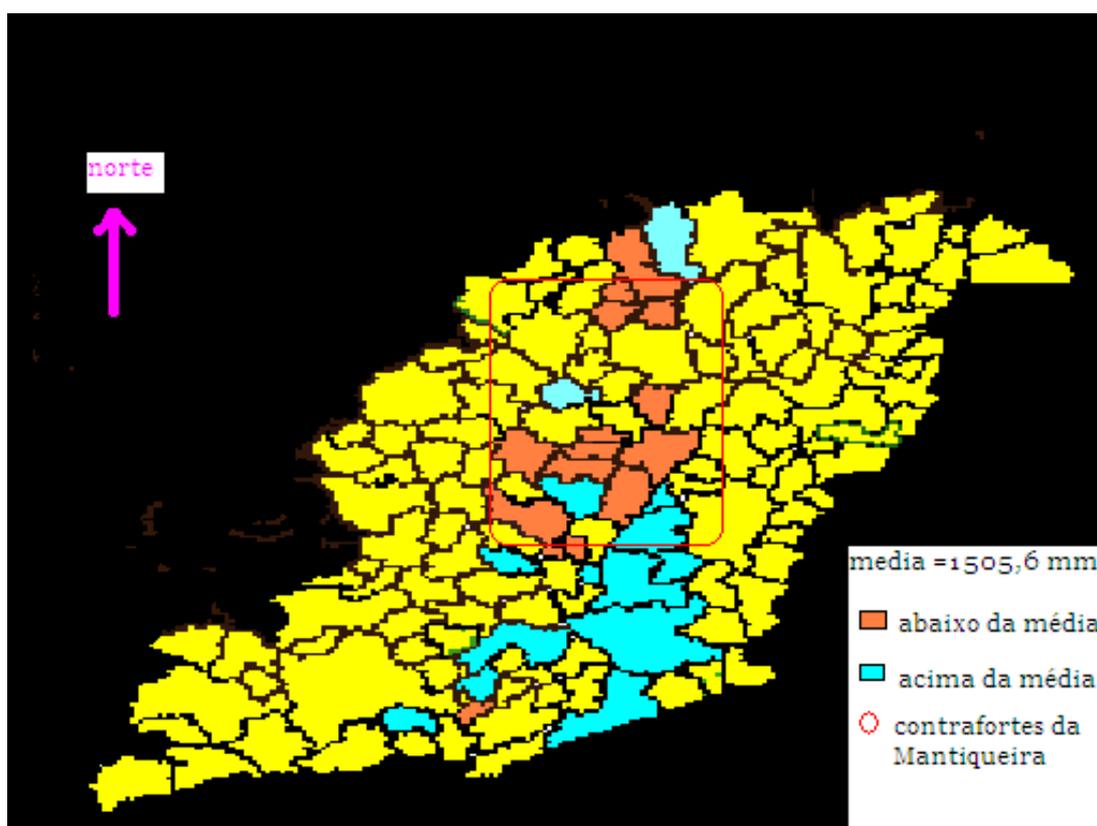
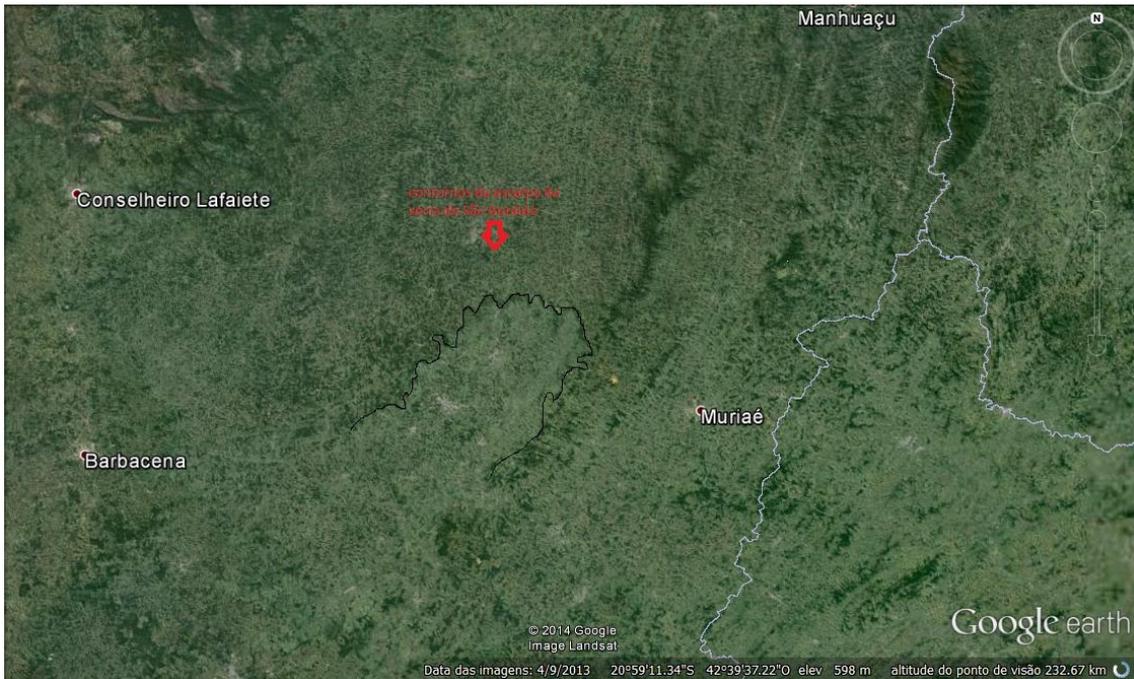


Figura 23 – Distribuição regional das chuvas na Zona da Mata Mineira. Fonte: dados dos autor



**Figura 24 – contorno da serra da Mantiqueira no Golfão de Ubá. Fonte: Google Earth adaptado. Acesso em 15 de outubro de 2010**

As cidades estão dispostas em uma classificação de sul para norte para melhor espacialização dos resultados.

Cidades com altitudes inferiores a 500 metros.

- Matias Barbosa – 1686 mm
- Além Paraíba – 1672 mm
- São João Nepomuceno – 1592 mm
- Leopoldina – 1638 mm
- Cataguases – 1586 mm
- Dona Eusebia – 1533 mm
- Santana de Cataguases – 1555 mm
- Piraúba – 1666 mm
- Rodeiro – 1402 mm
- Miraí – 1571 mm
- Ubá – 1475 mm
- Visconde do Rio Branco – 1584 mm

- Guiricema – 1439 mm
  - São Geraldo 1373 mm
  - Santo Antônio do Grama – 1386 mm
  - Urucânia – 1352 mm
  - Piedade de Ponte Nova – 1441 mm
  - Rio Casca – 1492 mm
  - São Pedro dos Ferros – 1509 mm
- A média para estas cidades ficou em 1523 mm

Estes dados demonstram (Figura 25) ainda de forma clara que além de uma maior precipitação nesta parte mais baixa da região existe na mesma uma gradual redução dos índices de pluviosidade à medida que se avança da direção sul para o norte dentro de um gradiente de altimetria que se inicia em Matias Barbosa (475 metros), tem seu menor valor em Leopoldina (163 metros) e com um máximo em Santo Antônio do Grama (489 metros).

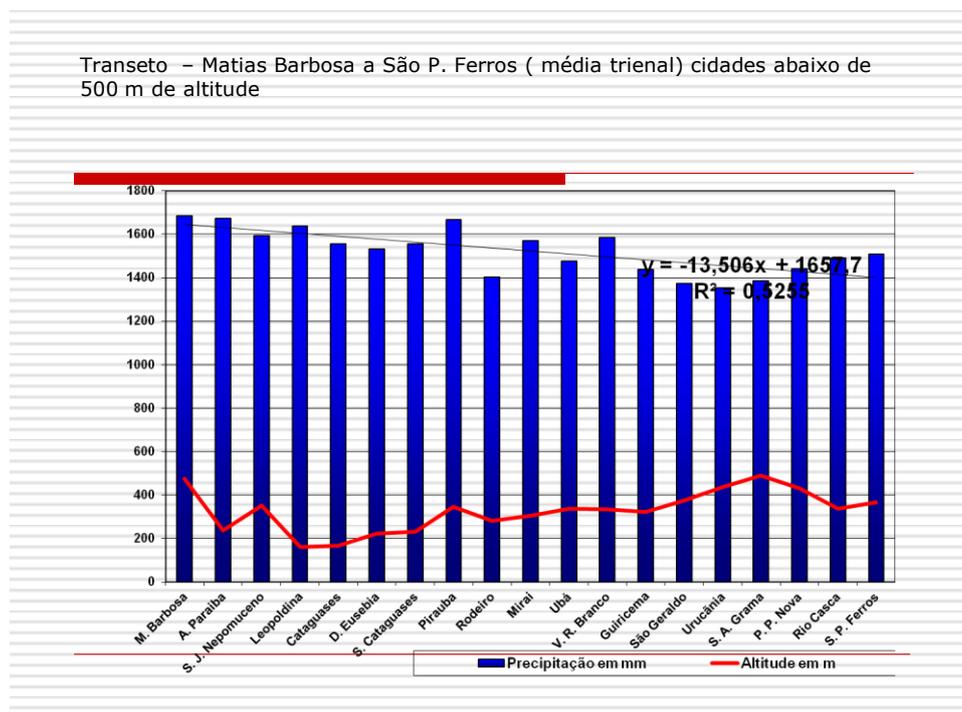


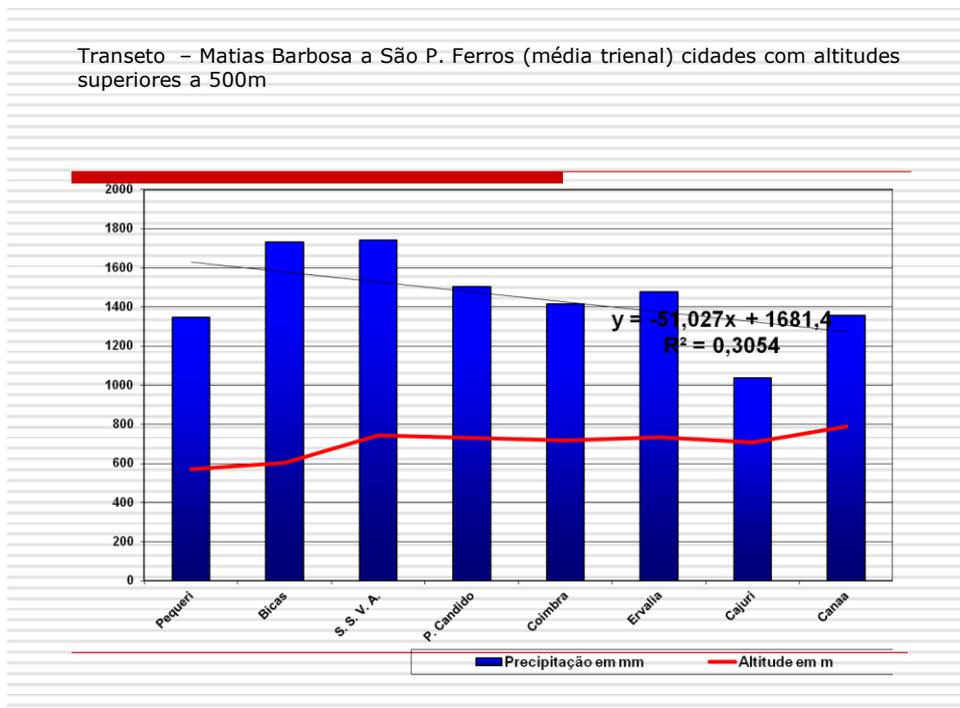
Figura 25 - Média de precipitação para as cidades com altitudes abaixo de 500 m no triênio 2009 a 2011 – Fonte: dados do autor

Na outra parte (Figura 26) estão aquelas cidades com altitudes mais elevadas do trecho analisado nas escarpas, planaltos e serras da Mantiqueira.

Cidades com altitudes superiores a 500 metros.

- Pequeri – 1348 mm
- Bicas – 1731 mm
- São Sebastião da Vargem Alegre - 1742 mm
- Paula Cândido – 1503 mm
- Coimbra – 1417 mm
- Ervália – 1478 mm
- Cajuri – 1308 mm
- Canaã – 1356 mm
- Teixeira – 1619 mm

➤ A média para estas cidades ficou em 1500 mm



**Figura 26. Médias de precipitação para as cidades com altitudes acima de 500 m no triênio 2009 a 2011 – Fonte: dados do autor**

Para avançarmos na busca de explicações coerentes para a distribuição das precipitações pluviais na Zona da Mata de Minas Gerais, e observando que já identificamos uma redução nos volumes precipitados à medida que se desloca para o norte, lançaremos mão de um aprofundamento maior, observando o comportamento dos eventos de maior intensidade para cada mês do triênio 2009 a 2011.

Observa-se que os valores para os maiores volumes precipitados em comparação com os menores também apresentam uma distinção que pode ser creditada a presença

do contorno da serra da Mantiqueira. Notadamente os eventos de maior precipitação se concentram na parte sul da região e decrescem nitidamente para a parte norte.

Verificando os volumes anuais e as medias do triênio (Tabela 5) nos deparamos com a cidade de São Sebastião da Vargem Alegre que, apresentou os maiores índices médios para o triênio e não apresentou nenhum valor de menor índice mensal. Assim, estes dois fatos nos chamaram muito a atenção e como nosso objetivo neste trabalho é identificar a ocorrência de chuvas orográficas não se poderia deixar de analisar esta pequena parte da região em separado na busca de tais eventos.

**Tabela 5. Distribuição dos maiores e dos menores valores de precipitação mensal**

	Distribuição das maiores e menores precipitações mensais																																						
	2009												2010												2011														
	j	f	m	a	m	j	j	a	s	o	n	d	j	f	m	a	m	j	j	a	s	o	n	d	j	f	m	a	m	j	j	a	s	o	n	d			
Matias Barbosa	■	■	■			■		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Pequeri	■			■		■	■	■	■		■	■		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Bicas																																							
Alem Paraíba																																							
S. J. Nepomuceno	■	■																																					
Leopoldina																																							
Cataguases	■	■																																					
D. Eusebia																																							
S. Cataguases	■																																						
Piraúba	■	■	■																																				
Rodeiro																																							
Mirai	■																																						
Ubá	■																																						
SSVA																																							
VBR																																							
Guiricema																																							
São Geraldo																																							
P. Cândido																																							
Coimbra																																							
Ervália	■																																						
Cajuri	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Canaã																																							
Teixeiras																																							
Urucânia																																							
S. A. Gramma	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
P. P. Nova																																							
Rio Casca	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
S. P. Ferros	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

AZUL – MAIORES VALORES  
VERMELHO – MENORES VALORES

A cidade de São Geraldo é o limite da parte baixa antes do início do aclave da serra de São Geraldo

A cidade de São Sebastião da Vargem Alegre (SSVA) possui a altitude de 745 metros, sendo a segunda maior altitude do trajeto regional analisado, ficando atrás apenas de Canaã que apresenta altitude de 790 metros. São Sebastião da Vargem Alegre está situada na parte mais elevada da serra da Boa Vista, primeiros prenúncios da cadeia de serras que se apresenta mais ao norte e com maiores altitudes: a serra do Brigadeiro. A topografia regional está compreendida pelas bacias dos rios Pomba e Muriáe a parte mais elevada da região está orientada de sudoeste para nordeste.

A cidade de Mirai (306 m de altitude) está localizada a barlavento e teve média de 1571, 1 mm, e a cidade de Guiricema (322 m de altitude) com volume médio de 1439,8 mm está localizada a sotavento. São Sebastião da Vargem Alegre apresentou media de 1742 mm . Este transeto apresenta uma orientação de sudeste para noroeste, diferente da análise sul/norte que trabalhamos até então. (Figura 27).

Nota-se na tabela 5 como já foi dito que, São Sebastião da Vargem Alegre não apresentou nenhum evento de baixo índice mensal de chuvas, ao passo que Mirai apresentou e Guiricema mais ainda, o que nos dá embasamento para visualizar efeitos do relevo na distribuição pluviométrica.

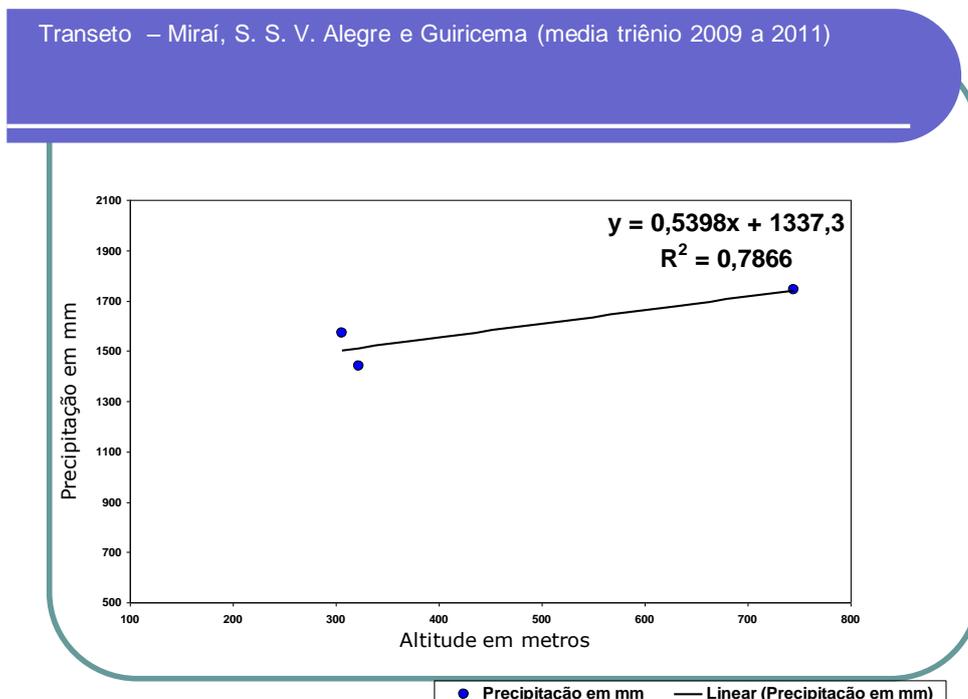
Analisando a região de São Sebastião da Vargem Alegre as cidades de Mirai e Guiricema, foi possível identificar em todas as vertentes temporais: mensais, sazonais, anuais e trienais a mesma configuração na distribuição pluviométrica e concluiu-se que, nesta micro escala regional existe a influencia do relevo e consequentemente o regime de produção de chuvas orográficas.



**Figura 27 – Situação do relevo nas cidades de Mirai, São Sebastião da Vargem Alegre e Guiricema.**

**Fonte: arte do autor sobre imagem do Google Earth.**

Produzido o gráfico de precipitações comparado a altimetria, encontrou-se um  $R^2$  de 0,7866 que nos pareceu bastante promissor, mas que, pela pequena escala de pontos amostrados associados a um período temporal também pequeno, não seria cientificamente correto afirmar que existe nesta escala regional um processo de chuvas orográficas, (Figura 28).



**Figura 28 – precipitação média comparada a altimetria para o triênio 2009 a 2011 em Mirai, São Sebastião da Vargem Alegre e Guiricema. Fonte: dados do autor**

## CONCLUSÃO

Primeiramente chegou-se a um índice de precipitação médio do triênio 2009 a 2011 para as 28 cidades estudadas, que ficou em um número absoluto de 1505,6 mm de pluviosidade anual.

Seguindo a linha de pesquisa obtivemos a confirmação de que de forma particular **(no ano de 2010, no mês de dezembro sobrevieram temporais generalizados na área norte, fora dos parâmetros normais da região)**, ocorre uma redução dos índices de chuvas à medida que se desloca em direção ao norte da região, principalmente os índices de eventos de alta concentração de volumes mensais. A barreira física que determina esta configuração é a existência da borda da escarpa da serra de São Geraldo, que, mesmo sem apresentar uma diferença altimétrica grande em relação ao Golfão de Ubá (algo em torno de 400 m) possui uma curvatura em forma de pata de urso (citação do autor) com uma grande extensão o que propicia a retenção de umidade nas encostas a sotavento da mesma escarpa. Então, neste íterim, é passível afirmar que o relevo exerce, mesmo não produzindo um processo orográfico clássico, uma influência na distribuição das chuvas na região da Mata Mineira.

Se por um lado não houve a determinação do efeito orográfico seria leviano não admitir a possibilidade da sua existência em outros espaços da região, pois o caráter de sua topografia favorece as precipitações, atuando em um aumento da agitação do ar pela ascendência orográfica. Para afirmar de fato, com dados consolidados de forma segura, a existência de locais na Zona da mata de Minas Gerais afetados pelo efeito de chuvas orográficas seria necessária à articulação de uma maior rede de coletores pluviométricos, ou ainda, de uma rede de pluviógrafos que permitissem um maior acompanhamento e dados horários, o que seria de extrema importância para se chegar a índices de intensidades de precipitação uma vez que, segundo a Copasa seus dados são medidos apenas às 07h00min da manhã e, portanto, não refletem a intensidade da precipitação, mas apenas o sua temporalidade diária.

Observamos que existe uma lacuna enorme a ser preenchida quando se trata de climatologia na Zona da Mata de Minas Gerais e a produção de trabalhos acadêmicos sobre o assunto é rarefeita. Talvez, a dificuldade do tema e a necessidade de maiores informações de campo inibam novos aventureiros neste campo profundo e instigador que é a dinâmica climática.

Este trabalho espera-se tenha contribuído com o estudo da temática climática na Zona da Mata de Minas Gerais, mas não esgota o tema, ao contrário, abre as portas para

uma ampla discussão em torno de um assunto que afeta sobremaneira a vida cotidiana da sociedade desta mesorregião mineira. A Zona da Mata de Minas Gerais precisa conhecer melhor a dinâmica climática a qual está inserida, tendo em vista sofrer com calamidades oriundas de aguaceiros no período de primavera-verão e com secas por vezes de períodos de vários meses. O estudo da influência do relevo na distribuição local de pluviosidade de uma determinada cidade poderia ser ponto de partida para seu crescimento, delimitação de suas atividades e conseqüentemente melhor aproveitamento de potencialidades e redução dos riscos socioambientais.

A dinâmica climática nunca esteve tão em voga, apesar de muito se ouvir falar em efeito estufa e mudança do clima, seria prudente conhecer suas nuances em micro e medias escalas, pois as especificidades locais do clima criam situações peculiares que afetam diretamente a construção geomorfológica e a biodiversidade em pequenas escalas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AB'SABER, A. N. **O domínio dos mares de morros no Brasil**. Geomorfologia, n. 2. 9 p.1966.

ATUAÇÃO DAS MASSAS DE AR NO BRASIL. Disponível em: [http://geoconceicao.blogspot.com.br/2009\\_10\\_01\\_archive.html](http://geoconceicao.blogspot.com.br/2009_10_01_archive.html). Acesso em 10/09/2014

AYOADE, J. O. **Introdução à Climatologia para os Trópicos**. 4ª edição. Rio de Janeiro - RJ. Bertrand Brasil, 1996. 332p.

BATISTA, M. S.; RODRIGUES, R. A. **Análise climática de Viçosa associada à ocorrência de eventos pluviométricos extremos**. Caminhos da Geografia, Uberlândia, vol. 11, nº 36, dez/2010, p. 52-67.

BLANCO, C.M. R & MASSAMBANI, O. **Processos de Intensificação Orográfica da Precipitação na Serra do Mar em São Paulo**. Meteorologia Brasileira além do Ano 2000

BRANCO, Renata H. **Degradação de pastagens. Diminuição da produtividade com o tempo. Conceito de sustentabilidade**. Trabalho apresentado na disciplina Zoo-650. Viçosa – MG, junho de 2000.

Aspectos naturais Minas Gerais. Disponível em: <http://www.brasilecola.com/brasil/>. Acesso em 12/09/2014

CÂNDIDO, D. H.; NUNES, L. H.. **Influência da orografia na precipitação da área entre o vale do rio Tietê e a serra da Mantiqueira**. GEOUSP - Espaço e Tempo, São Paulo, Nº 24, pp. 08 - 27, 2008.

CARNEIRO, P. A. S. **A heterogeneidade interna da Mata: do pioneirismo estadual à Estagnação intra-regional**. Dissertação (Mestrado) Departamento de Geografia da UFMG, 2008.

CAVALCANTI, I. F. A., FERREIRA, N. J. F., DIAS, M. A. F., JUSTI, M. G. A. **Tempo e clima no Brasil**. Oficina de Textos: São Paulo, 2009.

COELHO, C. W. G. A.; ABREU, M. L.. **Variabilidade espacial das precipitações em Belo Horizonte**. Anais I Seminário de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul: o Eucalipto e o Ciclo Hidrológico, Taubaté, Brasil, 07-09 novembro 2007, IPABHi, p. 183-190.

CONTI, J. B. **A Intensidade do Efeito Orográfico sobre as Precipitações na Região do Puy-de Dome (F r a n ç a)**. Boletim Paulista de Geografia, n 44, 1967. p. 15-38

CONTI, J. B. **Circulação secundária e efeitos orográficos na gênese das chuvas na região lesnordeste paulista**, Tese (Doutorado), Série Teses e Monografias, IGEOG-USP 18, 82 p. São Paulo: 1975.

COSTA, M. H., ALMEIDA, R. M. B. e GODINHO, F. V., 1995: **Cartas Climáticas de Minas Gerais** – Instituto Nacional de Meteorologia, Brasília, DF 1995.

CUPOLILLO, F., ABREU, Magda Luzimar de. VIANELLO, Rubens Leite. **Climatologia da Bacia do Rio Doce e sua Relação com a Topografia Local.** GEOGRAFIAS. ARTIGOS CIENTÍFICOS. Belo Horizonte 04(1) 45-60 julho-dezembro de 2008.

EcoDebate – cidadania e meio ambiente. Disponível em <http://www.ecodebate.com.br>. Acesso em 19 de abril de 2014

FIALHO, E. Soares. ALVES, R. S.. ALVES, A, S. **Interações entre clima e sítio em situação sazonal de inverno: um estudo de caso em cidades da Zona da Mata mineira.** REVISTA GEONORTE, Edição Especial, V.2, N.4, p.916 – 931, 2012.

FILHO, Dalson, B. F.; SILVA JUNIOR, José da S. **Desvendando os Mistérios da Correlação de Pearson (r).** Revista Política Hoje, Vol. 18, n. 1, 2009.

IGAM. Instituto mineiro de gestão das águas. Disponível em <http://www.igam.mg.gov.br/geoprocessamento/mapas>. Acesso em 14 de abril de 2014. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – Banco de dados agregados (IBGE-SIDRA). Disponível em [www.sidra.ibge.gov.br](http://www.sidra.ibge.gov.br). Acesso em 21 de dezembro de 2012

Mapa da Zona da Mata de Minas Gerais. Cidades. Disponível em <http://www.asminasgerais.com.br/zona%20mata/uniVlerCidades/geografia/thumb001.htm>. Acesso em 14 de maio de 2014

MILANESI, Marcos Alexandre. **Efeito orográfico na ilha de São Sebastião (Ilha Bela – SP).** Revista Brasileira de Climatologia, N.9 – JUL – DEZ/2011.

NASCIMENTO, R A. do. **Impactos pluviiais: o caso de Piranga – MG.** Revista de C. Humanas, Vol. 10, Nº 1, p. 94-110, jan./jun. 2010.

NETTO, M. M.; DINIZ, A. M. **A estagnação sócio-econômica da zona da mata de Minas Gerais: uma abordagem geohistórica.** Anais do X Encontro de Geógrafos da América Latina – 20 a 26 de março de 2005 – Universidade de São Paulo.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil.** Rio de Janeiro: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1989. 421p.

NUNES, L. H. **Relação entre precipitação anual e altimetria no Estado de São Paulo.** V SIMPÓSIO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA, São Paulo: FFLCH/USP, 1993, p.407-413.

NUNES, L.H. **Distribuição espaço-temporal da pluviosidade no Estado de São Paulo: variabilidade, tendências, processos intervenientes.** Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo: São Paulo, 1997.

OLIVEIRA, R.O; HACK, L.P; RIBEIRO, V.F. **Influência Do Relevo Na Distribuição Da Pluviosidade Na Ilha Grande, RJ**, In IV Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, Rio de Janeiro: UFRJ, 2000.

PELLEGATTI, C. H. G. **Avaliação espaço-temporal da precipitação no perfil Baixada Santista – Vertentes Oceânicas – Rebordo Interiorano da escarpa da Serra do Mar - SP**. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas. São Paulo, São Paulo, 128p, 2007.

PRATES, J. E.; GUETTER, A. K. **Estudo microclimático do efeito orográfico no regime de precipitação**. Sistema Meteorológico do Paraná, Curitiba PR, Brasil.

Previsão de Eventos Críticos na Bacia do Rio Paraíba do Sul, R31 – **Papel dos Afluentes nas Cheias e Pontos Críticos para o SIEMEC**. Engecorps - Brasília: ANA, SUM/SPR, 2011. 51p.

Programa de Desenvolvimento Integrado da Zona da Mata, PRODEMATA. 6º Relatório Trimestral da Unidade de Avaliação e Controle de PRODEMATA, 1978, apresentado pelo DER/UFV à SEPLAN-MG.

PUVANESWARAN, K.M.; SMITHSON, P.A. **“Precipitation – Elevation Relationships over Sri Lanka”**. In: Theoretical and Applied Climatology, Austria: SpringerVerlag, 1991.

QUADRO, M. F. L.; Abreu, M.L., 1994. **Estudos de episódios de Zonas de Convergência do Atlântico Sul sobre a América do Sul**. Congresso Brasileiro de Meteorologia, 8:620-623. Belo Horizonte -MG. Anais II

REICHARDT, K. A **Água em Sistemas Agrícolas**. São Paulo: Manole. 1986. 188 p

SANT’ANNA NETO, J. L.. **As chuvas no Estado de São Paulo: contribuição ao estudo da variabilidade e tendência da pluviosidade na perspectiva da análise geográfica**. S. Paulo, Tese (doutorado), FFLCH-USP, 252 p. 1995

VAREJÃO-SILVA, M. A. **Meteorologia e Climatologia**. Brasília – DF: INMET, Gráfica e Editora Pax, 2001.

VIANELLO, R. L. **Meteorologia básica e aplicações**. Universidade Federal de Viçosa. Editora UFV 2000. p 450

ZABOT, C. **As Influências Orográficas das Serras do Leste Catarinense no Episódio Pluvial Intenso do dia 11 de Dezembro de 1998**, In IV Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, Rio de Janeiro: UFRJ, 2000.

ZAVATINI, J. A. **Estudos do clima no Brasil**. Campinas: editora Alínea, 2004.

Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS). Disponível em <https://bussoladeplasma.wordpress.com/2013/12/23/zona-de-convergencia-do-atlantico-sul-2/>. Acesso em 10 de setembro de 2014.