UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E NATURAIS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

FABRICIO HOLANDA DO NASCIMENTO

AVALIAÇÃO DO EFEITO OROGRÁFICO NA DISTRIBUIÇÃO DA PRECIPITAÇÃO EM FUNDÃO E SANTA TERESA NO PERÍODO DE 1947 A 2012

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Geografia ligado ao Centro de Ciências Humanas e Naturais (CCHN) da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. André Luiz Nascentes Coelho.

VITÓRIA
2013

FABRICIO HOLANDA DO NASCIMENTO

AVALIAÇÃO DO EFEITO OROGRÁFICO NA DISTRIBUIÇÃO DA PRECIPITAÇÃO EM FUNDÃO E SANTA TERESA NO PERÍODO DE 1947 A 2012

VITÓRIA
2013

FABRICIO HOLANDA DO NASCIMENTO

AVALIAÇÃO DO EFEITO OROGRÁFICO NA DISTRIBUIÇÃO DA PRECIPITAÇÃO EM FUNDÃO E SANTA TERESA NO PERÍODO DE 1947 A 2012

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Departamento de Geografia ligado ao Centro de Ciências Humanas e Naturais (CCHN) da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES) como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Geografia.

Aprovado em:

COMISSÃO EXAMINADORA:

Prof. Dr. André Luiz Nascentes Coelho
(Orientador) Universidade Federal do Espírito Santo.

Profª Drª Cláudia Câmara do Vale
Universidade Federal do Espírito Santo.

Msc. Wesley C. Corrêa
Universidade Federal do Espírito Santo.

Agradecimentos

Em primeiro lugar, ao Deus, único, onipotente, onisciente e onipresente. Certamente, se não fossem suas misericórdias, nada do que fora feito poderia ser efetivado.

Sou muito grato ao professor e doutor André Luiz Nascentes Coelho, pelas orientações, “puxões de orelhas”, estímulos e dedicação à sua profissão.

Agradeço também ao mestrando Wesley de Souza Campos Correa, pois, certamente, muito contribuiu com indicações de bibliografia e leituras críticas deste trabalho.

A mestranda Ana Luiza Bezerra da Costa Saraiva, pelas contribuições, estímulos, livros presenteados, e muitas outras coisas. Certamente, tenho uma enorme dívida com ela.

A professora e doutora Cláudia Câmara do Vale pelos livros emprestados e paciência quanto a minha demora em devolvê-los.

A Eliane Balbino que, embora as circunstâncias tenham nos separado, certamente devo muito a ela pelo grande apoio, orações, e por ter sempre acreditado que eu chegaria até aqui.

Não haverão páginas o suficiente para agradecer a tantas pessoas que foram importantes para nós ao longo da graduação; sim, não haverão, mas peço sinceras desculpas por não me lembrar de todos (a). Obrigado!

“Quanto ao clima, na maioria dos estudos de caso, não há mapeamento nas mesmas escalas para as quais há da drenagem, do relevo, das rochas, do solo, da vegetação e de outros aspectos. Por isso, quase sempre é necessário começar do elementar e elaborar uma hipótese para a distribuição espacial das unidades climáticas por dedução [...]” (Tarik Rezende de Azevedo).

Resumo

Este trabalho monográfico tem por objetivo principal fazer uma avaliação da distribuição espacial da pluviosidade ao longo de um transecto de A para B que compreende parte dos municípios de Fundão e Santa Teresa, Espírito Santo, Brasil. Para tanto, foram feitas leituras bibliográficas, entre livros, teses, dissertações, monografias, artigos e periódicos, a fim de fundamentar a proposta. Para o mapeamento, foram usados dados das estações pluviométricas da Agência Nacional de Águas (ANA), com série histórica que corresponde ao período de 1947 a 2012, bem como diversas bases cartográficas concedidas de forma gratuita pelos Instituto Jones dos Santos Neves (IJSN), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE), Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA) e a Empresa Brasileira de Pesquisas Agropecuárias (EMBRAPA). Os resultados foram satisfatórios, pois, permitiram avaliar que, a barlavento da área objeto, ocorre maior quantitativo de chuva, devido, entre outros fatores, a altitude. Além disso, foi possível verificar que, a sotavento da área em estudo o acumulado de chuva diminui tanto no período chuvoso (de maneira menos intensa), quanto no período seco (de maneira mais intensa). Além disso, foi possível inferir também que, há uma estreita relação entre o uso e cobertura da terra dos municípios citados com os totais de precipitação, levando a considerar que, há uma melhor distribuição das chuvas em locais com vegetação natural preservada e conservada.

Palavras-Chave: Clima; Tempo; Precipitação Orográfica; Geotecnologias.

Abstract

The main objective of this monograph consists in evaluate the spatial distribution of rainfall along a transect from A to B which comprises the municipalities of Fundão and Santa Teresa, Espírito Santo, Brazil. For this purpose, bibliographic readings, including books, thesis, dissertations, monographs, articles and journals were made in order to substantiate the proposal. For mapping, data from rainfall stations of National Water Agency (ANA) were used, with historical series corresponding to the period from 1947 to 2012, besides several free cartographic databases provided by Jones dos Santos Neves Institute (IJSN), Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE), State Institute of the Environment and Water Resources (IEMA) and the Brazilian Enterprise for Agricultural Research (EMBRAPA). The results obtained were satisfactory, as they enabled to assess that on the windward side of the study area, occurs a greater quantitative of rain, being caused by the altitude, in addition to other factors. Furthermore, it was possible to estimate that on the leeward side of the study area, accumulated rainfall decreases both in the rainy season (less intensely), and in the dry season (more intensely). Additionally, it was also possible to infer that exists a close connection between the land use and cover in the municipalities cited with total rainfall, leading to consider that, there is a better distribution of rainfall on sites that present preserved and conserved natural vegetation.

Keywords: Climate; Weather; Orographic Precipitation, Geotechnologies.

LISTA DE SIGLAS

ANA – Agência Nacional de Águas

APA – Área de Proteção Ambiental

ASAS – Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul

AS – América do Sul

CGA – Circulação Geral da Atmosfera

CPTEC – Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

ENOS – El Niño de Oscilação Sul

EUA – Estados Unidos da América

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas

IEMA – Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos

IJSN – Instituto Jones dos Santos Neves

INCAPER - Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

IT – Linhas de Instabilidades

RMGV – Região Metropolitana da Grande Vitória

SE – Sudeste

SF – Sistemas Frontais

SGBD – Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados

SIG – Sistema de Informações Geográficas

SR – Sensoriamento Remoto

UFES – Universidade Federal do Espírito Santo

UTM – Universal Transversa de Mercator

ZCAS – Zona de Convergência do Atlântico Sul.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Relação do tempo e do clima com as ciências ambientais. 24
Figura 2: Relação entre o padrão divergente e convergente do movimento vertical da atmosfera e pressão artificial. 29
Figura 3: Modelo da circulação geral da atmosfera. Em (A) esquema da circulação geral da atmosfera; em (B) perfil do equador ao pólo do Hemisfério Sul.. 30
Figura 4: Vestígio de neve em São Joaquim/SC, Brasil.. 34
Figura 5: Principais processos formadores de precipitação. Fonte: Mendonça e Danni-Oliveira (2007), adaptado pelo autor (2013). 36
Figura 6: Estrutura Básica de Funcionamento de um SIG. 46
Figura 7: Fluxograma necessário para o desenvolvimento do trabalho.. 51
Figura 8: Domínios climáticos do Brasil e seus principais subtipos. 52
Figura 9: Tipos climáticos da região sud este segundo o IBGE (2006). 54
Figura 10: Localização da área em estudo. Organização: o autor/2013. 58
Figura 11: Perfil A – B analisado. Trecho entre Fundão e Santa Teresa/ES. 59
Figura 12: Modelo Digital de Elevação (MDE). Org.: o autor (2013). 60
Figura 13: Unidades geomorfológicas de Fundão e Santa Teresa/ES. 62
Figura 14: Rede de drenagem da área de estudos. 63
Figura 15: Domínios climáticos para Fundão e Santa Teresa, conforme o IBGE (2006). 66
Figura 16: Zonas naturais segundo Feitoza et al. (1999) em Fundão e Santa Teresa. 68
Figura 17: Corredores ecológicos, segundo o IEMA. Fonte: IEMA. Organização: o autor/2013. 71
Figura 18: Distribuição espacial da pluviometria no período chuvoso em Fundão e Santa Teresa. 74
Série de 1947 - 2012 74
Figura 19: Confronto do uso e ocupação da terra e a distribuição da precipitação no período chuvoso 75
na área de estudos. 75
Figura 20: Nuvens carregadas de umidade próximas ao Parque Goiapaba-Açu, mês de dezembro... 76
Trecho da Rodovia Josil Espíndula Agostini (ES-261-km 93), Santa Teresa-ES. 76
Figura 21: Distribuição da pluviometria ao longo do perfil. 78
Figura 22: Nebulosidade sobre a região Sudeste do Brasil no dia 20/11/2012, referente ao período chuvoso da região.. 78
Figura 23: Distribuição da pluviosidade no período chuvoso na estação Valsugana Velha-Montante, a 675 m de altitude. 79
Figura 24: Distribuição da pluviosidade no período chuvoso na estação São João de Petrópolis, a 149 m de altitude. 79
Figura 25: Distribuição espacial da pluviometria no período seco em Fundão e Santa Teresa. 82
Figura 26: Distribuição da pluviosidade no período seco na estação Valsugana Velha-Montante a 675 m de altitude, a barlavento da área em estudo.. 83
Figura 27: Distribuição da pluviosidade no período seco na estação São João de Petrópolis a 149 m de altitude, a sotavento da área em estudo 83
Figura 28: Distribuição da pluviometria ao longo do perfil. Org.: o autor (2013). 85
Figura 29: Confronto do uso e ocupação da terra com a distribuição pluviométrica no período seco. . 88
Figura 30: Ausência de nebulosidade sobre a região Sudeste do Brasil no dia 02/07/2012. 89
Figura 31: Precipitação média anual na área de estudos. Série histórica 1947-2012. 90
Figura 32: Trecho da ES 261 - km 88, Entrada de Santa Teresa. Foto do autor – 2014. 91

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Postos pluviométricos utilizados para o mapeamento. 49

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Organização das escalas temporal e espacial do clima. 42
Quadro 2: Categorias de técnicas para o tratamento de dados geográficos. 44
Quadro 3: Características das zonas naturais no município de Fundão. 67
Quadro 4: Características das zonas naturais em Santa 67

Sumário

1. INTRODUÇÂO 16
1.2. OBJETIVOS 19
1.2.1. Geral 19
1.2.2. Específicos 19
1.3. Justificativa 20
2. BASE TEÓRICO-CONCEITUAL 22
2.1. Tempo 22
2. 2. Clima 25
2. 3. Circulação Atmosférica 27
2.4. As Massas de Ar 30
2.5. Precipitação 33
2. 6. Efeito orográfico na distribuição da precipitação 37
2. 7. Escalas de Análise em Climatologia 40
2. 8. As geotecnologias e aplicações em Geografia 42
2.8.1. Sistema de Informações Geográficas (SIG) 44
3. MATERIAIS E MÉTODOS **48**
4. (RE) CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDOS **52**
4.1. Clima - Contexto Regional 52
4.2. Contexto Local: Aspectos Físicos e Sociais 56
4.2.1. Geologia 57
4.2.2. Geomorfologia 59
4.2..3. Recursos Hídricos 61
4.2.4. Clima 64
4.2.5. População e Socioeconomia. 69
5. APONTAMENTOS ACERCA DA DISTRIBUIÇÃO DAS CHUVAS NO TRANSECTO: ANÁLISES E CONSIDERAÇÕES 72
5.1. Mapa de distribuição de chuvas no período chuvoso (1947 – 2012). 72
5.2. Mapa de distribuição de chuvas no período seco (1947 – 2012). 79
5.3. Mapa de Precipitação Média Anual 87
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 94

1. INTRODUÇÂO

O conhecimento das condições atmosféricas sempre foi curiosidade do ser humano, desde os tempos mais remotos. Entretanto, somente a partir dos anos de 1960, pelo menos aqui no Brasil, que os estudos do Tempo e do Clima, ganharam uma posição de destaque nos meios científicos, sobretudo a partir da convenção para o meio ambiente realizada em Estocolmo (1972) (PASSOS, 2009; MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007; MONTEIRO, 2002; SANT' ANNA NETO, 2008).

De acordo com Ayoade (1996), os estudos do tempo e do clima ocupam uma posição de destaque no amplo campo da ciência ambiental. Dessa forma, conhecer os processos atmosféricos é de fundamental importância. Além disso, os diversos dados e variáveis climáticos são base fundamental para qualquer estudo e pesquisa geográficos, (OLIVEIRA, 2009).

Vale ressaltar que, conhecer os conceitos de tempo e clima, não é o suficiente para entender sua dinâmica local, regional ou global. Neste âmbito, faz-se necessário conhecer também seus elementos, como, massas de ar, umidade do ar, pressão atmosférica entre outros e os fatores que os influenciam, como a vegetação, latitude, e o relevo/altitude. Segundo Nimer (1989), as massas de ar, por exemplo, compreendem o fator fundamental para o estudo da climatologia moderna.

De acordo com alguns estudiosos, um dos princípios das definições climáticas do ponto de vista da biologia humana, mas que é válido para geógrafos é considerar a interação de outros elementos da natureza com o clima. Esta interação pode ser analisada a partir das diversas escalas de análise climática, desde a *macroclimática* até a *microclimática*. Além disso, a relação entre as escalas constitui-se condição fundamental para a compreensão de qualquer estudo ligado à Geografia, ao clima e ao tempo (MENDONÇA e DANNI- OLIVEIRA, 2007; SORRE, 2006; MONTEIRO, 2002; AYOADE, 1996).

Corroborando com a ideia acima, o Brasil, um país tropical, com uma imensa extensão territorial, além de se situar em uma das áreas que mais recebe energia solar do planeta, é composto climas diversos. Neste contexto, o Brasil é influenciado por todas as massas de ar responsáveis pelas condições do tempo e do clima da América do Sul (AS), que correspondem às massas equatoriais, massas tropicais e massas polares (NIMER, 1989).

A região Sudeste (SE) do Brasil, por sua vez, sem dúvida alguma constitui-se uma das regiões mais diversificadas em termos climáticos do pais. Neste contexto, influenciam para essa diversificação sua área que é de cerca de 925.000 km², a posição latitudinal, entre 14º e 25º sul, a proximidade com o mar (oceano Atlântico), a altimetria e a disposição do relevo. No quesito precipitação, a principal forma desta em regiões tropicais é em forma de chuva ou precipitação pluviométrica. E esta, encontra no relevo do Sudeste brasileiro, um de seus principais fatores de origem e distribuição (CÂNDIDO e NUNES, 2008; MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007; SANT´ANNA NETO, 2005; NIMER, 1989).

No que tange a precipitação para o SE, Alvarenga (2012), relaciona os maiores quantitativos desta com os Sistemas Frontais (SF[1]) e a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS[2]). Deste modo, os SF atuam de forma mais efetiva no inverno, enquanto que a ZCAS atua no verão. Para Nimer (1989), além dos fatores citados, favorece para a precipitação na região SE do Brasil a topografia, “uma vez que ela atua no sentido de aumentar a *turbulência* do ar pela *ascendência orográfica*, notadamente durante a passagem de *correntes perturbadas*, que em nossa área

[1] No Glossário Técnico do CPTEC, um Sistema Frontal (SF) clássico refere-se a um “[...] composto de frente fria, frente quente e centro de baixa pressão na superfície chamado ciclone”. Mas também pode ser compreendido como um “sistema de frente delineado sobre uma carta sinótica de superfície; mais particularmente, um completo sistema pertencente a uma depressão frontal especificada”.

[2] Segundo Carvalho e Jones (2009), a ZCAS refere-se a uma “[...] banda de nebulosidade e chuvas com orientação noroeste-sudeste, que se estende desde a América do Sul até o Sudeste do Brasil e, frequentemente, sobre o oceano Atlântico Subtropical” (p.95).

correspondem às *frentes polares* e as *linhas de IT*[3]" (p.83, grifo do autor).

O efeito da orografia no comportamento da pluviosidade refere-se, basicamente, há uma relação existente entre a atmosfera e a superfície terrestre. Embora existam outros fatores que influenciam o comportamento do clima, como, massas de ar, a vegetação, a latitude, e outros, optou-se pela orografia, pois, na área em estudos, as altitudes variam de 40 metros até os 947 metros, fato este que pode influenciar a distribuição da pluviosidade no local. Dessa f e i t a, o relevo apresenta três importantes fatores na definição do clima: a posição, a orientação de suas vertentes e a declividade. Já a precipitação pode ser classificada, segundo diversos autores, como do tipo convectivo, frontal e orográfico ou de relevo. Esse critério de classificação é baseado pela maneira de elevação do ar que deu origem a precipitação (AYOADE, 1996; MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007; MILANESI, 2007).

O Espírito Santo, em particular, é um estado caracterizado por uma distribuição mais latitudinal do que longitudinal e é tomado basicamente por três grandes repartições do relevo, a saber, são: Planície Litorânea, Tabuleiros Costeiros e Região Serrana (IJSN, 2012), com variações topográficas que podem atingir cerca de 3.000 metros (Serra do Caparaó). Certamente, essa variação topográfica exerce alguma influência na distribuição de chuvas no estado, sobretudo no que diz respeito à precipitação provinda do Atlântico Sul.

Em estudo recente, com base em dados de precipitação média anual (1963 – 1998), concedidas pelo Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER) Nascimento et al. (2012), identificaram que, em altitudes mais elevadas ocorrem os maiores quantitativos de chuva do estado, bem como das menores temperaturas, como, por exemplo, em Domingos Martins, Marechal Floriano, dentre outros.

Não somente pela altitude, mas, os autores (Op. Cit.), identificaram também que, há

[3] IT refere-se às linhas de instabilidades, segundo a Nimer (1989).

uma estreita relação entre os maiores volumes de chuva com a presença de vegetação. Neste contexto, em áreas com elevações intermediárias a altas (acima dos 2000 metros de altitude), os quantitativos de chuva ultrapassam os 1.500 mm.
O objeto de pesquisa em tela refere-se a um transecto de A para B, de cerca de 30 km de extensão, que se inicia na comunidade de Beira Rio (coordenadas latitude 19°56'2.62"S e longitude 40°24'53.95" O), município de Fundão e termina em Santo Antônio do Canaã (coordenadas latitude 19°49'36.50"S e longitude 40°39'13.88" O), no município de Santa Teresa. As altitudes variam de 40 metros a cerca de 1000 metros. Desse modo, com uma variação dessa característica, é muito provável que o relevo, e este visto como um fator estático do clima pode influenciar na formação, distribuição e intensificação das chuvas no local (NIMER, 1989).

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Geral

Avaliar o efeito orográfico na distribuição das médias das chuvas nos períodos: chuvoso (outubro a março), seco (maio a setembro) e média anual ao longo de um transecto de A para B, nos municípios de Fundão a Santa Teresa, mais precisamente as comunidades de Beira Rio em Fundão e Santo Antônio do Canaã em Santa Teresa, na série histórica de 1947 a 2012, com o uso de Geotecnologias.

1.2.2. Específicos

Verificar a relação da altitude com a distribuição de chuvas na área em estudo.

Relacionar o uso e ocupação da terra com a distribuição de chuvas ao longo do transecto.

Evidenciar a existência de efeitos relacionados à orografia, como, a chuva orográfica e

a sombra de chuva.

Contribuir com a geração de fonte de dados e informações acerca do clima do Espírito Santo.

1.3. Justificativa

No que tange aos municípios que abrange o transecto, os estudos acerca das condições climáticas são insuficientes e quase inexistentes. Sendo assim, este trabalho contribui na elaboração de material bibliográfico sobre estes municípios que, de certa forma, carecem de estudos científicos nesta linha de pesquisa.

Em um segundo plano, estudar o comportamento da precipitação em uma série histórica de, pelo menos 30 anos, é relevante, pois, nos ajuda a compreender o ciclo hidrológico[4], embora esta não seja a única componente do mesmo. Além disso, corroborando com a ideia de Silva (2010), á água é um elemento fundamental e importante para à vida em todas as suas formas, como elemento bioquímico dos seres vivos e/ou como um "elemento representativo de valores sociais e culturais, ou mesmo como fator fundamental da produção de bens de consumo" (p.207).

Em algumas situações, estudos aprofundados das condições climáticas e meteorológicas de determinado lugar, permitem um melhor entendimento físico das condições atmosférica do ambiente e do ritmo climático do local, possibilitando a organização e conhecimento do calendário agrícola (KOUSKY e CASARIN, 1986, apud NERY et al. 2002).

Conhecer o clima de um determinado lugar é de extrema importância, sobretudo no

---

[4] Segundo o Glossário Técnico do CPTEC, o ciclo hidrológico refere-se ao processo pelo qual "[...] a água evapora-se da superfície dos mares, rios, lagos e da vegetação terrestre. O vapor sobe e forma nuvens nas quais esfriam e condensam-se, voltando a transformar-se em água ou gelo. Depois, cai sob a forma de chuva, neve ou granizo e a seguir corre para os rios e os mares completando o ciclo" (GLOSSÁRIO TÉCNICO CPTEC).

De toda a água existente no Planeta, cerca de 1.350 milhões km³, 97% estão nos mares e oceanos; 2,14% nas calotas de gelo; 0,37% nos rios e lagos; e apenas 0,1% fica na atmosfera.

que diz respeito às áreas que são dominadas por culturas agrícolas, como o caso do objeto em estudo, particularmente o município de Santa Teresa. Segundo Mello Júnior et al. (2006), em estudo realizado na região hidrográfica do Atlântico, Leste de Minas Gerais, a delimitação de áreas climaticamente homogêneas, por exemplo, pode fornecer informações acerca dos indicadores dos meios físico e biológico de um determinado lugar que são compatíveis com a exploração de determinadas culturas.

Segundo Zavattini (2009), estudar a distribuição das chuvas ao longo de uma séria histórica pode ajudar a identificar possíveis irregularidades no ritmo climático atual, pois, "[...] permite constatar períodos muito chuvosos revezando-se com outros de severa estiagem" (p.12).

Outra razão pela qual se pretende produzir conhecimento acerca da distribuição das chuvas no objeto em estudo refere-se ao fato dos municípios envolvidos serem privilegiados por diversas áreas de preservação ambiental (Parque Goiapaba-Açú), corredores ecológicos (Centro Serrano, Alto Misterioso), pois é sabido que, a conservação da vegetação contribui para a manutenção do ciclo hidrológico, além de possuir função de interceptação de parte da água da chuva, impedindo-a que ela chegue diretamente ao solo (NETTO e AVELAR, 2012).

Por último, mais não se esgotando as justificativas, estudar o comportamento pluviométrico de um determinado lugar, possibilita aos órgãos gestores, a exemplo da Defesa Civil, dados e informações úteis na definição de áreas adequadas à ocupação ou não, além de proporcionar também conhecimentos úteis aos planejamentos ambiental e agrícola, sobretudo se levar em consideração que, o objeto em estudos é predominantemente agrícola. Segundo o órgão citado (2010), alguns municípios adjacentes a área objeto, como, Santa Leopoldina e João Neiva, são acometidos por inundações e enxurradas.

2. BASE TEÓRICO-CONCEITUAL

As diferentes abordagens da dinâmica do clima, como, aquecimento, resfriamento, catástrofes, etc. perpassam da escala de análise global até a escala local. Neste sentido, fica cada vez mais evidente a importância dos estudos relacionados ao clima e ao tempo e a seus atributos e controles nas suas diversas escalas de análise. Desta forma, é importante que se tenha em mente, alguns dos principais conceitos de tempo e clima, como forma de compreender a dinâmica da atmosfera e as diversas aplicações que podem ser feitas a partir desses conceitos (BARROS e ZAVATINI, 2009).

2.1. Tempo

O estudo do tempo, certamente ocupa uma posição singular nos diversos estudos que são desenvolvidos nas ciências ambientais. Desde muito tempo, o homem busca o conhecimento da atmosfera e do seu ambiente. Para Ayoade (1996), “os processos atmosféricos influenciam os processos nas outras partes do ambiente, principalmente na biosfera, hidrosfera e litosfera” (p.1). Neste âmbito, o mesmo autor chama a atenção para o fato de ao pesquisar o tempo, o pesquisador não pode deixar de considerar os outros processos e partes da atmosfera. Corroborando com essa ideia, Ross (2007) instrui os pesquisadores a pensar as pesquisas em uma perspectiva integrada. A Figura 1, mostra como ocorre a relação do tempo com outros contextos das ciências ambientais.

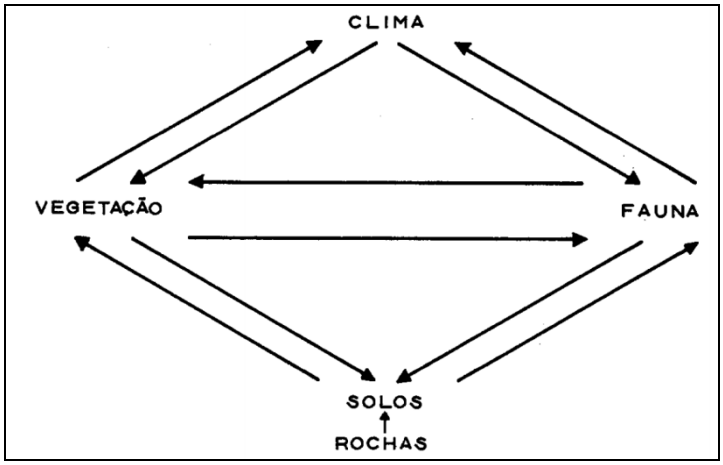

Figura 1: Relação do tempo e do clima com as ciências ambientais.
Fonte: Ayoade (1996).

O tempo atmosférico, segundo alguns pesquisadores, refere-se ao estado momentâneo da atmosfera (MENDONÇA E DANNI-OLIVEIRA, 2007; AYOADE, 1996). Este estado momentâneo é compreendido como o "conjunto de atributos que caracterizam naquele momento, tais como radiação (insolação), temperatura, umidade (precipitação, nebulosidade, etc.) e pressão (ventos etc.)" (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007, p.13).

No Glossário Técnico do Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC, 2014), o tempo atmosférico refere-se a:

> Conjunto de condições atmosféricas e fenômenos meteorológicos que afetam a biosfera e a superfície terrestre em um dado momento e local. Temperatura, chuva, vento, umidade, nevoeiro, nebulosidade, etc., formam o conjunto de parâmetros do tempo (GLOSSÁRIO TÉCNICO CPTEC).

Segundo Strahler e Strahler (1989), o tempo atmosférico, em função dos seus diversos componentes, pode variar enormemente de lugar para lugar, de estação para estação. E esta variação é a responsável pela manutenção da vida no planeta Terra. Como exemplo, as plantas necessitam de calor, disposto em forma de calor sensível, que seja proporcional à temperatura do ar e do solo de um determinado limite do planeta.

A Geografia como uma ciência humana, que trata das características naturais da Terra, e que estuda o espaço geográfico[5], analisando-o a partir da interação que a sociedade exerce com a natureza, utiliza do conhecimento do tempo para diversas análises, sobretudo ambientais, embora os estudos do mesmo, geralmente são feitos pela Meteorologia. E esta, pertencente ao ramo das Geociências, trata da dimensão física do tempo (MENDONÇA E DANNI-OLIVEIRA, 2007).

2. 2. Clima

Na literatura existem diversos conceitos acerca do que seja o clima. Estes conceitos, na concepção de Mendonça e Danni-Oliveira (2007), refletem uma preocupação "com a apreensão do que seja a característica do clima em termos do comportamento médio dos elementos atmosféricos" (p.14).

No final do século XIX, surge o conceito acerca do clima desenvolvido por Julius Hann. Este conceito entende o clima como um agregado de fenômenos de cunho meteorológico que definem as condições médias atmosférica de uma dada porção da superfície da Terra, enquadrando-se assim, nos clássicos conceitos de clima (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007).

Na definição de Strahler e Strahler (1989):

> El clima há sido siempre em geografía física, la pedra de toque y há constituido la base para uma racionalización física definida del globo. [...] En el sentido más amplio, clima es uma condición característica de la atmosfera próxima a la superfície terrestre en un lugar, sobre una región determinada (p.147).

Segundo Ayoade (1996) o clima pode ser entendido pelas características médias da atmosfera durante um longo período de tempo, pelo menos trinta anos (30). Nesta

[5] Na concepção de Santos (2006), o espaço geográfico dever ser entendido e visto como um conjunto indissociável de que participam certo arranjo de objetos geográficos, de um lado, e de outro, objetos naturais e sociais.

perspectiva, ele abrange maior quantidade de dados de uma determinada área de estudos, do que as condições médias de tempo. Para o mesmo autor, o clima possui considerações acerca dos “desvios em relação às médias (isto é, variabilidade), condições extremas e as probabilidades de frequência de ocorrência de determinadas condições de tempo” (p.2).

Para Sorre (2006, p. 2), o clima pode ser entendido como “à série de estados atmosféricos sobre determinado lugar em sua sucessão habitual”, ou seja, características que perduram durante um determinado período. Nesta concepção, pode-se compreender o “clima segundo uma cadência rítmica de sucessão de tipos de tempo” (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007, p.15).

Para o CPTEC, o clima pode ser compreendido como:

> [...] estado médio e o comportamento estatístico da variabilidade dos parâmetros do tempo (temperatura, chuva, vento, etc.) sobre um período, suficientemente, longo de uma localidade. O período recomendado é de 30 anos (GLOSSÁRIO TÉCNICO CPTEC).

Em face dessas abordagens, pode-se dizer que, o tempo atmosférico é estudado pela Meteorologia, enquanto o clima é analisado pela Climatologia, um ramo da Geografia Física, e esta possui suas bases fundamentais na Meteorologia (BARROS e ZAVATTINI, 2009). Na concepção de Sorre (2006), uma diferenciação coerente entre a Meteorologia e a Climatologia, “leva-nos a definir mais exatamente esta última, analisando a noção fundamental do clima” (p.90).

Tanto o clima quanto o tempo possuem como característica básica sua dinamicidade. E esta, se reflete por meio de seus atributos e controles ou fatores climáticos. Assim, os fatores do clima são: a latitude, massas de ar, correntes marítimas, a vegetação, o relevo e o homem. Os atributos são: a pressão atmosférica, temperatura, umidade e a precipitação. No entanto, tendo em vista que

neste trabalho o objetivo central relaciona-se com a distribuição espacial da precipitação, esta será melhor detalhada neste capítulo.

Sorre (1951, apud, Milanesi, 2007), considera importante à ação dos controles geográficos do local (latitude, altitude, exposição de vertentes, maritimidade/continentalidade, uso e ocupação do solo, circulação secundária da atmosfera, etc.), no que se se refere a diferenciação dos tipos de tempo.

Neste âmbito, um estudo da variabilidade dos tipos de tempo de cada local, deve considerar, de forma individual, sua frequência, duração e retorno. Além disso, identificando-se a amplitude temporal da atuação dessa variabilidade, pode- se nos fornecer a noção de ritmo, tendo em vista as variações do clima local (MILANESI, 2007).

2. 3. Circulação Atmosférica

Segundo Ayoade (1996), o movimento ou circulação da atmosfera refere-se a soma de dois componentes básicos: o movimento em relação a superfície da terra (vento) e o movimento da terra em volta de seu eixo. Este movimento tridimensional, segundo Varejão-Silva (2006), se processa em distintas escalas espacial e temporal. Por exemplo, há fenômenos convectivos turbilhonares de diâmetro da ordem de centímetros e duração de segundos, denominados de escala micrometeorológica.

Segundo Varejão-Silva (2006), o conhecimento da circulação geral da atmosfera é de suma importância para a compreensão de diversos fenômenos do clima mundial. Seu objetivo basilar em escala global consiste em conhecer e compreender “[...] os mecanismos físicos que asseguram a manutenção do equilíbrio energético” (p.299). Entretanto, seu conhecimento de maneira perfeita está longe de ser atingido, no que tange aos comportamentos médios ou prevalecentes.

O mesmo autor (*Op. Cit.*) cita que, o que contribui para esta dificuldade em caracterizar a circulação atmosférica ao longo de todo o Globo, esta intimamente relacionada ao fato de a

superfície terrestre ser bastante heterogênea, extensas áreas desabitadas, além de uma extensa superfície oceânica, e esta se diferencia de maneira considerável em relação à superfície continental, no que tange ao balanço energético, o que torna dificultoso a coleta de dados, o que é facilitado por meio de imagens de satélites.

Para Ayoade (1996), “é a circulação atmosférica que realmente determina o padrão dos climas no mundo” (p.73). Nesta perspectiva, considerando que a circulação atmosférica possui tendência a se dispor em zonas latitudinais, os climas no mundo, por sua vez, também irão ocorrer em zonas.

A circulação do ar ocorre pelo menos de duas maneiras: em escala vertical e em escala horizontal. Este último tem como causa principal o desenvolvimento e a manutenção de um gradiente de pressão horizontal, fazendo que o ar circule de uma área de alta pressão para uma de baixa pressão. Neste âmbito, o ar sendo forçado a se mover pelo gradiente de pressão, ele é afetado por uma força deflectora que ocorre em detrimento do movimento de rotação da terra, a força de Coriólis. Neste contexto, há um aparente desvio do ar por conta da rotação da terra, fazendo com que o ar se desvie para a direita no hemisfério norte, e para esquerda no hemisfério sul (AYOADE, 1996).

Já o movimento vertical da atmosfera ocorre em, pelo menos, duas escalas: em larga escala e em pequena escala. No primeiro caso, ele ocorre em áreas de milhares de quilômetros quadrados; já em pequena escala, o movimento vertical ocorre sobre áreas relativamente pequenas, como, centenas de quilômetros quadrados. É válido lembrar que, a ascenção ou descida do ar, ocorre em função de fatores dinâmicos da atmosfera, que se relacionam com o fluxo horizontal do ar. Sendo assim, quando em uma unidade de área de ar sai mais ar do que entra, ou seja, há uma perda da massa de ar, temos uma *divergência.* Por outro lado, se ocorrer um acumulo de ar, temos uma *convergência* (AYOADE, 1996) (Figura 2).

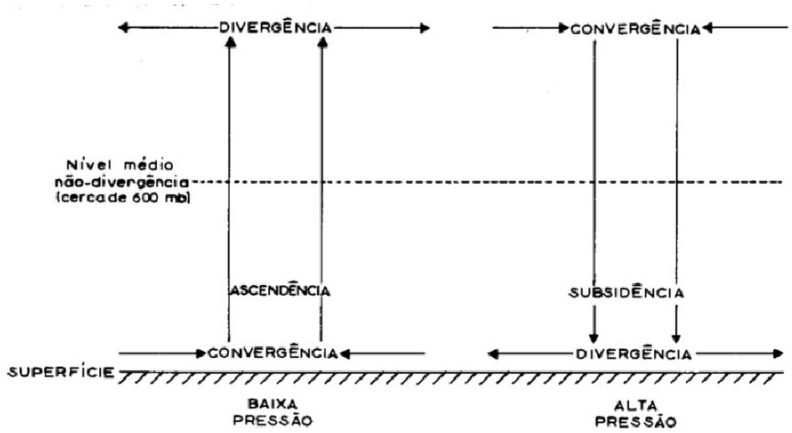

Figura 2: Relação entre o padrão divergente e convergente do movimento vertical da atmosfera e pressão artificial. Fonte: Ayoade (1996).

Ao longo do tempo, diversos modelos de circulação geral da atmosfera (CGA) foram elaborados. O primeiro modelo acerca da circulação atmosférica é atribuído a Halley, por volta de 1686. Neste contexto, Halley associou os ventos alísios de leste a convergência baixa no cinturão equatorial de maior aquecimento (BARRY e CHORLEY, 2013).

Algum tempo depois, no ano de 1735, cerca de um século antes de Coriólis ter estabelecido a força deflectora dos ventos causada pelo movimento da terra, Hadley começou a discutir a abordagem de Halley, preocupando-se, particularmente, com a deflexão dos ventos em um globo em rotação para direita no hemisfério Norte, e para esquerda no hemisfério Sul, ou seja, a rotação da terra foi incorporada para tentar explicar os alísios de nordeste e de sudeste. Dessa feita, essa circulação é ainda a mais conhecida e aceita atualmente (BARRY e CHORLEY, 2013; VAREJÃO-SILVA, 2006; AYOADE, 1996).

Com o passar do tempo e avanços nas pesquisas, outros modelos de CGA surgiram foram sendo aperfeiçoados, como por exemplo, o modelo de Ferrel em 1856 que, introduz as zonas de ventos de Oeste, desprezadas nos dois modelos anteriores. Mais tarde, o modelo de Ferrel foi novamente revisto por Bergeron, 1928 e Rossby, em 1941 (VAREJÃO-SILVA, 2006; AYOADE, 1996) (Figura 3).

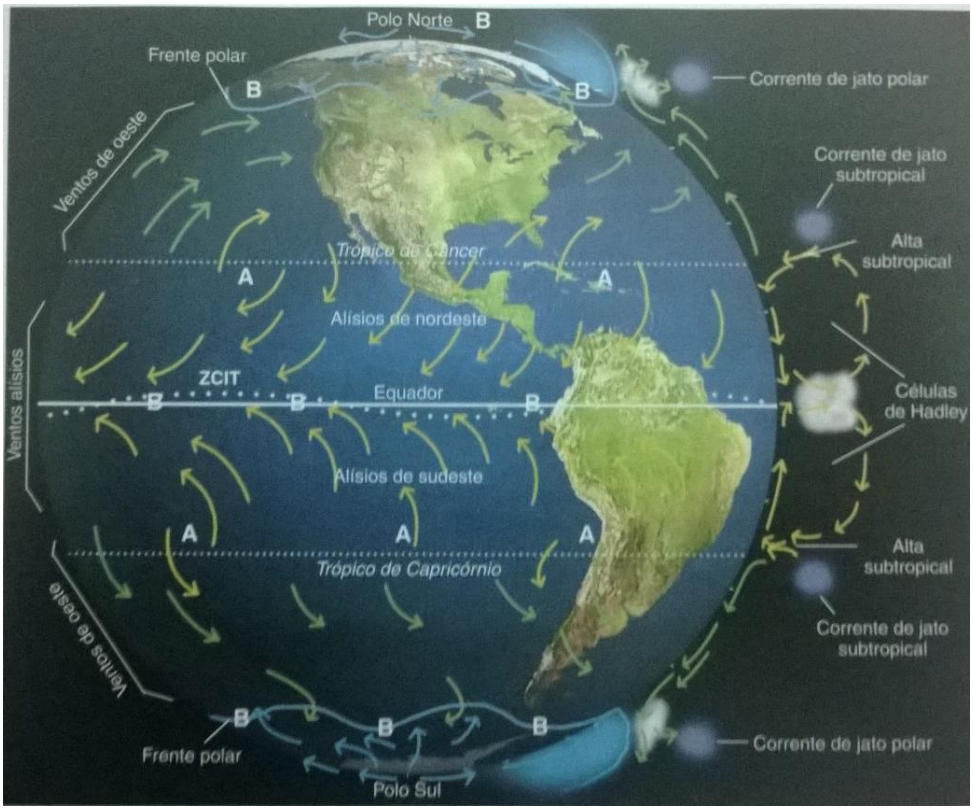

Figura 3: Modelo da circulação geral da atmosfera. Em (A) esquema da circulação geral da atmosfera; em (B) perfil do equador ao pólo do Hemisfério Sul. Fonte: Adaptado de Christopherson (2013).

2.4. As Massas de Ar

Segundo Strahler e Strahler (1989), os modelos de precipitação no âmbito planetário estão relacionados com as regiões de origem das massas de ar, e de forma predominante, com os movimentos das mesmas. Desse modo, a compreensão das massas de ar pode fornecer um entendimento mais adequado dos diferentes tipos de precipitação.

Segundo os autores acima (Op. Cit.), as massas de ar podem ser classificadas de acordo com a latitude de suas regiões de origem, e as características que cada superfície apresenta, seja oceânica o terrestre. Assim, as massas de ar podem ser reconhecidas pelos fatores térmicos e pluviométricos. Assim, a temperatura de uma massa de ar decresce à medida que se afasta dos polos, e as precipitações de uma

massa de ar, podem estar relacionadas com sua fonte de umidade.

Na Meteorologia massa de ar é caracterizada como uma grande porção da atmosfera, que pode cobrir enormes extensões da superfície da terra, com distribuição vertical uniforme, bem como da temperatura e da umidade do ar, ou seja, em determinada altitude os valores da temperatura e da umidade serão aproximadamente semelhantes, independente do ponto do interior da massa (VAREJÃO-SILVA, 2006).

Segundo Hare (1963, *apud* AYOADE, 1996) o termo massa de ar pode ser definido como "[...] um grande corpo de ar horizontal e homogêneo deslocando-se como uma entidade reconhecível e tendo tanto origem tropical quanto polar" (p.99). Entretanto, vale lembrar que, as massas de ar sofrem modificações térmicas e dinâmicas assim que deixam sua área de origem.

O conceito de massas de ar, segundo Barry e Chorley (2013), refere-se a um grande corpo de ar, "cujas propriedades físicas (temperatura, teor de umidade e gradiente de temperatura) são mais ou menos uniformes horizontalmente por centenas de quilômetros" (p.224). Sendo assim, pode-se entender que, em superfícies com uma área extensa, por exemplo, o oceano, ocorre a formação de massas de ar com características especificas daquela área de origem.

Segundo os autores acima, há, pelo menos, três fatores determinantes na natureza e uniformidade das características das massas de ar:

> (1) a natureza da área-fonte onde a massa de ar obtém suas qualidades originais; (2) a direção do movimento e as mudanças que ocorrem à medida que uma massa de ar percorre longas distâncias; e (3) a idade da massa de ar (p.224).

Sendo assim, uma massa de ar pode se originar em superfícies continentais ou em superfícies oceânicas, e certamente, suas propriedades físicas, como, umidade, e energia cinética, serão distintas. Uma massa de ar frio, por exemplo, geralmente

ocorre no Hemisfério Norte, regiões do globo onde há a presença de anticiclones continentais de Sibéria centro-oriental e do norte do Canadá, regiões onde se formam as massas de ar polar continental. No Hemisfério Sul, na região antártica, ocorre a formação das massas de ar polar atlântica (BARRY e CHORLEY, 2013).

Segundo Varejão-Silva (2006), de maneira geral, as massas de ar oceânicas são mais úmidas do que as massas de ar que são originadas em porções continentais, embora sejam formadas na mesma latitude e na mesma época do ano. No entanto, por questões relacionadas à CGA,

> [...] as massas de ar frequentemente abandonam a região de origem, conduzindo consigo as propriedades lá adquiridas. No trajeto podem causar profundas transformações nas condições prevalecentes de tempo das áreas aonde chegam (p.371).

No caso das massas de ar quente, estas se originam em células de alta pressão subtropical, e durante o verão, em corpos de ar quente, que caracterizam áreas continentais. As fontes tropicais que dão origem as massas de ar são: marítimas, originárias de células de alta pressão oceânicas subtropicais; continentais e regiões com ventos levemente variáveis (BARRY e CHORLEY, *Op. Cit.*).

Na América do Sul (AS), segundo Varejão-Silva (2006), a influência principal sobre o clima é das massas de ar polares provindas da Antártica. E estas, atingem, sobremodo, as regiões Sul e Sudeste do Brasil no inverno, corroborando com a precipitação média dessas regiões. Além dessas, também alcançam a AS, as massas de ar tropicais (continental ou marítima).

Fato interessante refere-se à massa Equatorial Continental (MEC). Segundo Mendonça e Danni-Oliveira (2007), embora origina-se sobre o continente possui elevada umidade devido ao fato de sua origem se sobre uma área de extensa floresta, além de receber umidade provinda do pacífico transportada por ventos de leste.

2.5. Precipitação

Em primeiro lugar, a precipitação faz parte de um percurso que a água realiza todos os dias em seus diversos estados físicos, do sólido, vapor e líquido. Estritamente, o termo precipitação refere-se a todas as formas de água, seja líquida ou congelada. No entanto, somente a chuva e a neve contribuem significativamente para com os totais de precipitação, e nos trópicos, o termo precipitação pluvial é sinônimo de precipitação (BARRY e CHORLEY, 2013; AYOADE, 1996). Mas em alguns pontos mais elevados, como, o Kilimanjaro, na África Oriental, e nos Andes, América do Sul, ocorrem uma considerável precipitação em forma de neve, assim como em alguns estados do Brasil, sobretudo da região Sul do país e em Campos do Jordão/SP e Santa Catarina (DIÁRIO CATARINENESE, 2013; NUNES et al. 2009) (Figura 4).

Como dito anteriormente, a forma de precipitação mais frequente em regiões tropicais é a precipitação pluviométrica ou pluviosidade ou simplesmente chuva. Por isso, neste trabalho o termo precipitação é sinônimo de chuva ou precipitação pluviométrica.

A precipitação pluviométrica ou chuva é um tipo de precipitação de gotas d'água com diâmetro de 0,5 cm ou acima disto. Neste contexto, chuvas muito intensas, também conhecidas como aguaceiros, costumam durar pouco tempo, até 10 minutos (VAREJÃO- SILVA, 2006; BARRY e CHORLEY, 2013).

Figura 4: Vestígio de neve em São Joaquim/SC, Brasil. Fonte: http://meteobrasil.catch-forum.org/t9-neve-no-brasil-agosto-2010, acesso em 01/06/2013.

A medição da precipitação ocorre por meio de aparelhos denominados pluviógrafos, que registram dados em gráficos, e pluviômetros que coletam dados em milímetros (mm) (AYOADE, 1996; MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007).

Essa unidade pode ser entendida como "[...] a queda de um litro de água por metro quadrado da projeção da superfície terrestre" (VAREJÃO-SILVA, 2006, p.353), como exemplificado na (Equação 1) abaixo:

$$1\text{litro}/m^2 = 1\ dcm^3/100\ dcm^2 = 0{,}1\ cm = 1 \qquad \text{Equação (1)}$$

No Brasil, existem diversos institutos, de âmbito nacional e estadual, que realizam a coleta desses dados diariamente, seja por meio de estações automáticas e/ou convencionais, como, o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), a Agência Nacional de Águas (ANA), e âmbito estadual o Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER) no estado do Espírito Santo.

A precipitação pluviométrica (chuva) pode ocorrer de diversas formas quanto a sua natureza, ou seja, pela maneira de elevação do ar que a origina: convectiva, frontal e orográfica. Na literatura especifica, há autores que mencionam o tipo de chuva ciclônica. No entanto, em superficies tropicais a três primeiras são as mais citadas (AYOADE, 1996; BARRY e CHORLEY, 2013,).

A precipitação do tipo *convectivo* tem como causa básica o movimento vertical de uma dada massa de ar ascendente, ou seja, uma massa de ar mais quente que o ambiente adjacente. Para Mendonça e Danni-Oliveira (2007), a precipitação convectiva ocorre através de:

> [...] movimentos verticais que caracterizam a célula de convecção resultam do acentuado aquecimento de dada coluna de ar úmido, que é forçada a se expandir, ascendendo para níveis superiores da Troposfera, onde se resfria adiabaticamente (p. 71).

Segundo Ayoade (1996), o tipo convectivo, associada a nuvens do tipo cumulus e cumulus nimbus, geralmente, é mais intenso que os outros tipos de precipitação existentes, e ocorre acompanhada por trovões e de duração mais curta, menos de quatro horas de duração.

A chuva de origem *frontal*, por outro lado, ocorre basicamente, pela associação de nuvens formadas a partir da ascensão de ar úmido ao longo de suas rampas. Segundo Mendonça e Danni-Oliveira (2007), a intensidade e duração deste tipo de chuva, dependem de: tempo de permanência da frente, umidade da massa de ar, contraste de temperatura das massas e a velocidade de deslocamento da frente.

A precipitação do tipo *orográfico* ou de *relevo* está associada às áreas bastante elevadas. Este tipo de precipitação ocorre inteira ou parcialmente pela elevação do ar úmido sobre um terreno elevado. Entretanto, as elevações por si só não são suficientes para remover a umidade que se desloca por elas, embora recebam mais chuvas que as superfícies que os circundam (AYOADE, 1996).

Segundo Mendonça e Danni-Oliveira (2007), a chuva orográfica ocorre quando:

> O ar úmido e quente, ao ascender próximo às encostas, resfria-se adiabaticamente[6] devido à descompressão promovida pela menor densidade do ar nos níveis mais elevados. O resfriamento conduz a saturação do vapor, possibilitando a formação de nuvens, [...] que, com a continuidade do processo de ascensão, tendem a produzir chuvas. (p.78).

As chuvas neste tipo de precipitação ocorrem geralmente a barlavento de uma região elevada ou montanhosa, acompanhada de nuvens *cumuliformes* e *estratiformes* e intensidades e duração variáveis, o que faz com que este tipo de precipitação seja questionável, (MILANESI, 2007).

A Figura 5 representa os principais processos de formação de chuvas.

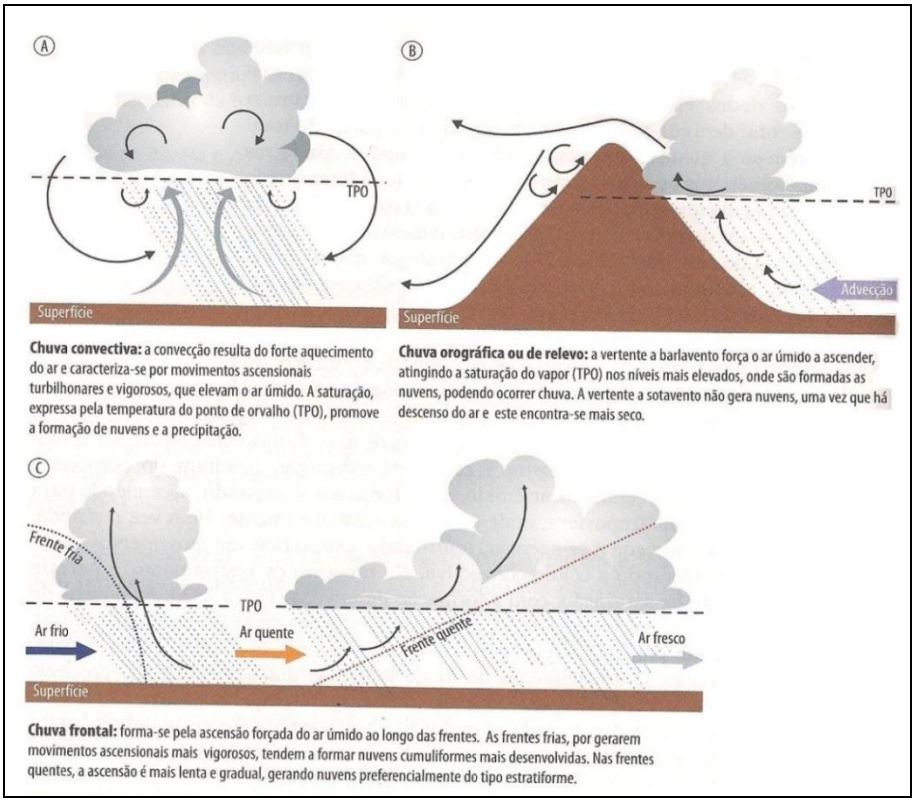

Figura 5: Principais processos formadores de precipitação. Fonte: Mendonça e Danni-Oliveira (2007), adaptado pelo autor (2013).

[6] Segundo Barry e Chorley (2013), o resfriamento adiabático ocorre quando há mudança de temperatura sem envolver "[...] subtração (ou adição) de calor" (p.107). Dessa forma, uma parcela de ar se desloca de um ponto a outro, geralmente de um ambiente de alta pressão para um de baixa pressão, sem haver troca de calor, e seu volume aumenta.

Embora todos os fatores acima sejam importantes na formação da precipitação, a ocorrência desse elemento climático dar-se-á através do desenvolvimento dos chamados núcleos de condensação[7].

2. 6. Efeito orográfico na distribuição da precipitação

Segundo Barry e Chorley (2013), é muito comum o aumento na precipitação média em função da altitude, sobretudo em declives montanhosos, embora haja uma considerável diferença nos perfis de precipitação em âmbitos regional e sazonal. Exemplo dessa variação, dizem os autores, pode ser observado nas montanhas rochosas do Colorado, Estados Unidos da América (EUA), onde é observado um aumento até pelo menos 3000-4000 mm. No Brasil, o estado de São Paulo, sobretudo as Serras do Mar e Mantiqueira, observamos variações de pluviosidade bem semelhantes ao caso dos EUA, com precipitações que podem alcançar os 4000 mm.

Quando o comportamento da precipitação média é analisado no oeste da América do Norte, “a máxima ocorre a barlavento em declives de Sierra Nevada, ao passo que no oeste do Canadá, existe uma associação entre o relevo e os máximos de precipitação” (BARRY e CHORLEY, 2013, p.97). Na Grã – Bretanha, na porção oeste, a precipitação máxima ocorre a sotavento dos picos montanhosos, com aproximadamente 1000 m de altitude.

Em regiões tropicais e subtropicais, o máximo de precipitação geralmente ocorre abaixo dos picos de montanhas mais elevadas, e diminui à medida que a elevação aumenta. Neste contexto, vários registros mostram que a elevação média de maior precipitação é de 1200 m, enquanto que acima de 2000 m há uma notável diminuição nas quantidades (BARRY e CHORLEY, 2013).

[7] Segundo Barry e Chorley (2013), os núcleos de condensação ou núcleos higroscópicos são partículas microscópicas (aerossóis, poeira, fumaça, sais e outros componentes químicos) que, entram na atmosfera através da explosão de bolhas de ar de espuma, além de partículas que oriundas da combustão industrial e domesticas que são elevadas pela ação do vento.

É evidente que ocorre uma diferença entre a pluviosidade e a orografia tropical e a temperada. Essa distinção pode ser explicada pelo fato de haver uma concentração de umidade em uma camada de ar próxima a superfície nos trópicos (BARRY e CHORLEY, *Op. Cit.*).

Há vários estudos que apontam a relação existente entre a precipitação e o relevo. Sobretudo no que tange a altitude, a exemplo de Conti (1975), Cândido e Nunes (2008), Milanesi (2007), Pereira (2013), entre outros. Entretanto, grande parte dos trabalhos é direcionada ao estado de São Paulo. Sendo assim:

> [...] o efeito orográfico sobre as precipitações é bastante conhecido. Ele é, com efeito, notável nas grandes cadeias no 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 nas precipitações em barreiras montanhosas de pequena escala (CONTI, 1967, *apud*, CÂNDIDO e NUNES, 2008, p.15).

Nunes et al., (2009), argumentam que, as características do relevo, como, a configuração e sua disposição são aspectos importantes para a compreensão da diversidade climática existente no Sudeste do Brasil. Neste âmbito, a dinâmica orográfica, pode até não ocorrer de "[...] forma espetacular, mas contribuindo para que localmente ocorram algumas diferenças, se não no ritmo, nos montantes pluviais e nas temperaturas" (p.244).

Embora o efeito da orografia na distribuição da precipitação seja o foco principal do trabalho, é importante ressaltar que, a orografia não é a gênese da precipitação, ela refere-se apenas como um agente intensificador das precipitações, e em muitos casos os valores de precipitação se diferenciam de maneira considerável de uma vertente a outra em um curto espaço (CÂNDIDO e NUNES, 2008).

O efeito orográfico é tão importante que, no caso da Cordilheira dos Andes, segundo Mendonça e Danni-Oliveira (2007), a elevação inibe a penetração da umidade

proveniente do oceano Pacífico em direção ao interior do continente, embora não impeça que as massas polares cheguem ao norte da América do Sul. De maneira geral, na América do Sul, a distribuição das terras e feições de relevo diversas em diferentes latitudes contribui para a atuação e desenvolvimento de sistemas atmosféricos distintos, fazendo com que ocorra uma heterogeneidade climática desta região (REBOITA et al., 2012).

Valeriano e Picini (2003) identificaram para o estado de São Paulo que, as variações da precipitação anual acompanham os desníveis altimétricos. Nas altitudes mais elevadas, a quantidade de chuvas é elevada. Por outro lado, as áreas próximas ao litoral também apresentam quantitativos de chuvas elevados, evidenciando uma forte influência dos fatores topográficos, bem como da proximidade com a costa.

Segundo Cândido e Nunes (2008), a ocorrência de chuvas orográficas dar-se-á devido ao fato de que uma parcela de ar carregada de umidade movimenta-se paralelamente à superfície até encontrar “um obstáculo, como, uma encosta de uma escarpa ou de uma montanha” (p.15). Dessa feita, o ar percorre seu caminho, por conta da energia cinética que possui, e eleva-se em detrimento da inclinação do relevo.

Corroborando com a ideia acima, estima-se que o gradiente médio de decréscimo de temperatura seja de 6 a 7 °C a cada 1000 metros ou 0,6 °C a cada 100 metros de altitude, fato este que coopera para o resfriamento do ar à medida que a altitude aumenta. Neste âmbito, esta parcela de ar pode se condensar quando a temperatura do ponto de orvalho tornar-se igual ou maior que a temperatura da parcela de ar (CÂNDIDO e NUNES, 2008).

Por outro lado, as vertentes a sotavento de uma elevação sofrem com uma considerável queda nos totais de precipitação, pelo fato de o ar já ter perdido uma boa parte de sua umidade. Segundo Cândido e Nunes (2008), este fenômeno é conhecido como “*Chinok*, efeito *Föhn* ou *rainshadow effect* (sombra de chuva)” (p.15).

Segundo os mesmos autores, é este fenômeno que contribui para a formação do deserto da Patagônia, localizado a sotavento da Cordilheira dos Andes, deserto de Gobi na Mongólia, etc.

Cândido e Nunes (2008) identificaram em São Paulo fenômenos bem similares aos citados acima, devido às elevações proeminentes do estado. Além disso, identificaram também totais pluviométricos inferiores a sotavento de algumas elevações onde os totais pluviométricos a barlavento possuem altitudes equivalentes.

2. 7. Escalas de Análise em Climatologia

É sabido que, os fenômenos da atmosfera são, por natureza, contínuos e indivisíveis. No entanto, a fim de facilitar a compreensão e entendimento do clima e do tempo, surgiram na literatura alguns conceitos de escalas em estudos dos fenômenos da atmosfera, tais como: *macroclima, mesoclima, microclima, clima local, topoclima*, etc. (ASSIS, 2010).

Para Mendonça e Danni-Oliveira (2007), no estudo do clima é de suma importância que se tenha em mente a escala de estudo[8]. E esta, conduz o pesquisador a delimitação de sua dimensão. Além disso, a clareza quanto à escala de trabalho reduz os equívocos na análise dos dados, pois, “a interação dos controles atmosféricos com os fatores geográficos do clima, determina o dinamismo do fluxo de energia em áreas diferentes do espaço terrestre” (p.22). Neste âmbito, do ponto de vista da ciência geográfica, a escala do clima está relacionada a duas dimensões: temporal e espacial.

A escala temporal pode ser dividida em três fases: *escala geológica*, *escala*

[8] O professor Henrique Andrade (2005), menciona outras categorias escalares, além das três principais escalas (*macro, meso* e *micro*). Essas unidades menores, dizem respeito às escalas mais frequentes nos estudos do Clima Urbano, que são: topoclima e o clima local. Para saber mais sobre essas categorias de analise, ler: ANDRADRE, H. O Clima Urbano – natureza, escalas de análise e aplicabilidade. **Finisterra,** XI, 80, 2005, p. 67-91.

histórica e *escala contemporânea.* A *escala geológica* dedica-se aos estudos de fenômenos climáticos que ocorreram no Globo desde sua origem. É nesta escala de abordagem que se estudam assuntos ligados a *paleoclimatologia* (estudo de climas passados). A *escala histórica* refere-se aos estudos de fenômenos climáticos que ocorreram no passado, levando em consideração apenas os eventos registrados pelo Homem e em diferentes ambientes do planeta Terra. A *escala contemporânea* refere-se ao estudo de eventos climáticos da atualidade. Nesta escala, é necessário que o pesquisador tenha em mãos uma série de dados meteorológicos produzidos em um período de, pelo menos, trinta anos (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007).

Do ponto de vista espacial, pode-se dividir a escala em três ordens: O *macroclima*, o *mesoclima* e o *microclima* (AYOADE, 1996; MENDONÇA e DANNI- OLIVEIRA, 2007). O *macroclima* refere-se aos fenômenos climáticos que ocorrem em extensas áreas do planeta Terra. Esta é a maior de todas as unidades climáticas. Neste contexto, abrange áreas que vão do Planeta, por zonas ou faixas climáticas e até climas regionais. A unidade escalar dessa abordagem, geralmente refere-se a milhões de km².

O *mesoclima* refere-se a uma unidade intermediária entre o *macro* e *micro*. Exemplos dessa categoria de analise podem ser: uma grande floresta, extensos desertos, ou pradarias, entre outros. Esta unidade, não possui uma delimitação precisa e exata. Vale lembrar que, é nesta categoria que se encontram o *clima local*, definido por características de um determinado local, como por exemplo, uma cidade, litoral, uma área agrícola, etc. e o *topoclima,* definido pelo relevo (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007).

Por fim, o *microclima*, a menor das unidades escalares espaciais e a mais imprecisa. A extensão considerada para esta escala de análise pode ir de centímetros até algumas dezenas de metros quadrados (m²). Geralmente, a alusão que se faz desta abordagem escalar refere-se as mudanças que ocorrem no ambiente em detrimento de uma construção, do uso e ocupação da terra, em um

apartamento, um lago, etc. (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, *Op. Cit*.).

Abaixo é apresentado um quadro simplificando as escalas, tanto temporal quanto espacial de analise em climatologia (Quadro 1).

Quadro 1: Organização das escalas temporal e espacial do clima.

Ordem de grandeza	**Subdivisões**	**Escala horizontal**	**Escala vertical**	**Temporalidade das variações mais representativas**	**Exemplos espaciais**
Macroclima	Climas zonal e regional	> 2.000 km	3 a 12 km	Algumas semanas a vários decênios	O Globo, oceano, continente e mares.
***Mesoclima**	Climas regional, local e topoclima	2000 km a 10 km	12 km a 100 m	Várias horas alguns dias	Região natural, montanha, região metropolitana, cidade e etc.
Microclima		10 a alguns metros	Abaixo de 100 metros	De minutos ao dia	Bosque em uma rua, edificação/casa etc.

Fonte: Mendonça e Danni-Oliveira (2007), adaptado pelo autor (2013).
*Refere-se a escala de análise do trabalho em evidência.

2. 8. As geotecnologias e aplicações em Geografia

Outro aspecto que é importante ressaltar nesta pesquisa é o emprego de Geotecnologias (Sistema de Informações Geográficas - SIG e Sensoriamento Remoto - SR) que se constituem num suporte para análise e representação de fenômenos naturais dinâmicos do meio ambiente tais como, clima, geomorfologia, geologia, entre outros (FITZ, 2008; FLORENZANO, 2007).

Como bem ressalta Venturi (2009), o uso das técnicas e tecnologias exerce um importante papel no processo de produção científica. Entretanto, é preciso ter as devidas atenções, pois, se este uso estiver desvinculado das teorias e métodos que norteiam a ciência, “[...] estará atendendo a outros fins não aos científicos e os instrumentos poderão tornar-se meras mercadorias” (ibid. p. 15).

As Geotecnologias, constituídas pelos Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e Sensoriamento Remoto (SR) são entendidas como um conjunto de tecnologias responsáveis pela coleta, análise, manipulação, confecção e representação de informações geográficas (ROSA, 2005). Através destas, o que no passado era algo relativamente lento, a elaboração de produtos cartográficos, torna-se muito mais rápida e ao mesmo tempo, mais complexa.

Segundo Rosa (2005) as Geotecnologias são constituídas por soluções em *hardware*[9] e *software*[10], que juntos formam poderosas ferramentas para tomada de decisões, planos estratégicos, planejamento urbano, entre outras possibilidades.

Na perspectiva de Santos (2006), a principal forma de relação entre o Homem e o Meio é dada pela técnica, ou seja, as mudanças mais significativas no espaço geográfico ocorrem pelo domínio que o homem tem da tecnologia. Por isso, compreender as Geotecnologias é fundamental para compreender também como ocorre a relação da sociedade com a natureza nos tempos atuais, pois, por meio delas, é possível se ter uma clara ideia dessa relação a partir de uma visão, não somente horizontal, mas também vertical do espaço geográfico (FLORENZANO, 2007).

A utilização das Geotecnologias exige alguns parâmetros para serem seguidos, a fim de facilitar ou até mesmo sistematizar os trabalhos a serem desenvolvidos pelo pesquisador. Para Rosa (2005), existem pelo menos quatro categorias de técnicas a serem seguidas para o tratamento de informações geográficas que estão sintetizadas no Quadro 2.

---

[7] O termo Hardware segundo Rosa (2005) refere-se ao conjunto de equipamentos necessários para que o *software* possa desempenhar as funções descritas, ou seja, é todo componente eletrônico e eletromecânico do computador.

[8] Software refere-se ao conjunto de programas instalados em um computador, cuja finalidade é: coletar, armazenar e analisar dados geográficos, Rosa (2005).

Quadro 2: Categorias de técnicas para o tratamento de dados geográficos.

Técnicas para coleta	Técnicas de armazenamento	Técnicas para tratamento e análise	Técnicas para o uso integrado
Cartografia, sensoriamento remoto, GPS.	Bancos de dados (orientado a objetos).	Modelagem de dados, geoestatísticas, aritmética, lógica.	Sistemas GIS, LIS Land Information Systems.AM/FM (Automated Mapping/Facilities)
Topografia, levantamento de dados alfanuméricos.	Relacional, hierárquico.	Funções topológicas, redes.	Management, CADD Computer-Aided Drafting and Design.

Fonte: Rosa (2005), adaptado pelo autor (2013).

É importante ressaltar que, embora as Geotecnologias possuam grande relevância para a Geografia, o papel do pesquisador é de fundamental importância, pois sem este as tecnologias não teriam utilidade. Neste âmbito, o uso adequado dessas ferramentas, por parte dos pesquisadores, contribui para um maior conhecimento de diversos fenômenos espaciais e variáveis, constituindo assim "[...] uma importante fonte de informação para a estimação de múltiplos fenómenos [...]" (CASTRO e LOPES, 2011, p.7).

2.8.1. Sistema de Informações Geográficas (SIG)

Na concepção de Miranda (2005), o conceito de Sistema de Informações Geográficas evoluiu de maneira considerável nos últimos anos, à medida que seu uso foi se difundido nos diferentes campos da ciência, embora seu objetivo básico não fosse alterado.

Burrough (1986, apud MIRANDA, 2005), entende o SIG como um sistema automatizado que pode ser utilizado para coleta, armazenagem, manipulação e saída de dados cartográficos. Durante muito tempo, esta definição gerou grande influência em conceitos posteriores, que só foi evoluir na medida em que seu uso e

potencial começaram a serem difundidos e se relacionarem com as diferentes áreas da pesquisa científica.

Segundo Fitz (2008) o SIG pode ser definido como nova tecnologia ligada as Geociências e suas correlatas, as quais trazem avanços significativos no desenvolvimento de pesquisas relacionadas à estrutura do espaço geográfico, coleta de informações e dados geográficos e a elaboração de produtos cartográficos, como por exemplo, os mapas e as cartas topográficas.

Diante de tantas definições, este trabalho opta pelo conceito que entende o SIG como um sistema "funcional para entrada de dados, manuscritos, transformação, visualização, combinação, consultas, análises, modelagem e saída" (MIRANDA, 2005, p.27). Todo este arcabouço de possibilidades só é possível pela presença do usuário, ou seja, do recurso humano (Figura 6).

Vale ressaltar que, um dos pontos mais importantes de um SIG diz respeito a sua capacidade de organizar um grande volume de dados em seu Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados Geográficos (SGBD). Na figura acima, por exemplo, percebe-se que de todos os itens, que são de suma importância, o banco de dados está no centro de todos os componentes do SIG. Aliás, o elemento geográfico é visto, segundo a visão de Miranda (*Op. Cit.*) "[...] como mais importante do que o elemento atributo, e este é um dos pontos-chave que diferenciam um SIG de outros sistemas de informação" (p.24).

Outra característica de um SIG, é que este possui diversas funções, como: classificações e reclassificação de dados vetoriais e matriciais, álgebra de mapas, modelagem, interpolação, entre outras funções. Neste contexto, a interpolação será melhor detalhada. E esta, refere-se ao processo pelo qual se determina valores "[...] desconhecidos, ou não amostrados, de um atributo contínuo usando valores conhecidos ou amostrados" (MIRANDA, 2005, p.265).

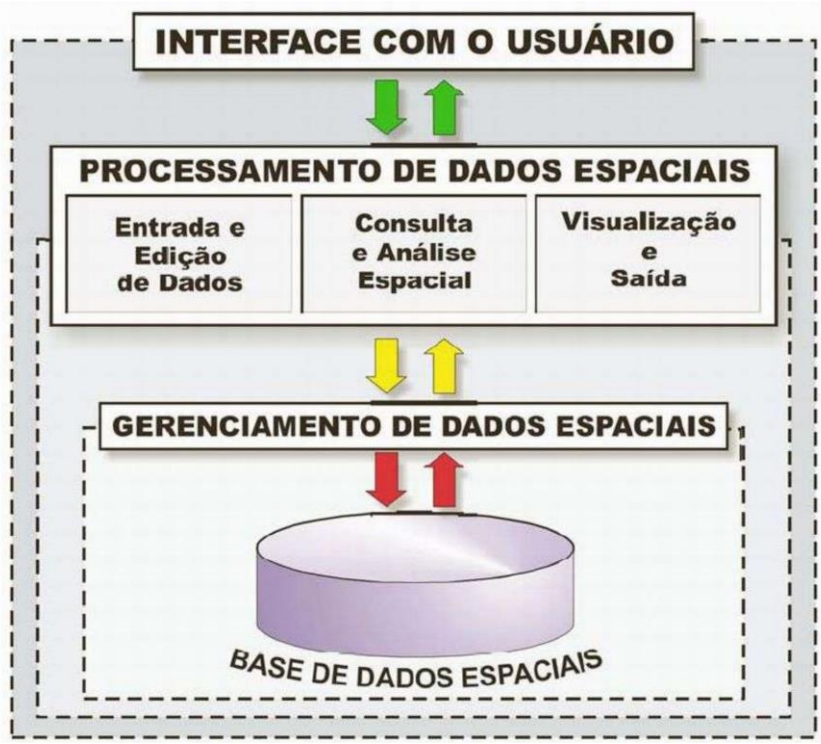

Figura 6: Estrutura Básica de Funcionamento de um SIG. Fonte: Câmara et. al. (2003). Adaptado pelo autor (2014).

Segundo o mesmo autor (*Op. Cit*), o processo de interpolação se divide em, pelo menos, duas partes: a primeira, definir uma relação de vizinhança (quais pontos são os vizinhos mais apropriados); a segunda, definir qual o método interpolador irá calcular os valores desconhecidos. Neste âmbito, os valores que não são conhecidos serão calculados pelo método escolhido, mediante a função matemática.

Nessa perspectiva, os diferentes métodos de interpolação podem ser utilizados com o objetivo de avaliar a variabilidade espacial de determinados elementos ou atributos, baseados em dados amostrais ou conhecidos em um determinado local (JUNIOR, et al., 2011).

Atualmente, os SIGs trazem consigo uma gama de possibilidades de métodos e técnicas de interpolação, que são combinação linear ponderada, as médias, inverso do quadrado da distancia ou IDW, *Kriging*, *Topo To Raster*, etc. A fim de facilitar

nosso entendimento, neste trabalho será conceituado, de maneira mais aprofundada, o método interpolador de *Kriging* ou *Krigagem,* pois este será o método utilizado. Este método, que pode ser considerado como uma técnica dentro da geoestatística tem sido reconhecido por muitos estudiosos, como o mais ideal, pois, é o que melhor reflete a realidade.

O nome deste interpolador é atribuído ao nome do pioneiro em usar este método, o sul africano e engenheiro de minas Daniel G. Krige (1951), na introdução do uso de médias móveis a fim de evitar a superestimação sistemática de minérios. Sendo assim, para efeito de simplificação, este método pode ser denominado fazendo-se menção ao seu criador, ou seja, Krige (MIRANDA, 2005; CASTRO e LOPES, 2011).

Segundo Monteiro e Fernandes (1996), a método de Krige tornou-se nos últimos tempos, um dos métodos de interpolação mais utilizados por diversos pesquisadores. Neste contexto, a Climatologia e a Meteorologia tornaram-se as primeiras a experimentar os avanços deste método (KRIGE, apud, MONTEIRO e FERNANDES, *Op. Cit.*).

Assis (2010), em sua tese de doutorado intitulada “O sistema clima urbano do município de Belo Horizonte na perspectiva têmporo-espacial”, testou quatro métodos interpoladores para gerar as unidades climáticas naturais do município estudado. E mais uma vez, segundo o autor, o método da Krigagem representou melhor a distribuição espacial dos parâmetros meteorológicos em relação à altitude, morfologia e vegetação de Belo Horizonte, pois, neste modelo as “[...] isolinhas são mais suavizadas seguindo as principais feições topográficas do sítio de Belo horizonte, e não existem falhas na superfície interpolada” (p.57).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Para que o presente trabalho monográfico fosse desenvolvido, foi necessário compartimentá-lo em, pelo menos, quatro fases: na primeira fase foi realizada uma revisão teórico-conceitual acerca dos conceitos de tempo e clima, circulação atmosférica, massas de ar, análise rítmica do clima, os principais tipos de precipitação, sobretudo no que se refere à precipitação pluviométrica, dando ênfase maior à precipitação orográfica, conceitos de Geotecnologias (SIG e SR) e métodos de interpolação, com ênfase privilegiada no método de Krige, usado no mapeamento da distribuição da pluviometria.

A escolha do método de Krige refere-se ao fato de este apresentar a melhor eficiência em relação a erros médios, percentual de eficiência, entre outras características. Em estudo realizado em 2011, na bacia hidrográfica do rio Itapemirim, Junior et al. (2011), espacializaram dados de precipitação em uma série histórica de trinta anos (1972 – 2002), e para tanto, testaram cinco métodos de interpolação: o IDW, Krigagem, natural vizinho, Spline regularizada e o Topo To Raster.

Dos cinco métodos testados, o método de Krigagem apresentou os melhores resultados no que concerne ao menor Erro Quadrado Médio (EQM), Percentual de Eficiência (EF%), Erro Médio Absoluto (MAE), Coeficiente de Determinação (r^2) e Estimativa do Erro Padrão (EEP). Além disso, este interpolador interpreta toda informação antes mesmo de estimar os valores da "[...] variável nos pontos intermédios onde não existem registros" (MONTEIRO e FERNANDES, 1996, p.66).

Além disso, nesta fase também foram pesquisados alguns estudos de caso, a exemplo de Cândido e Nunes (2008), Milanesi (2007), Minuzzi et al. (2007), Alves et al. (2005), entre outros, bem como alguns documentos de órgãos oficiais, como, Defesa Civil do Espírito Santo, IBGE, INCAPER, etc. Segundo Alves e Custódio (2009), a delimitação clara e as fontes bibliográficas adequadas à pesquisa que se pretende realizar, é condição indispensável para o desenvolvimento satisfatório da mesma.

A segunda fase foi dedicada ao levantamento de dados cartográficos, de forma gratuita, junto ao IJSN, IBGE, EMBRAPA e IEMA. Também fora nesta fase que buscou-se os dados e informações acerca da precipitação pluviométrica dos municípios considerados pelo perfil traçado, bem como uma visita a campo para o reconhecimento geral da área em estudos e registro fotográfico. As estações pluviométricas referem-se às estações da Agência Nacional de Águas (ANA), portal HidroWeb, que pode ser acessado pelo sítio http://hidroweb.ana.gov.br/.

Após a seleção das estações, foi criado um banco de dados geográficos com os dados extraídos do HidroWeb em planilha excel, considerando os seguintes campos: Estação pluviométrica; altitude; coordenadas (UTM e/ou Lat. Lon.); total de precipitação mensal; tempo de operação; nome e código da estação. Além disso, serão criados outros campos, referentes aos períodos chuvoso e seco da área objeto (Tabela 1).

Tabela 1: Postos pluviométricos utilizados para o mapeamento.

Código	Nome	Altitude	X	Y	Ano_Ini	Ano_Fim
2040003	FAZENDA FONTE LIMPA	70	362188	7766908	1947	2012
2040008	GARRAFAO	940	293524	7771430	1947	2012
2040007	SANTA MARIA DO JETIBA	710	317647	7784432	1947	2012
1941008	LARANJA DA TERRA	250	284369	7798139	1947	2012
1940000	ITARANA	165	303856	7801345	1947	2012
1940001	SAO JOAO DE PETROPOLIS	149	324139	7809186	1947	2012
1940005	CAVALINHO	50	353400	7821972	1948	2012
2040010	SANTA LEOPOLDINA	160	340266	7776683	1949	2012
1940010	VALSUGANA VELHA-MONTANTE	675	337532	7792931	1956	2012
1940012	ITAIMBE	70	307582	7824791	1957	2012
2041023	AFONSO CLAUDIO-MONTANTE	300	277338	7778584	1967	2012
1941009	IBITUBA	160	288313	7821351	1967	2012
1940006	COLATINA	40	327315	7839329	1967	2012
1940020	CALDEIRAO	690	317730	7792548	1970	2012

Fonte: ANA (2012). Org.: o autor (2013).

O HidroWeb oferece aos pesquisadores em geral, um banco de dados com informações coletadas pela rede hidrometeorológica com dados acerca de cotas, vazão, chuva, evaporação, perfil do rio, qualidade da água e sedimentos. No caso do

Espírito Santo, as estações pluviométricas estão ligadas à Rede Hidrometeorológica na Região Hidrográfica do Atlântico Sudeste, que atualmente conta com mais de 790 estações (ANA, 2013).

Os períodos chuvoso e seco referem-se aos períodos assinalados por Alves et al. (2005), para a região Sudeste do Brasil referentes aos meses de outubro a março (período chuvoso) e maio a setembro (período seco). Segundo esses autores, o período chuvoso, além de outras condicionantes, é reflexo de mudanças no padrão de circulação de grande escala e a atuação da ZCAS e as frentes frias.

A terceira fase foi atribuída à confecção de mapas que representam a distribuição espacial da precipitação pluviométrica do objeto em estudo. Assim, foram confeccionados dois mapas: um referente ao período chuvoso, e outro referente ao período seco na série histórica considerada. Além desses, foram confeccionados também, mapas de confronto do uso e ocupação da terra com a distribuição das chuvas nos dois períodos citados e um mapa de distribuição media anual das chuvas do local. Para a interpolação dos dados de precipitação optou-se pelo método da Krigagem, mas detalhada anteriormente.

Para a confecção dos mapas, a fase anterior fora indispensável, pois, a partir da planilha Excel, foi gerado um *shapefile* (SHP) das estações selecionadas. E para tanto, foi aberto um projeto no ArcGIS 10.1, extensão ArcMap, a mais utilizada em trabalhos técnicos e acadêmicos. E em seguida usou-se a ferramenta *Interpolation* (caixa de diálogo ArcToolbox), método *Kriging.*

O projeto criado no ArcMap foi configurado no Sistema de Projeção Universal Transversa de Mercator (UTM), e pelo sistema de referencial elipsoidal Sirgas 2000. Segundo Fitz (2008), essa configuração é importante, pois, permite manter a padronização cartográfica do mapeamento.

Após a confecção dos mapas, foram elaboradas isoietas, com intervalos de cotas

de 50 mm, através do modelo interpolado. Abaixo é apresentado um fluxograma da metodologia empregada no trabalho (Figura 7).

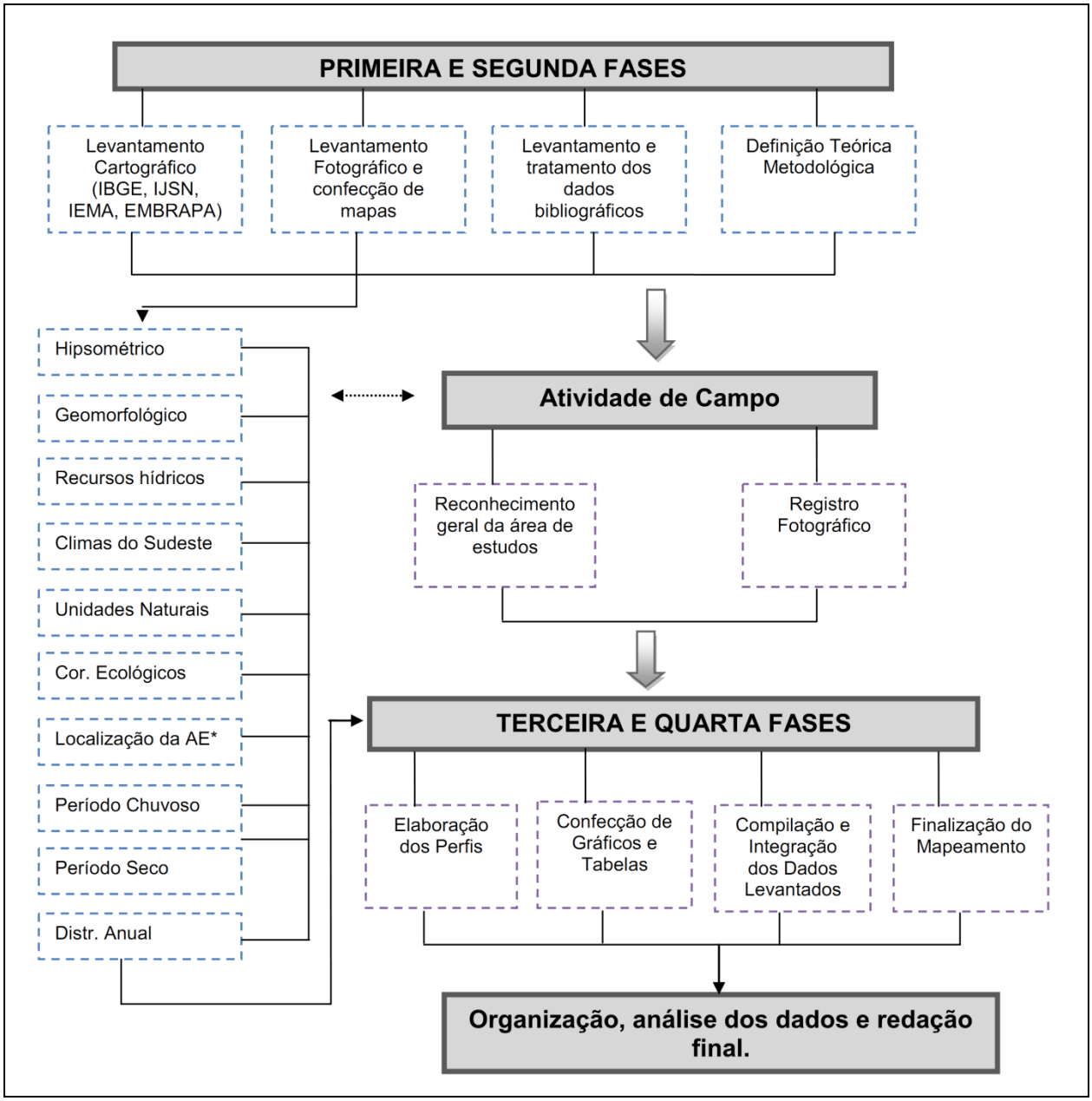

Figura 7: Fluxograma necessário para o desenvolvimento do trabalho. Organização: o autor/2013.

4. (RE) CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EM ESTUDO

4.1. Clima - Contexto Regional

O conhecimento do clima de um lugar é condição básica para diversos estudos ambientais. Conhecer a atmosfera constitui-se em um objetivo da humanidade desde os tempos mais antigos. Além disso, de forma geral, as diversas atividades humanas são direta e indiretamente influenciadas pelo clima (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007; AYOADE, 1996).

Ademais, como dito anteriormente, os estudos que envolvem o clima são abordados em diversas escalas de análises, desde o global até as classificações mais locais. Segundo os mesmos autores (*Op.Cit.*), a escala de estudo de um objeto nos leva a delimitação exata e consciente de sua dimensão espacial e temporal. Neste sentido, daqui em diante, será feita uma breve caracterização dos diferentes tipos climáticos do Brasil; da região Sudeste; do Espírito Santo; e por fim, da área objeto em estudo.

O Brasil, por ser um país de dimensões continentais, dividido em cinco regiões, de característica física diversificada e posição geográfica latitudinal tropical, há uma diversidade enorme de tipos climáticos, possuindo climas equatorial, tropical e subtropical. Dentre os principais fatores que determinam os diferentes tipos climáticos do país, podem ser destacadas a configuração geográfica, a maritimidade/continentalidade, as modestas altitudes e formas do relevo além da dinâmica das massas de ar e as frentes (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007; SANT'ANNA NETO, 2005).

A Figura 8 apresenta os cinco domínios climáticos do Brasil e seus diferentes subtipos, bem como as principais massas que influenciam o clima no país.

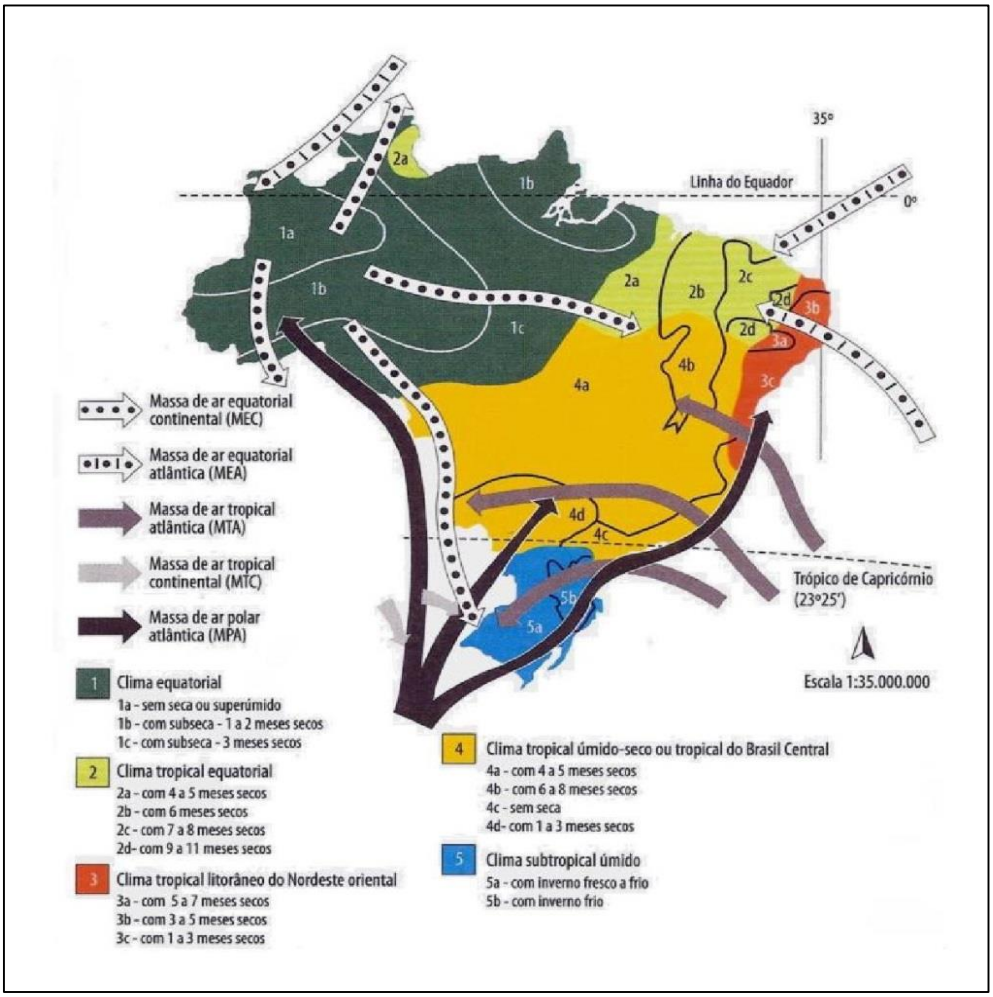

Figura 8: Domínios climáticos do Brasil e seus principais subtipos. Fonte: Mendonça e Danni-Oliveira (2007).

Seguindo o mesmo padrão do Brasil, a região Sudeste (SE), a mais populosa e economicamente ativa do país, caracterizada por grandes atividades industrial e energética, é sem dúvida, uma das mais diversificadas em relação ao clima do território nacional. Essa diversificação pode ser explicada por vários fatores, desde a posição latitudinal (15º e 25º sul), a distribuição longitudinal, a altimetria e disposição do relevo. No entanto, a despeito dessa diversidade ambiental e industrial, o Sudeste brasileiro apresenta enormes problemas que são relacionados e/ou "[...] desencadeados por condicionantes atmosféricos, especialmente precipitações concentradas" (NUNES, 2009, p.254).

Além disso, contribuem também para essa diversidade, os aspectos sinóticos da atmosfera, como: o El Nino Oscilação Sul (ENOS) e a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), as Frentes Frias, uma das responsáveis pela precipitação pluvial, o Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul e o Vórtice Ciclônico de Ar Superior (NIMER, 1989; SANT´ANNA NETO, 2005; MINUZZI *et al*., 2006). A Figura 9 abaixo apresenta os tipos e subtipos climáticos do SE do Brasil segundo a classificação do IBGE (2006).

O primeiro grupo refere-se ao Quente, com temperatura média anual maior que 18 ºC, correspondendo a parte do estado de Minas Gerais, Oeste e Norte Paulistas, Litoral e Norte Fluminenses e praticamente todo o território capixaba. O segundo é o Subquente, com temperaturas médias entre 15ºC e 18ºC, pelo menos 1 mês do ano que, corresponde ao centro-sul mineiro e centro oeste paulista. O terceiro e último é o Mesotérmico com temperaturas mais brandas e distribuição sazonal mais homogênea das chuvas ao longo do ano (SANT´ANNA NETO, 2005).

No geral, o Sudeste brasileiro localiza-se em uma faixa tropical, com exceção do sul de São Paulo. Segundo Sant´Anna Neto (2005), esta região possui aproximadamente, uma área de 1milhão km². Estes fatores são fundamentais para a diversificação climática da região.

O Espírito Santo, localizado nas latitudes 17° 52’ e 21° 19’ S e as longitudes 39° 38’ e 41° 50’ O, assim como a região Sudeste, apesar de sua pequena extensão territorial apresenta uma diversidade muito grande no que se refere ao clima. Tal diversidade pode ser evidenciada através de sua agricultura complexa que, apresenta culturas dos tipos tropical, subtropical e até mesmo temperado (FEITOZA, *et al*., 1999).

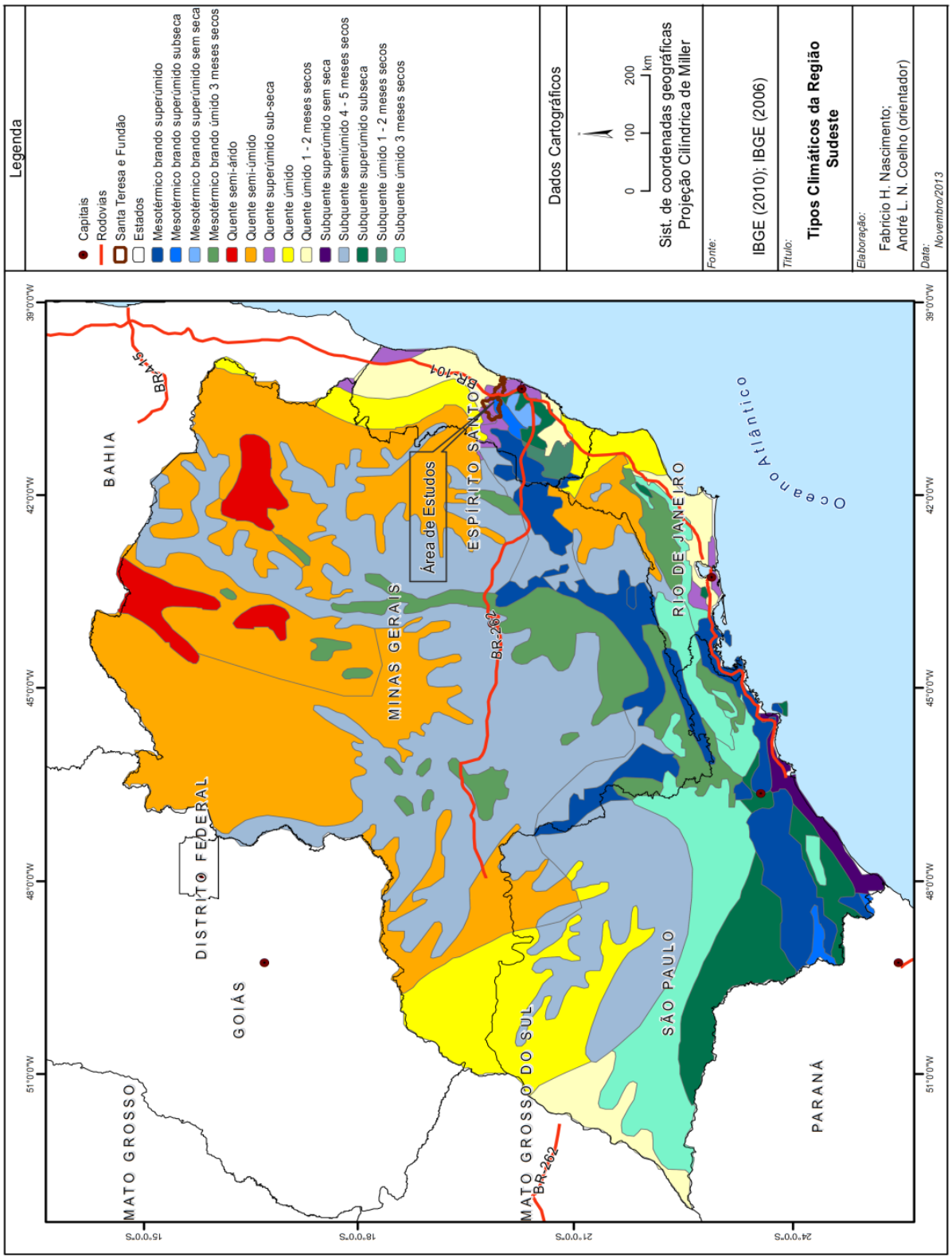

Figura 9: Tipos climáticos da região sudeste segundo o IBGE (2006). Organizado pelo autor (2013).

Do ponto de vista das precipitações, estas são influenciadas pela maritimidade/continentalidade, pelo relevo e pelas linhas de instabilidades (IT), sobretudo no verão, entre os meses de novembro a janeiro, os de maiores quantitativos pluviométrico do estado. Na estação de inverno, há influência de sistemas frontais, como o Anticiclone Subtropical do Atlântico Sul (ASAS) (SILVA *et al*., 2011).

Segundo Bernardes (1951), do ponto de vista das temperaturas, a maior parte do Espírito Santo é caracterizada por temperaturas elevadas, que alcança médias superiores a 22 °C no mês mais quente e 18 °C no mês mais frio. A excessão, os municípios da região Serrana do estado, que possuem temperaturas abaixo de 20 °C.

Assim:

> Na zona serrana, as modificações climáticas se devem, pois à variação dos dois elementos, temperatura e precipitação, agindo isolada ou conjuntamente em função de diversos fatores, especialmente, da altitude e da exposição: a primeira tornando a temperatura mais baixa e o clima mais ameno e a exposição aos ventos úmidos ocasionando uma precipitação mais abundante, mesmo nos meses de inverno (BERNARDES, 1951, p. 621).

Do ponto de vista das precipitações, Simões (1951), diz que as médias anuais da pluviometria variam de acordo com a posição de cada estação do estado. Por exemplo, no litoral, devido a forte influência do mar, os quantitativos de chuva são distintos dos mensurados em regiões serranas. Enquanto nas regiões litorâneas as chuvas, geralmente são menos abundantes, as áreas mais serranas recebem maiores quantitativos de chuva ao longo do ano, o que permite considerar que o relevo constitui-se como o principal fator de distribuição da pluviometria do Espírito Santo.

De acordo com o Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER, 2013), durante o verão há mudanças bruscas nas condições de tempo do estado, devidas a instabilidade termodinâmica, que são as altas taxas de umidade em detrimento do aquecimento diurno, que favorece a formação de nuvens convectivas e chuvas fortes. Neste contexto, a média acumulada de precipitação

nesta estação fica acima dos 500 mm nas regiões noroeste, serrana e Caparaó capixaba, entre 300 e 400 mm no litoral e 400 e 500 mm nas demais regiões. Em relação às temperaturas máximas médias fica em torno dos 28,0°C na região Serrana e 32,0°C nas demais regiões.

No inverno, o Espírito Santo é caracterizado pelo período mais seco do ano, sendo que, o principal sistema meteorológico que atua sobre o estado são as frentes frias e a massa de ar polar, que, além de diminuírem as precipitações, que ficam em média abaixo dos 100 mm na parte oeste, e 200 e 300 mm na porção sudeste e em torno dos 100 e 200 mm nas demais regiões. Além disso, a ação desses sistemas meteorológicos diminuem também as temperaturas (INCAPER, 2013).

4.2. Contexto Local: Aspectos Físicos e Sociais

O recorte espacial estudado refere-se a um transecto com cerca de 25 km de extensão que compreende o entorno dos municípios de Fundão (setor Noroeste) e Santa Teresa (setor Sudeste a Noroeste), mais precisamente entre as comunidades de Beira Rio em Fundão, nas coordenadas *Universal Transversa de Mercator* (UTM) 351912 X e 7795192 Y; e Santo Antônio do Canaã, Santa Teresa, nas coordenadas 326791 X e 7806836 Y (Figuras 10).

A escolha deste transecto justifica-se pelo fato de sua variação da altitude ser considerável (40 m a 947 m de altitude) (Figuras 11 e 12), e pelo fato dos municípios ao longo do mesmo ter como base econômica principal, atividades agrícolas e turismo, ou seja, dependentes dos recursos hídricos para a produção, sobretudo o município de Santa Teresa, por isso, dependem do conhecimento da regularidade das chuvas.

Corroborando com a ideia acima, Candido e Nunes (2008), dizem que a agricultura pode ser consideravelmente afetada pelos montantes de precipitação, pois, cada tipo de cultura necessita de uma demanda especifica de água, “cuja falta ou excesso pode

ser prejudicial à planta” (p.10). Sendo assim, é de extrema importância o estudo desta temática para o perfil considerado.

4.2.1. Geologia

Segundo o Instituto Jones dos Santos Neves (IJSN), em parceria com o Departamento de Geografia (DPGEO), ligado a Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), em mapeamento das morfoestruturas e unidades geomorfológicas do estado do Espírito Santo, realizado em 2012, o perfil analisado é coberto, predominantemente por Faixa de Dobramentos Remobilizados. Essas faixas são caracterizadas “pelas evidências de movimentos crustais, com marcas de falhas, deslocamentos de blocos e falhamentos transversos, impondo nítido controle sobre a morfologia atual” (IJSN/DPGEO, 2012, p.8). No município de Fundão, há a presença de Acumulação Fluvial e de Depósitos Sedimentares. Já em Santa Teresa, há somente uma pequena área de Acumulação Fluvial.

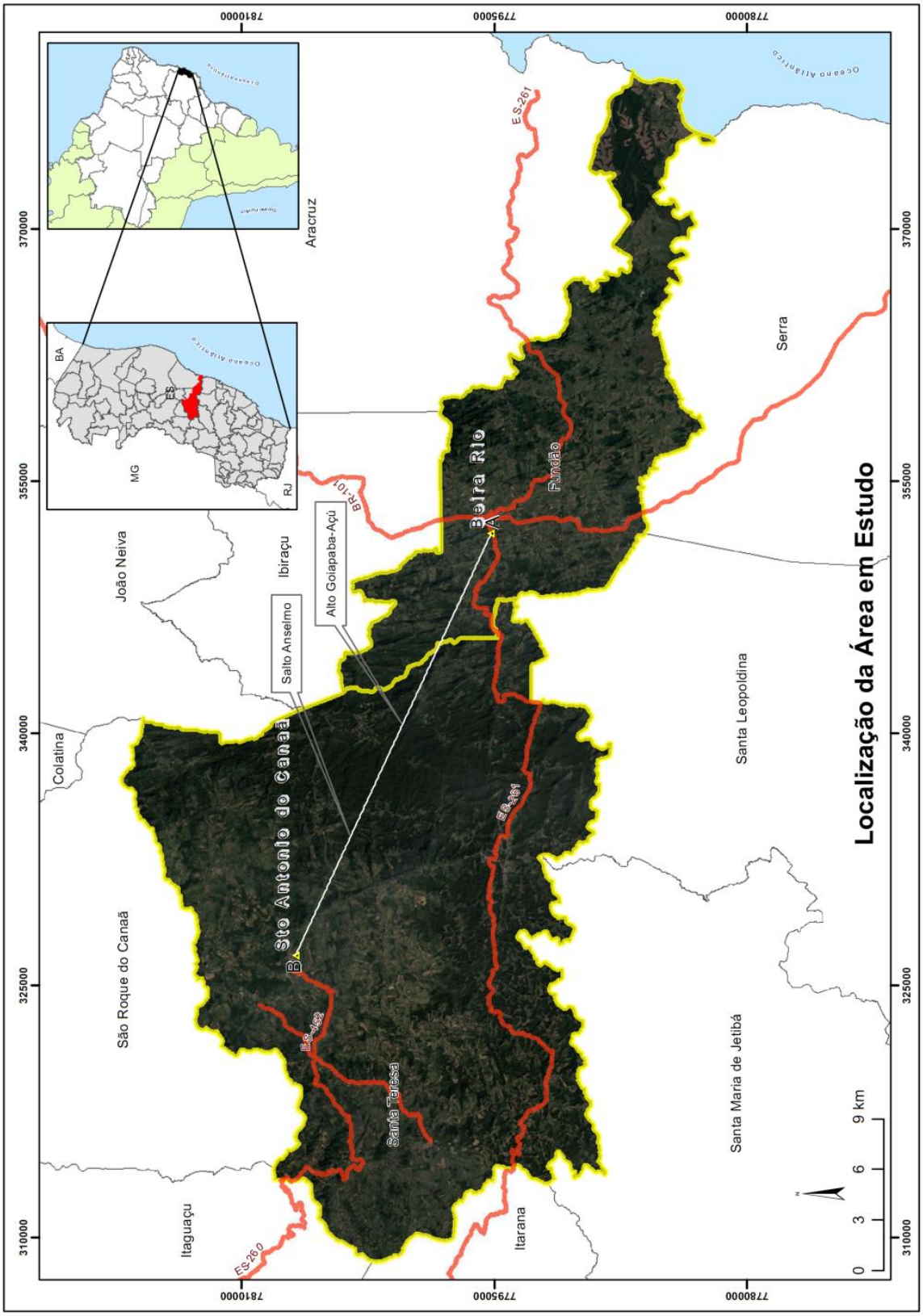

Figura 10: Localização da área em estudo. Organizado pelo autor (2013).

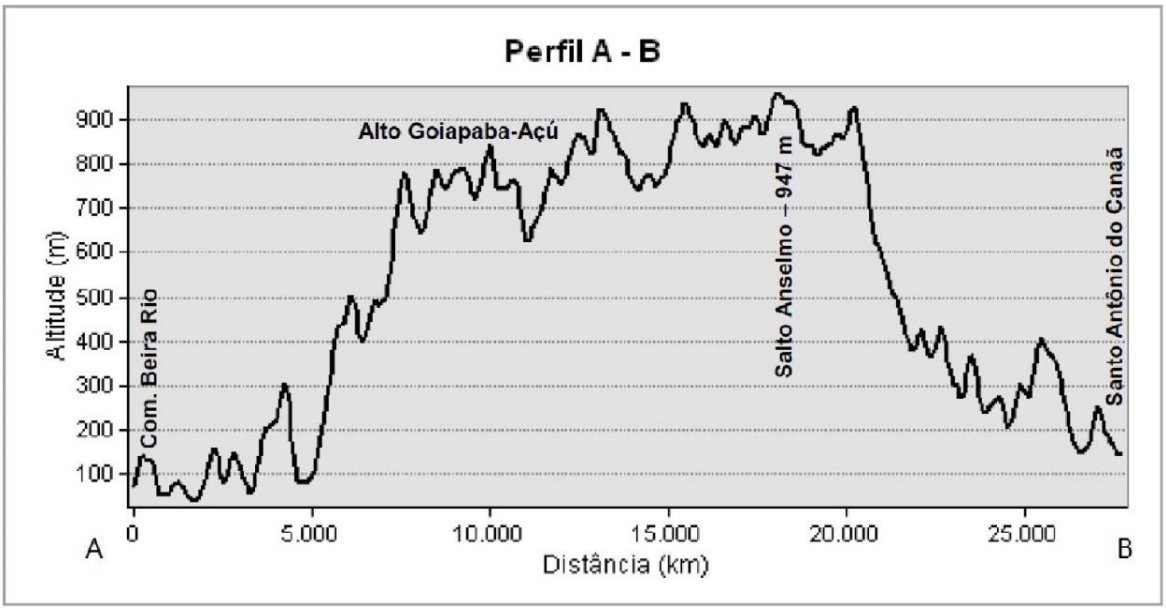

Figura 11: Perfil A – B analisado. Trecho entre Fundão e Santa Teresa/ES.
Organizado pelo autor (2013).

4.2.2. Geomorfologia

Do ponto de vista geomorfológico o perfil estudado é caracterizado por duas principais unidades geomorfológicas: Maciços do Caparaó e os Patamares Escalonados do Sul Capixaba. A primeira unidade é caracterizada pelo seu modelado intensamente dissecado, altitudes em torno dos 600m, e grandes elevações, em alguns casos podendo chegar a 2.000m de altitude. A segunda unidade é caracterizada pelos níveis de dissecação escalonados formando patamares, delimitada por frentes escarpadas e falhas voltadas para noroeste e queda topográfica para sudeste, dando a ideia de blocos basculados devido a impulsos epirogenéticos relacionados a ciclos geotectônicos (IJSN/DPGEO, 2012). No entanto, o município de Fundão é coberto por quatro unidades geomorfológicas, que são: Acumulação Fluvial, Tabuleiros Costeiros, Colinas e Maciços Costeiros e a unidade dos Patamares Escalonados do Sul Capixaba.

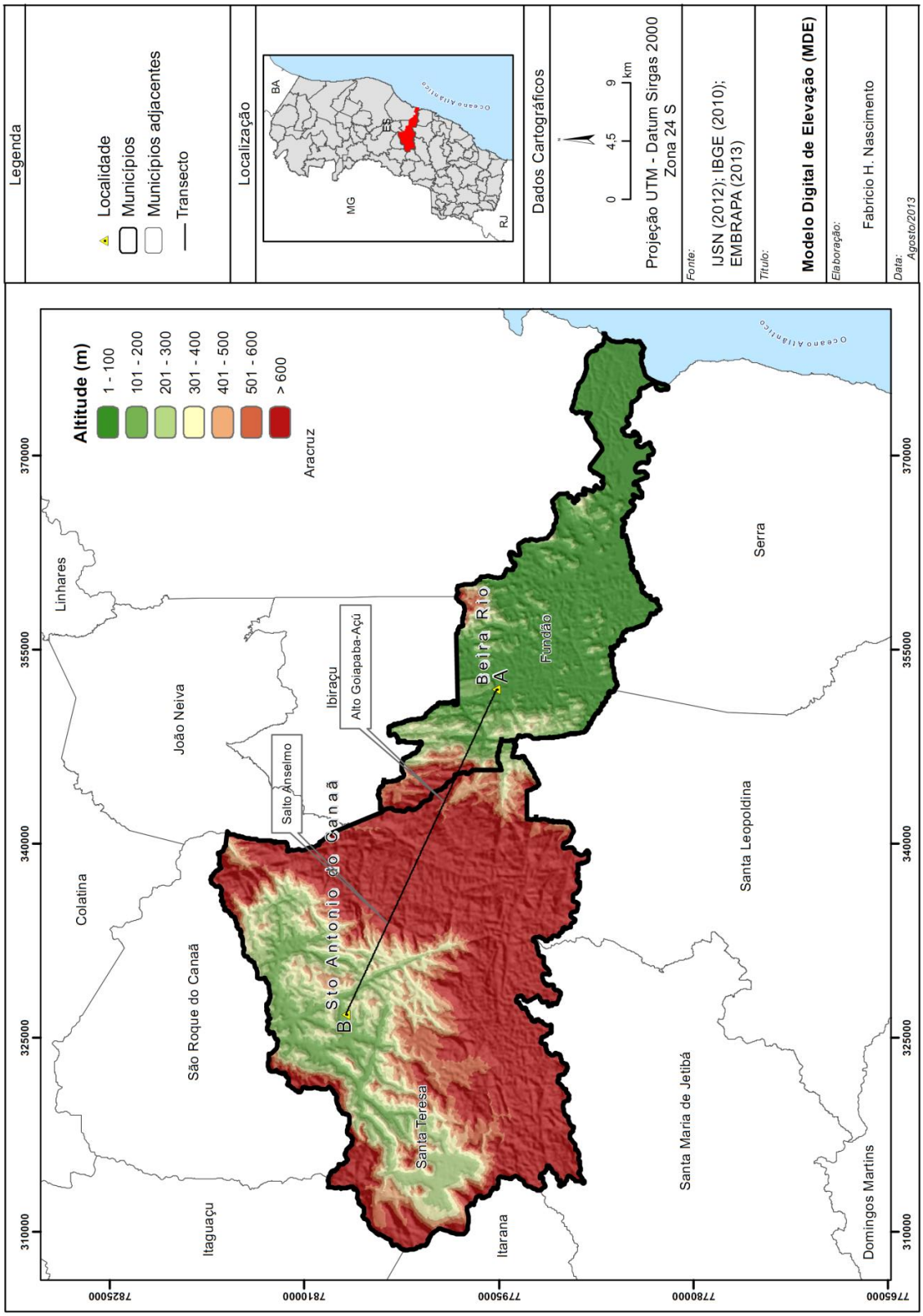

Figura 12: Modelo Digital de Elevação (MDE). Organizado pelo autor (2013).

No que tange a altitude, o relevo do município varia de plano a fortemente ondulado, com altitudes que variam de 0 a 880 metros, limite com Santa Teresa, próximo ao pico Guaiapaba-Açu. No que tange a clinografia, o município possui cerca de 60% de seu território (aproximadamente 285 km²) com declividade inferior a 30% (INCAPER, 2013).

Santa Teresa, região Central Serrana do Espírito Santo, é composta por Maciços do Caparaó, os Patamares Escalonados do Sul Capixaba e uma pequena área de Acumulação Fluvial (IJSN, 2012) (Figura 13). O relevo varia de plano a escarpado e declividades que variam de 8 a acima de 75%. De áreas montanhosas e onduladas, o município possui 3335,97 km² a 201,57 km², respectivamente, dos seus 687,10 km² (INCAPER, 2013).

4.2..3. Recursos Hídricos

A área de estudos apresenta uma hidrografia bastante complexa. Servida de uma ampla rede de drenagem, o objeto em estudo é influenciado pelas Bacias Hidrográficas do rio Doce, do rio Reis Mago, e um pequeno trecho influenciado pela bacia do rio Riacho (IEMA, 2013).

Segundo o INCAPER (2013), o município Santa Teresa possui nascentes do córrego Triunfo e córrego Piabas. Os principais cursos d'água do município nascem nas áreas mais altas do local indo em direção as regiões mais baixas, reduzindo assim, o problema com abastecimento de água. Abaixo é apresentado um mapa da rede de drenagem da área em estudos e as bacias hidrográficas que influenciam os municípios (Figura 14).

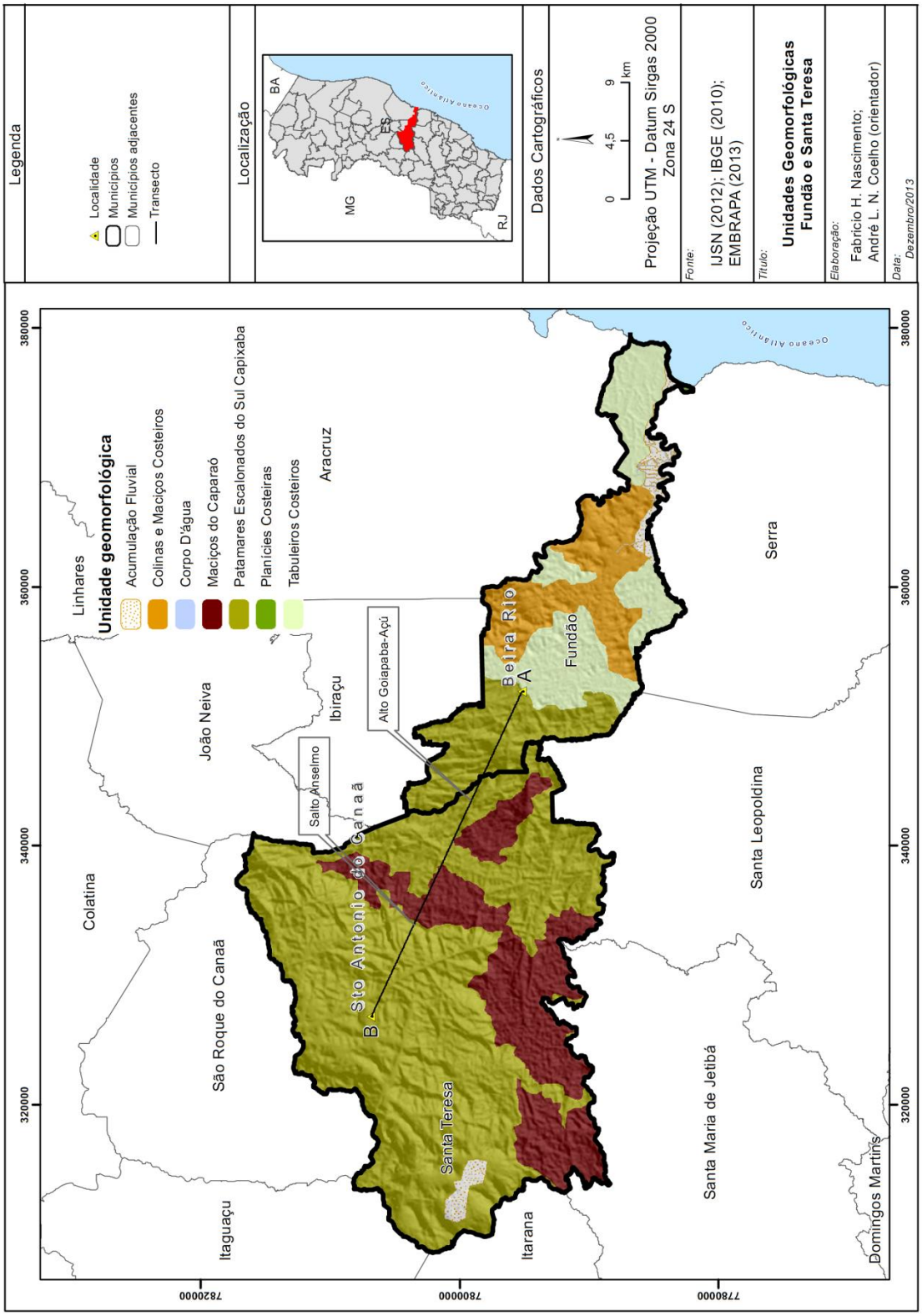

Figura 13: Unidades geomorfológicas de Fundão e Santa Teresa/ES. Fonte: IJSN (2012). Organizado pelo autor (2013).

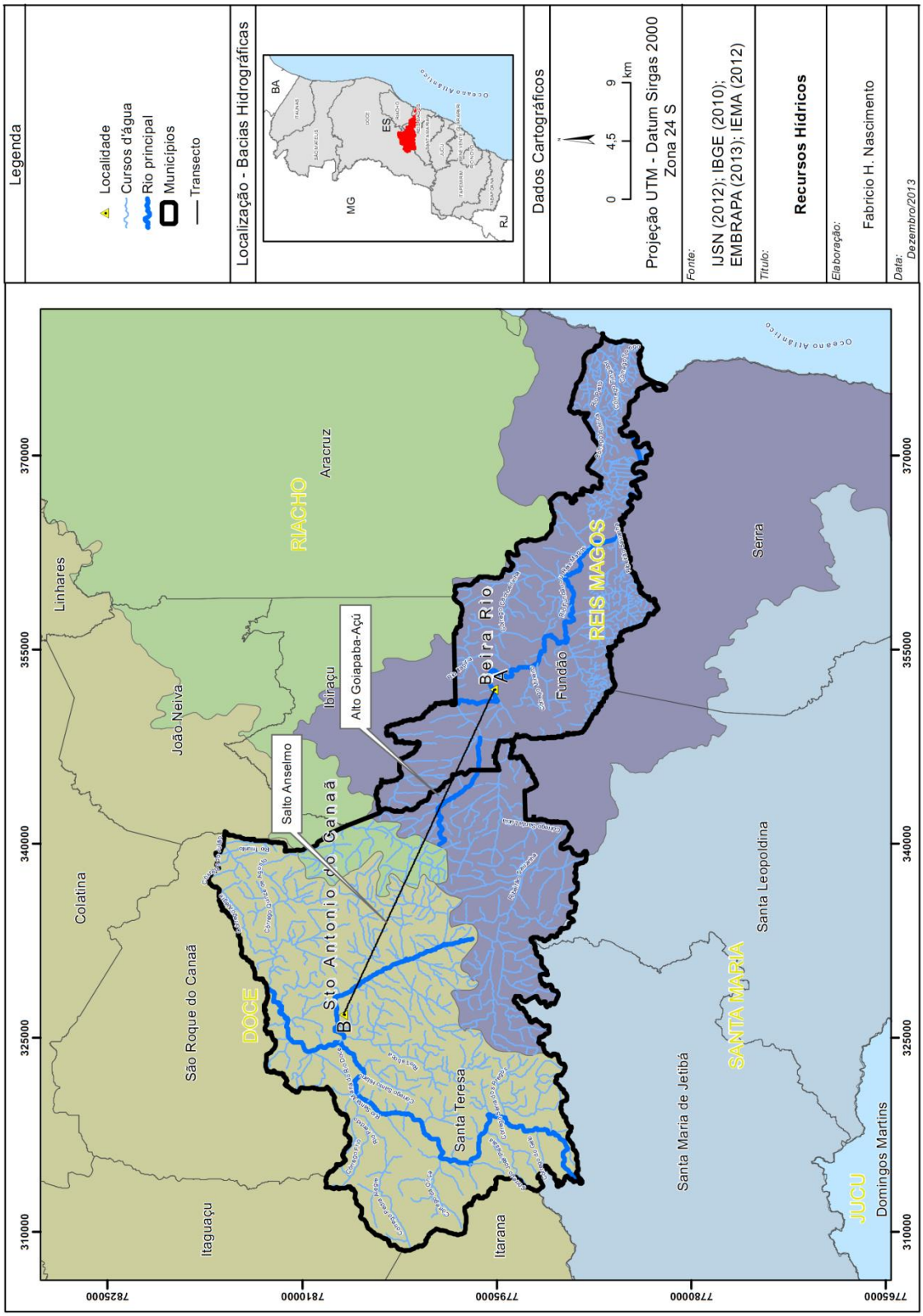

Figura 14: Rede de drenagem da área de estudos. Fonte: IEMA (2012). Organizado pelo autor (2013).

4.2.4. Clima

Para entender o tempo e o clima de um determinado lugar da superfície da Terra, é muito importante que se compreenda os fatores que os influenciam, como, a insolação recebida, a natureza da superfície, à distância em relação aos corpos hídricos, a latitude e o relevo. Sendo assim, para melhor entender a climatologia da área de estudos é importante que se analise os fatores estáticos e os fatores dinâmicos do local[11] (AYOADE, 1998).

Certamente, o fator estático mais importante que influencia o clima do objeto de estudo é o relevo. Segundo Coelho (2007), uma análise rápida e simples do relevo do estado capixaba, permite aferir que, as maiores altitudes situam-se no interior do estado, paralelo à linha de costa e que decresce em direção ao litoral. Neste contexto, em alguns pontos a altitude pode ultrapassar a 1000 metros, caso este evidenciado em alguns pontos da área de estudo. Além disso, é sabido que, o relevo possui um efeito atenuador sobre a temperatura, sobretudo nos trópicos, pois, segundo alguns autores, a temperatura do ar normalmente é diminuída em função do aumento da altitude, em média 0,6 °C a cada 100 metros, denominado gradiente térmico[12] (AYOADE, 1996).

Segundo o Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER, 2013), o município de Fundão está inserido na classificação de Köppen, no clima Aw, ou clima tropical, com verão úmido e quente e inverno frio e seco. Na classificação do IBGE (2006), o objeto de estudo é influenciado por, pelo Menos, quatro domínios climáticos: o mesotérmico brando superúmido, com 1 a 2

[11] Segundo Mendonça e Danni-Oliveira (2007), os fatores estáticos referem-se às características geográficas de um determinado local, como, a altitude, a latitude, a vegetação, a continentalidade, a maritimidade e as atividades humanas. Já os fatores dinâmicos da atmosfera, referem-se as correntes oceânicas, as massas de ar e as frentes.

[12] O gradiente térmico pode ser compreendido como a relação existente entre a elevação e a diminuição da temperatura, à medida que aquela aumenta. Na Troposfera, este resfriamento é na ordem de 0,6 °C/100 metros. No entanto, há situações que ocorre o inverso, ou seja, há um aquecimento da temperatura à medida que a altitude aumenta, o que se denomina de inversão térmica (MENDONÇA e DANNI-OLIVEIRA, 2007).

meses secos; quente e úmido, de 1 a 2 meses secos; quente superúmido e subseco; e o superquente superúmido, com 3 meses secos (Figura 15).

Na classificação desenvolvida por Feitoza et al. (1999), que divide o estado do Espírito Santo em informações espacializadas e compartimentos ecologicamente mais homogêneos, o município de Fundão possui quatro zonas naturais, das nove zonas identificadas em todo o território capixaba, a saber, são: zona 2, zona 4, zona 5 e zona 8, cujas características estão descritas no Quadro 3 abaixo.

Observando o quadro abaixo, o município de Fundão possui somente um mês seco (agosto), enquanto que de outubro a janeiro, os meses são úmidos, exceto a zona 8. De março a maio são os meses úmidos, exceto as zonas 5 e 8.

Na classificação de Köppen, o clima de Santa Teresa é do tipo Cwa (subtropical de inverno seco), com temperatura média em torno dos 18°C, sendo que o mês mais frio ela varia entre 15 a 18°C (FERREIRA, et al. 2013). Na classificação de Feitoza et al. (1999), ocorrem cinco zonas naturais: zona 1, zona 2, zona 3, zona 4 e zona 5. As características de cada zona natural estão descritas no Quadro 4 abaixo.

Em Santa Teresa, ao analisar o quadro abaixo, é possível identificar, quatro meses secos (junho a setembro) e, pelo menos, cinco meses parcialmente secos. No entanto, pelo menos seis meses do ano são úmidos a parcialmente úmidos (outubro a abril).

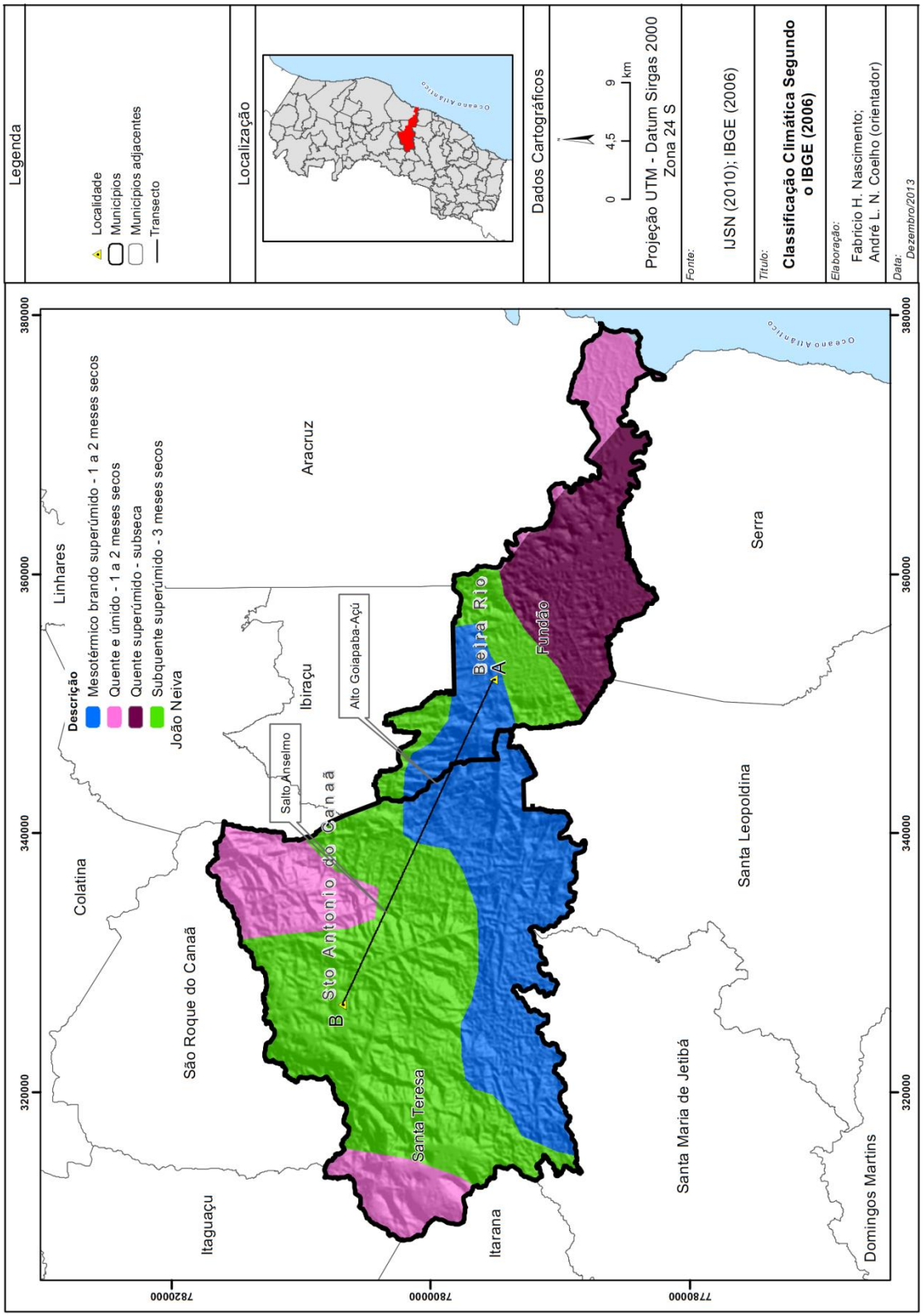

Figura 15: Domínios climáticos para Fundão e Santa Teresa, conforme o IBGE (2006). Organizado pelo autor (2013).

Quadro 3: Características das zonas naturais no município de Fundão.

Zonas	**Temperatura (°C)**		**Água**												
	Média min. Mês mais frio	Média máx. mês mais quente	N° de meses secos	Meses secos, chuvosos e secos											
Zona 2	9,4 - 11,8	27,8 – 30,7		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Zona 4	11,8 - 18,0	30,7 – 34,0	2,5	U	P	U	U	U	P	P	P	P	U	U	U
Zona 5	11,8 - 18,0	30,7 – 34,0	2,5	U	P	U	U	U	P	P	P	P	U	U	U
			4,5	U	P	P	P	P	P	P	S	P	U	U	U
Zona 8	11,8 - 18,0	30,7 – 34,0	4,5	U	P	P	P	P	P	P	S	P	U	U	U
			5	P	P	P	P	P	P	P	S	P	U	U	U

Fonte: http://hidrometeorologia.incaper.es.gov.br/?pagina=carac, acesso em 05 agosto 2013. Modificado pelo autor/2013.

Quadro 4: Características das zonas naturais em Santa Teresa.

Zonas	**Temperatura (°C)**		**Água**												
	Média min. Mês mais frio	Média máx. mês mais quente	N° de meses secos	Meses secos, chuvosos/secos e secos											
				J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Zona 1	7,3 – 9,4	25,3 – 27,8	3,0	U	U	U	U	P	P	P	S	P	U	U	U
Zona 2	9,4 - 11,8	27,8 – 30,7	2,5	U	P	U	U	U	P	P	P	P	U	U	U
			3,0	U	U	U	U	P	P	P	S	P	U	U	U
Zona 3	9,4 - 11,8	27,8 – 30,7	4,5	U	U	U	U	P	S	S	S	S	U	U	U
Zona 4	11,8 – 18,0	30,7 – 34,0	2,5	U	P	U	U	U	P	P	P	P	U	U	U
Zona 6	11,8 – 18,0	30,7 – 34,0	7	U	P	P	P	S	S	S	S	S	P	U	U

Fonte: http://hidrometeorologia.incaper.es.gov.br/?pagina=carac, acesso em 05 agosto 2013. Modificado pelo autor/2013.

U Chuvoso

S Seco

P Parcialmente seco

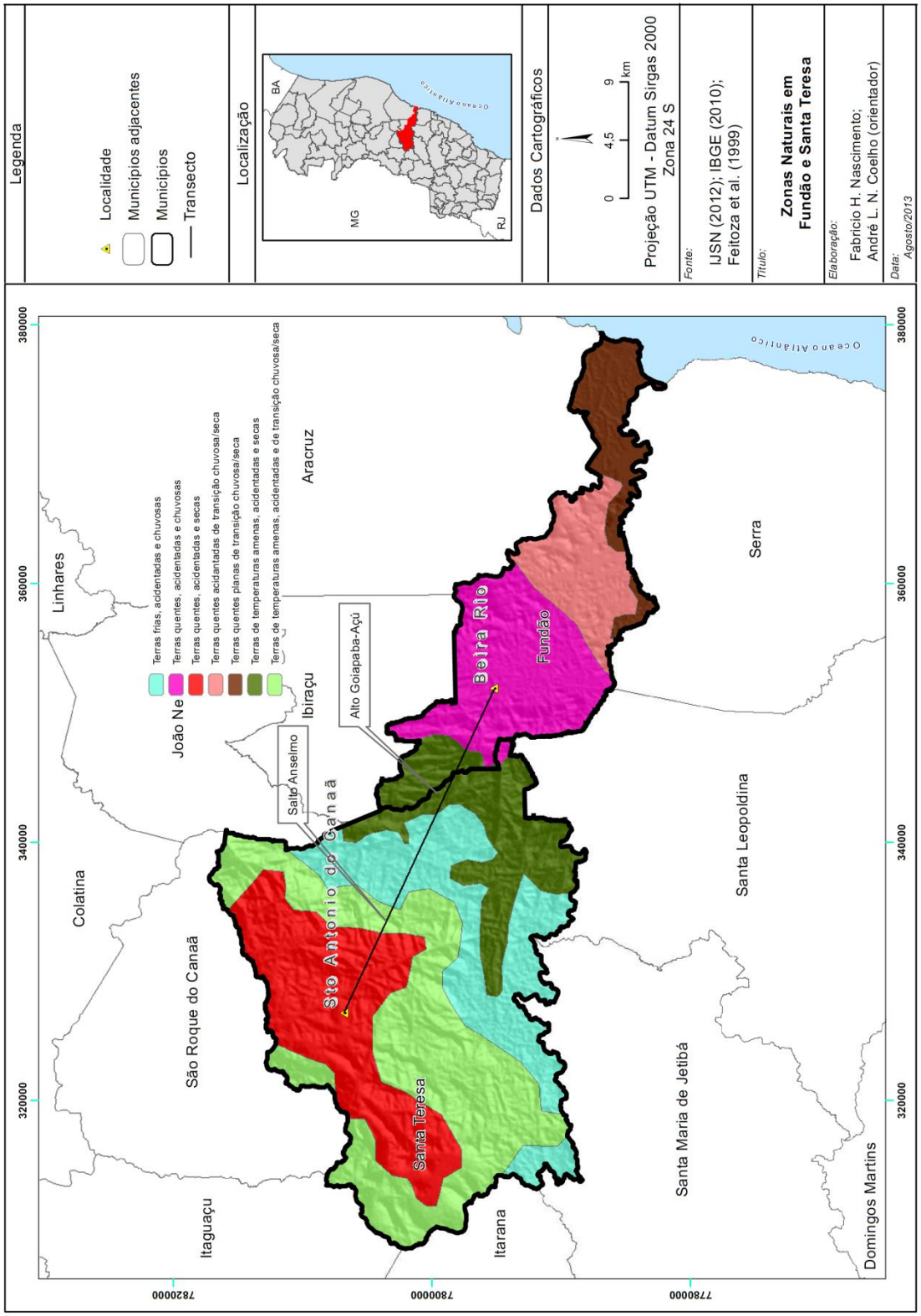

Figura 16: Zonas naturais segundo Feitoza et al. (1999) em Fundão e Santa Teresa. Organizado pelo autor (2013).

4.2.5. População e Socioeconomia.

O município de Fundão localiza-se a norte do estado do Espírito Santo, e faz parte da Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV). Limita-se ao sul com o município de Serra, ao norte, com Ibiraçu e Aracruz, a sudoeste com Santa Leopoldina e a Noroeste com Santa Teresa. Segundo dados do IBGE (2010), com base no censo demográfico de 2010, a população de Fundão é de 17.025, com uma densidade demográfica[13] de 60,9 habitantes/km², em uma área territorial de 288,72 km². A economia do município é baseada nos setores industrial (128.205 reais), serviços (103.888 reais), e agropecuária (19.013 reais). Neste setor dar- se destaque ao cultivo do café que, possui uma área plantada de 2.788 ha (INCAPER, 2013).

Além disso, Fundão possui uma gama de opções para turismo. Neste contexto, no ponto mais alto do município, 880 metros de altitude, localiza-se a área de proteção ambiental (APA), o Parque Natural Goiapaba-Açu, com uma área de aproximadamente 145 ha. No interior deste parque, funciona um prédio administrativo, um restaurante e um centro de recepção de visitas. Não obstante, o município também tem opção de praias, a praia Formosa, das Garças e Praia Grande (INCAPER, 2013). É válido lembrar que, a APA citada localiza-se entre os dois municípios estudados neste trabalho, ou seja, Fundão e Santa Teresa. Sendo assim, levando em consideração todo o parque sua área possui aproximadamente 3.740 ha.

Santa Teresa faz parte da Região Central Serrana do Espírito Santo. Limita-se ao norte com o município de São Roque do Canaã, ao sul com o município de Santa Maria de Jetibá, a noroeste com Itaguaçu e a leste com o município de Fundão. De acordo com o IBGE (2010), possui uma população de aproximadamente 22.000

[13] Segundo a Atlas Geográfico Escolar, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE, 2007), o termo densidade demográfica refere-se a "medida do grau de concentração de uma determinada população no território, dada pelo quociente entre o volume total de sua população da área e sua extensão territorial" (p.189). Sua mensuração é dada em habitantes/km².

habitantes, e uma densidade demográfica de 31,42 habitantes/km², em uma área territorial de 683. 16 km².

A economia do município é basicamente voltada ao setor de serviços (135.979 reais), a agropecuária (66.445 reais) e industrial (21.409 reais). Neste contexto, no que se refere a agropecuária, destaca-se a produção de café, olerícolas e frutas, a pecuária bovina, a pecuária de corte e de leite, o eucalipto, aguardente, entre outras (IBGE, 2010; INCAPER, 2013).

Assim como Fundão, Santa Teresa também apresenta um enorme potencial turístico, em função da grande quantidade e variedade de recursos naturais, científicos e culturais. Segundo o Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA, 2013), nos municípios estudados há corredores ecológicos (Alto Misterioso, Centro Norte Serrano e um pequeno trecho do Marinho do Rio Doce); e área prioritárias (Região Serrana, Alto Misterioso e um pequeno trecho do Piraque-Açú e Piraque-Mirim), além da Reserva Biológica Augusto Ruschi (Figura 17).

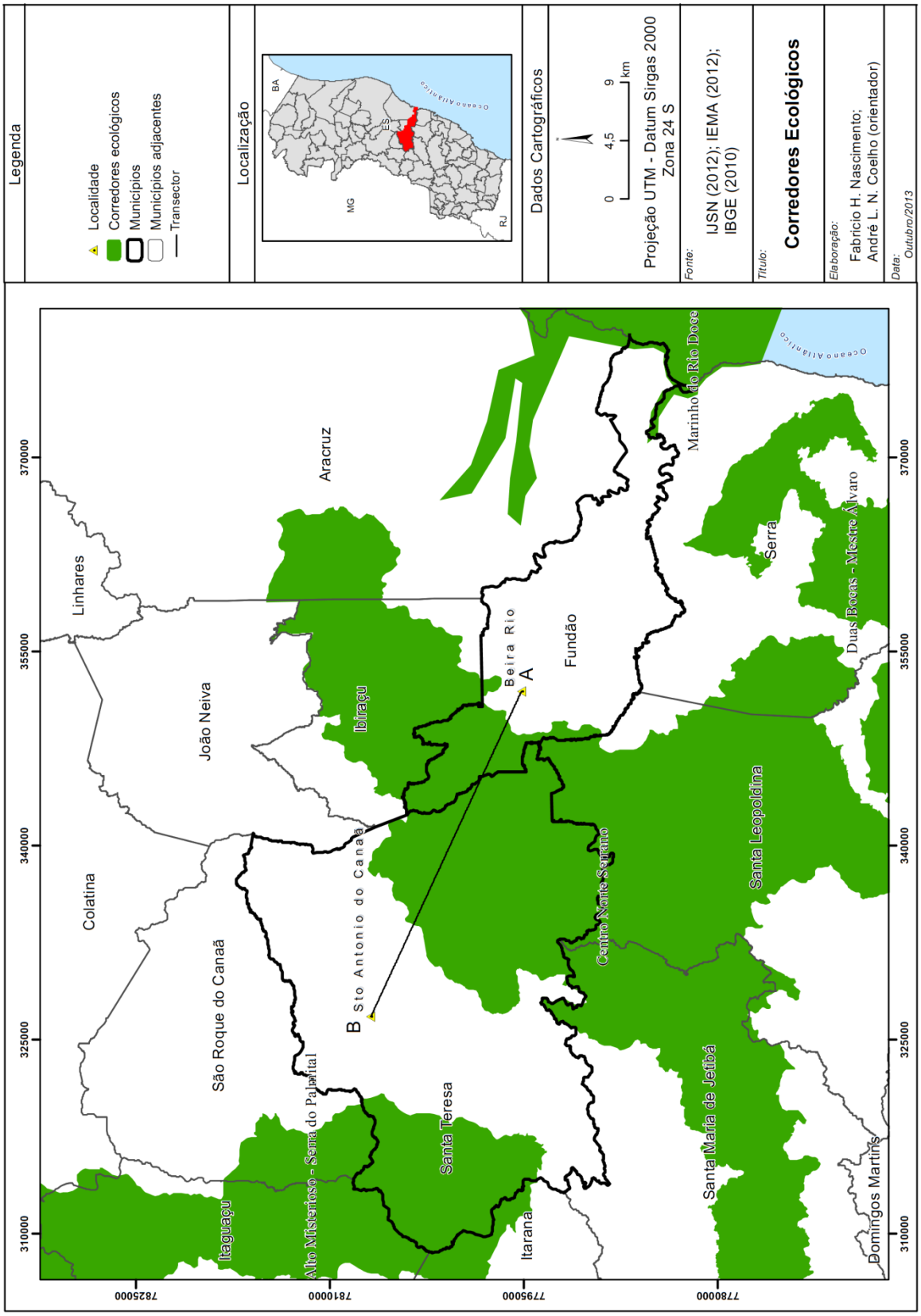

Figura 17: Corredores ecológicos, segundo o IEMA. Fonte: IEMA. Organizado pelo autor (2013).

5. APONTAMENTOS ACERCA DA DISTRIBUIÇÃO DAS CHUVAS NO TRANSECTO: ANÁLISES E CONSIDERAÇÕES

5.1. Mapa de distribuição de chuvas no período chuvoso (1947 – 2012).

O mapa abaixo refere-se a distribuição espacial da precipitação, no período chuvoso (compreendendo os meses de outubro a março), de 1947 a 2012 (Figura 18). Optou-se em começar a discussão pelo período chuvoso, pois, este apresentou uma relativa homogeneidade na distribuição das chuvas.

Antes da análise dos mapas, é valido ressaltar que, o período chuvoso assinalado para a área em estudo, reflete o mesmo considerado para a região Sudeste do Brasil. Segundo Alves, et al. (2005), o período mais chuvoso do Sudeste brasileiro é influenciado pelos sistemas atmosféricos, como, a ZCAS e frentes frias.

De acordo com o modelo interpolado, percebe-se que as áreas mais chuvosas encontram-se a barlavento ou nas áreas mais próximas ao litoral e/ou sem a presença de barreiras topográficas que impedem a passagem de nuvens carregadas de umidade (porção sudeste da área de estudos). Nestas áreas as chuvas alcançam valores que ultrapassam os 800 mm até 1.140 mm. Este fato pode ser reflexo da elevação do local, que pode alcançar em alguns pontos até 947 metros de altitude. Neste âmbito, a altitude nestas áreas a barlavento, por serem mais elevadas, provocam a ascensão forçada do ar úmido, provindo do oceano atlântico, condensação e precipitação. Além disso, o escoamento do ar nestes locais gera chuva, pois, certamente as temperaturas são menores e, portanto, a formação de nuvens carregadas de chuva.

Na parte mais próxima ao litoral, as precipitações podem estar associadas com o fator maritimidade, ou seja, a proximidade com o oceano, e sendo influenciadas por massas de ar úmidas, em contrapartida com as áreas a sotavento, influenciadas

pelo efeito da continentalidade, ou seja, à distância em relação ao oceano.

Por outro lado, a sotavento, percebe-se que os valores de precipitação começam a reduzir, alcançando valores que podem chegar a 1000 mm. Certamente, do ponto de vista geográfico, essa redução, embora pouco expressiva, dar-se-á pela presença de altitudes acima dos 930 metros. Segundo Soares et al., (2005), a presença de uma barreira orográfica a barlavento de uma determinada área, reduz os quantitativos de chuvas a sotavento, pois, “as massas de ar, ao alcançarem estes locais já estão menos úmidas” (p.3367).

Destaca-se neste mapa, a estação Valsugana Velha-Montante, a 675 metros de altitude, coordenadas na projeção *Universal Transversa de Mercator* (UTM) X 337532 e Y 7792930, a sul de Goiapaba-Açú que registrou um quantitativo de 1252,9 mm; e a estação São João de Petrópolis, a 149 metros de altitude e coordenadas X 324138 e Y 7809186, a noroeste de Santo Antônio do Canaã, com um quantitativo de 845,2 mm, ou seja, uma diferença de 407,7 mm para uma variação de 526 metros de altitude.

Outra análise que é possível de se fazer refere-se à distribuição de chuva em relação às caracteristicas de uso e ocupação da terra no local. Com base no mapeamento do uso e ocupação da terra para o estado do Espírito Santo, realizado pelo IJSN (2010), uma parte considerável da área de estudos é constituída por pastagem e silvicultura (Figura 19).

Na porção central do objeto de analise, os maiores quantitativos de precipitação são registrados em áreas com a maior presença de floresta natural preservada, embora haja também uma grande quantidade de áreas com culturas diversas. A área vegetada refere-se a Mata Atlântica, onde fica localizado o Parque Goiapaba- Açú, que faz parte dos Corredores Ecológicos do Espírito Santo, ou seja, é uma área de preservação e conservação natural (Figura 20).

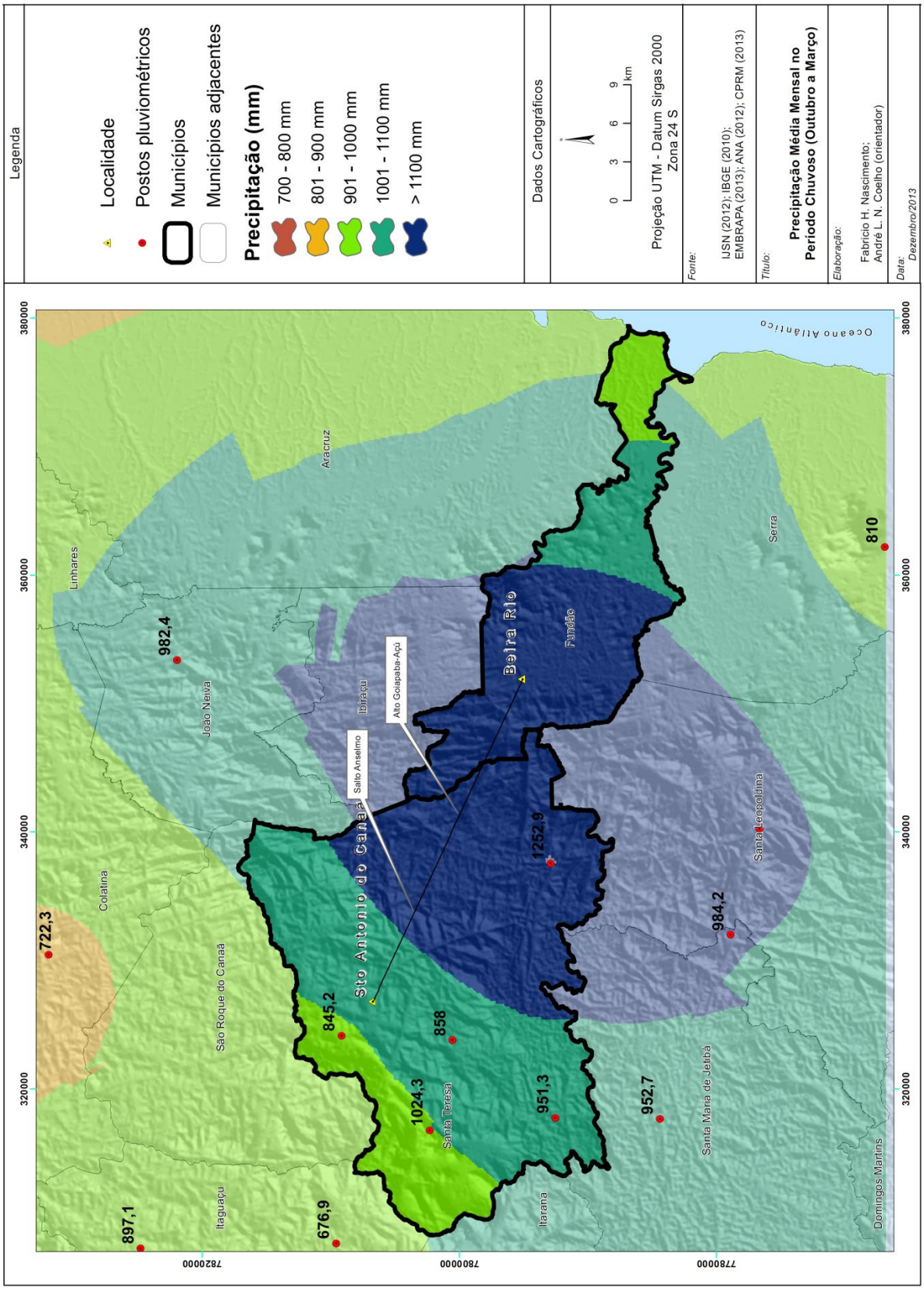

Figura 18: Distribuição espacial da pluviometria no período chuvoso em Fundão e Santa Teresa. Série de 1947 - 2012. Fonte: ANA (2012). Organizado pelo autor (2014).

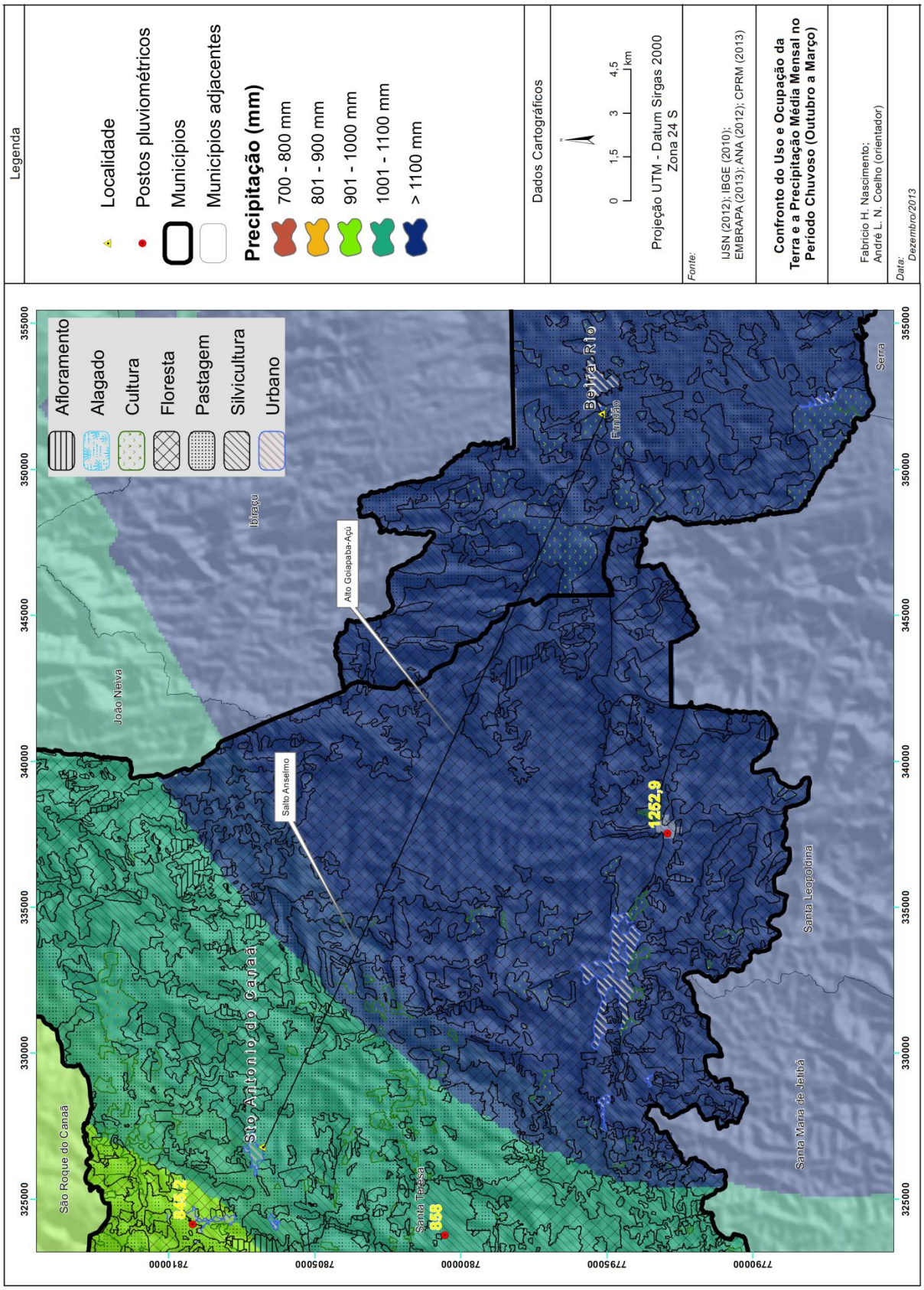

Figura 19: Confronto do uso e ocupação da terra e a distribuição da precipitação no período chuvoso na área de estudos. Organizado pelo autor (2014).

Entretanto, na porção Noroeste, percebe-se uma ligeira redução do acumulado de precipitação, que pode chegar a 950 mm e, coincidentemente uma redução de áreas com florestas que vão dando lugar a áreas de pastagens, culturas diversas, como o café, por exemplo, e a silvicultura, sobretudo. Ainda neste contexto, pode-se perceber também que, as áreas classificadas como urbano, como, a comunidade Beira Rio em Fundão, os quantitativos de precipitação podem ultrapassar os 1000 mm, como é o caso da localidade de Santa Teresa, na porção sudoeste.

Assim, é preciso que os gestores públicos, a exemplo da defesa civil, tomem conhecimentos da distribuição das chuvas nestes locais, pois, em períodos de intensas chuvas, esses lugares podem sofrer com as consequências da precipitação.

Figura 20: Nuvens carregadas de umidade próximas ao Parque Goiapaba-Açu, mês de dezembro. Trecho da Rodovia Josil Espíndula Agostini (ES-261-km 93), Santa Teresa-ES. Foto do autor – Fevereiro/2014.

Para Ayoade (1996) o homem pode influenciar o clima de diversas maneiras, por meio de suas atividades, como, a urbanização, o desmatamento, industrialização, derrubadas de árvores, atividades agrícolas e entre outras atividades. Essas ações causam uma série de consequências, uma delas diz respeito à diminuição da precipitação, caso verificado no objeto em estudo.

Segundo Barry e Chorley (2013), estudos feitos em uma bacia hidrográfica na Noruega, registraram um significativo aumento do volume de precipitação em função de áreas com floresta. Isso significa que, por conta de uma maior evapotranspiração das plantas, áreas cobertas por vegetação, possuem maior umidade, condição essencial à formação e condensação de nuvens, e consequentemente à precipitação. Quando se trata de chuvas ciclônicas, as florestas possuem pouco efeito, mas no que se refere à precipitação orográfica, as florestas possuem uma influência significativa, por conta da elevação e turbulência (BARRY e CHORLEY, *Op. Cit.).*

Certamente, esse fato remete a pensar sobre a preservação e conservação dos recursos naturais ainda existentes na área em estudo, e m outras ár eas do estado e do país, pois, é sabido que a precipitação e sua distribuição, bem como a temperatura, sofrem influencia também do tipo de cobertura da terra e que “[...] o desmatamento de áreas florestadas alteram o balanço hídrico, a radiação e o albedo” (SANT’ANNA NETO, 1998, p.123).

No transecto analisado, com altitudes que variam de 40 metros (Beira Rio) a 947 metros (Salto Anselmo), é possível observar uma ligeira variação nos quantitativos de precipitação, sobretudo se considerar que é a barlavento do objeto em estudo. No entanto, quando se observa a sotavento do objeto em estudo, o quantitativo de chuva começa a diminuir. Certamente, este fato é reflexo do efeito imposto pelo relevo. No gráfico abaixo é possível identificar a variação da precipitação em função da altitude para o período chuvoso no transecto A-B (Figura 21).

Na Figura 22, é apresentada uma imagem do satélite Goes-13, com data de passagem a 20/11/2012, período chuvoso na região Sudeste do Brasil. Por meio da imagem, é possível identificar uma banda de nebulosidade carregada de umidade, provavelmente associada à ZCAS, sistema atmosférico atuante no Sudeste brasileiro neste período.

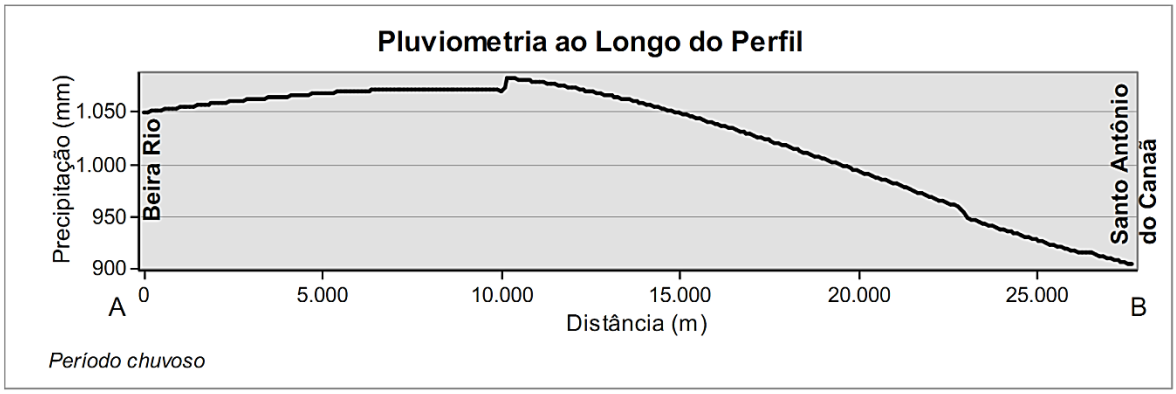

Figura 21: Distribuição da pluviometria ao longo do perfil. Organizado pelo autor (2014).

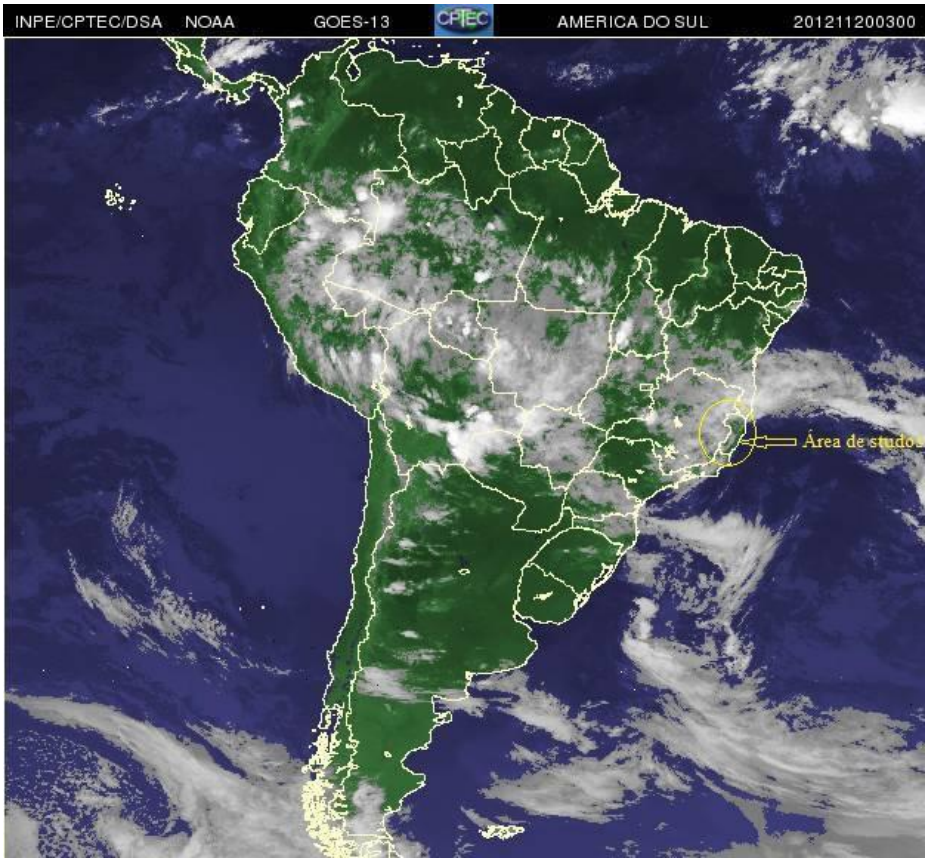

Figura 22: Nebulosidade sobre a região Sudeste do Brasil no dia 20/11/2012, referente ao período chuvoso da região. Fonte: CPTEC (2013).

É importante mencionar que, os totais de precipitação do período chuvoso, compreendido entre outubro a março, não ocorrem de forma homogênea. Abaixo, são apresentados dois gráficos, de duas estações distintas, uma a barlavento e outra a sotavento do objeto em estudo (Figuras 23 e 24).

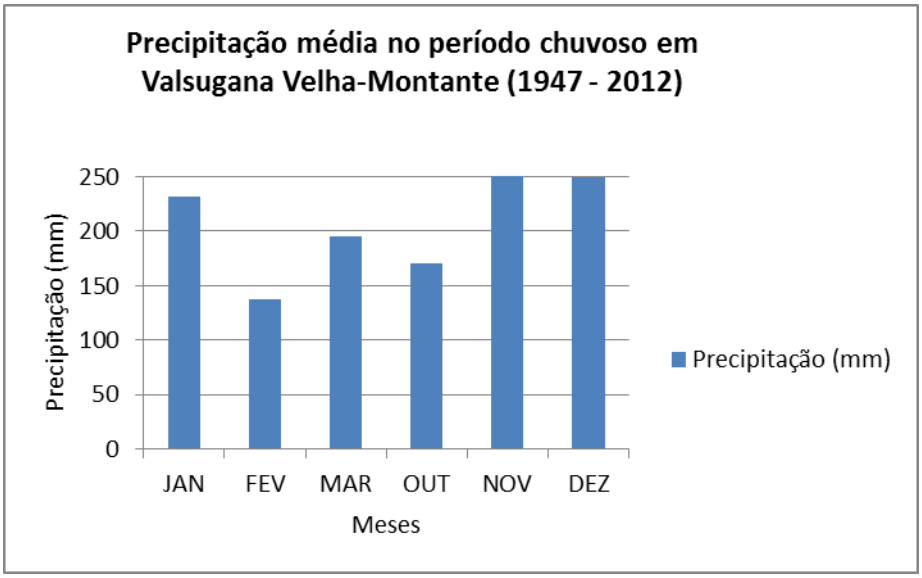

Figura 23: Distribuição da pluviosidade no período chuvoso na estação Valsugana Velha-Montante, a 675 m de altitude. Fonte: ANA (2012). Organizado pelo autor (2014).

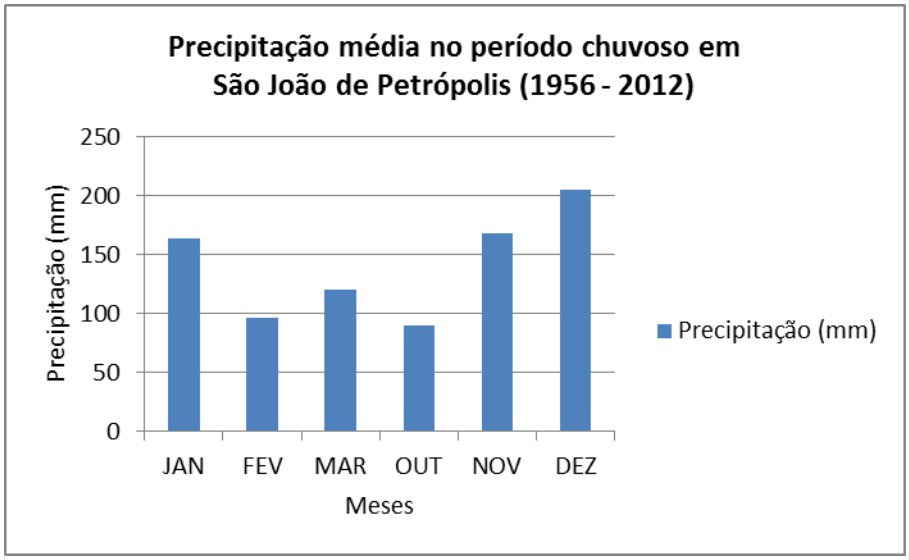

Figura 24: Distribuição da pluviosidade no período chuvoso na estação São João de Petrópolis, a 149 m de altitude. Fonte: ANA (2012). Organizado pelo autor (2014).

Pela análise dos gráficos, é possível perceber que, mesmo no período chuvoso, a distribuição das chuvas não ocorre de maneira homogênea. Na estação de Valsugana Velha-Montante, a 675 metros de altitude, a barlavento do objeto em estudos, a pluviosidade concentra-se nos meses de novembro a janeiro, podendo ultrapassar os 250 mm no mês de novembro.

Já na estação de São João de Petrópolis, a 149 metros de altitude, a sotavento, as maiores concentrações de pluviosidade ocorrem nos meses de novembro a janeiro, podendo ultrapassas os 200 mm em dezembro. Neste contexto, mais uma vez pode-se inferir que o relevo contribui para essa diferença de pluviosidade, mesmo sendo no período chuvoso.

5.2. Mapa de distribuição de chuvas no período seco (1947 – 2012).

O mapa abaixo evidencia a distribuição espacial da precipitação, no período seco (considerando os meses de maio a setembro), entre os anos de 1947 a 2012, (Figura 25). A diminuição da precipitação neste período na região Sudeste relaciona-se a atuação do ASAS, que alcança sua posição a oeste chegando até o SE do Brasil. No Espírito Santo, o principal sistema meteorológico atuante no estado são as frentes frias acompanhadas de massas de ar polar mais intensas que nos períodos anteriores. Sendo assim, ocorrem diminuições na umidade relativa do ar, da temperatura do ar, bem como uma ligeira diminuição dos valores de precipitação (REBOITA, et al., 2010; INCAPER, 2013).

É sabido que, diversos riscos ao meio ambiente e à saúde humana ocorrem em detrimento da diminuição da umidade, da temperatura e da chuva. Dentre eles, podem ser citados: problemas relacionados à respiração humana, em consequência da baixa umidade; riscos de incêndios em decorrência da diminuição da pluviosidade. Além disso, o município de Santa Teresa é predominantemente dependente da agricultura, possuindo culturas diversificadas que vão do café à produção de frutas, como, a uva

e o morango, ou seja, culturas dependentes da regularidade da pluviosidade.

Na análise do mapa, pode-se perceber que, a porção sudeste da área em estudo, assim como no mapa do período chuvoso, possui os maiores quantitativos de chuva. Isso evidencia uma forte influencia do relevo na distribuição espacial das chuvas neste local, tanto no período chuvoso quanto no período seco.

Assim como ocorre no período chuvoso, no período seco a área a barlavento recebe os maiores quantitativos de chuva devido à proximidade com o litoral, pelos efeitos da maritimidade e pelo fator orográfico. Este último forma uma “barreira” impedindo que os locais a sotavento usufruam da umidade das nuvens e sofram com os efeitos da sombra de chuva.

Em ralação ao período chuvoso, a variação da pluviometria no período seco é bem mais expressiva. Neste contexto, destaca-se a estação Valsugana Velha-Montante, a 675 metros de altitude, coordenadas X 337532 e Y 7792930, a sul de Goiapaba-Açú que registrou 464,9 mm e a estação São João de Petrópolis, a 149 metros de altitude e coordenadas X 324138 e Y 7809186, a noroeste de Santo Antônio do Canaã, com o registro de 117,1 mm, ou seja, uma diferença de 347,8 mm (Figuras 26 e 27).

Pela análise do mapa, percebe-se que, a barlavento da área de estudos, os quantitativos de chuva possuem valores que podem superar os 300 mm. Em contrapartida, a sotavento, no município de Santa Teresa, as chuvas são consideravelmente reduzidas devido ao efeito orográfico local. Neste âmbito, os valores de chuva podem alcançar até 3 00 mm. Em algumas porções, podem ser encontrados valores abaixo de 150 mm, como o caso da porção noroeste da área de estudos, locais estes que possuem uma base econômica agrícola, dependente da regularidade das chuvas.

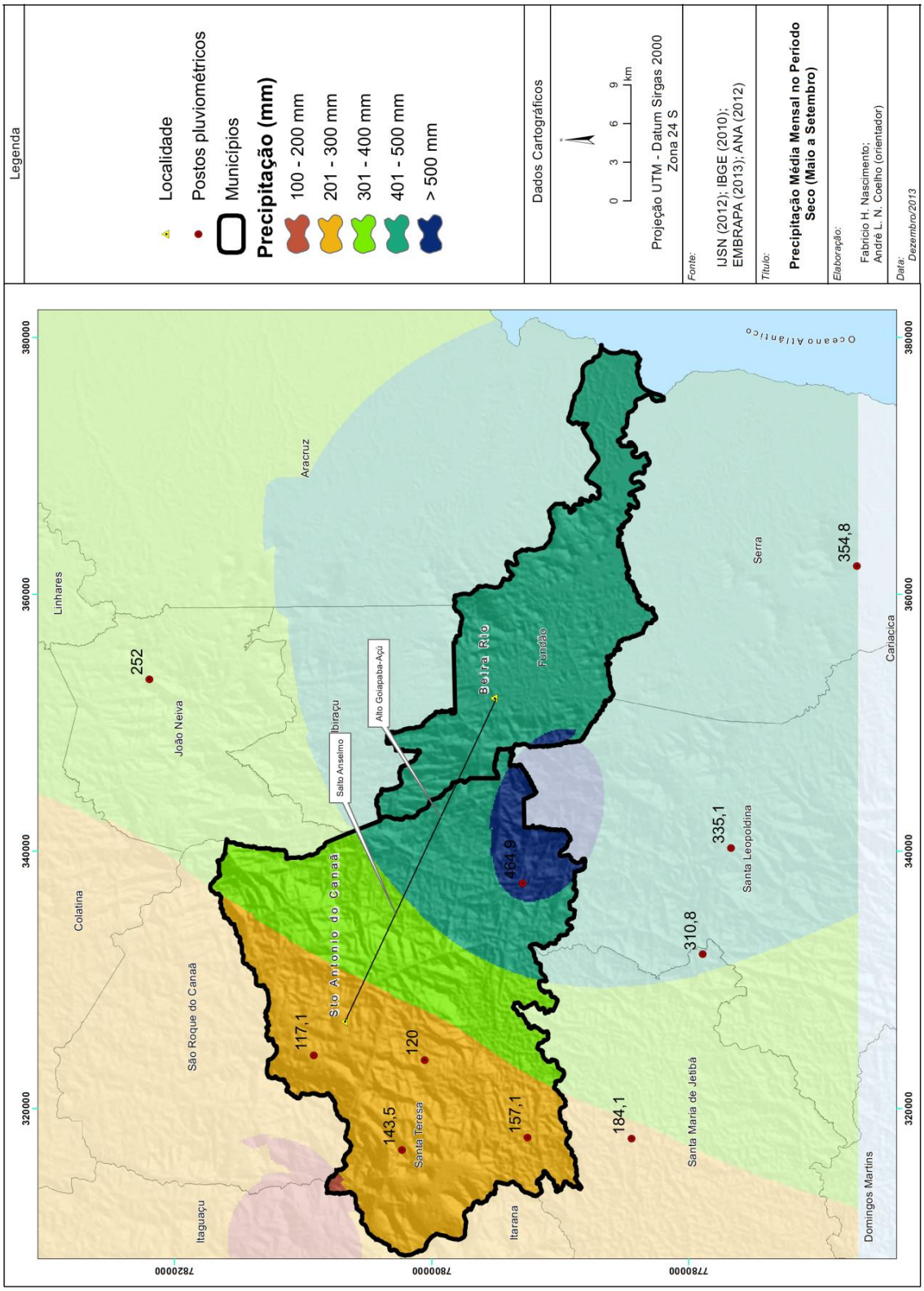

Figura 25: Distribuição espacial da pluviometria no período seco em Fundão e Santa Teresa. Série de 1947 – 2012. Fonte: ANA (2012). Organizado pelo autor (2014).

Se compar o período seco do objeto em estudo com o período seco do Espírito Santo, pode-se perceber que, há uma discrepância considerável, pois, em alguns municípios, como por exemplo, Vila Velha, os quantitativos de chuva não passam dos 40 mm. Em contrapartida, se a comparação for feita com a região Nordeste do Brasil, os resultados serão mais interessantes, pois, enquanto no objeto em estudo o período seco possui valores de precipitação que variam de 100 mm a valores acima dos 300 mm, em todo o Nordeste Brasileiro, sobretudo o sertão nordestino, ocorrem valores inferiores a 700 mm de precipitação média anual (REBOITA, et al., 2010).

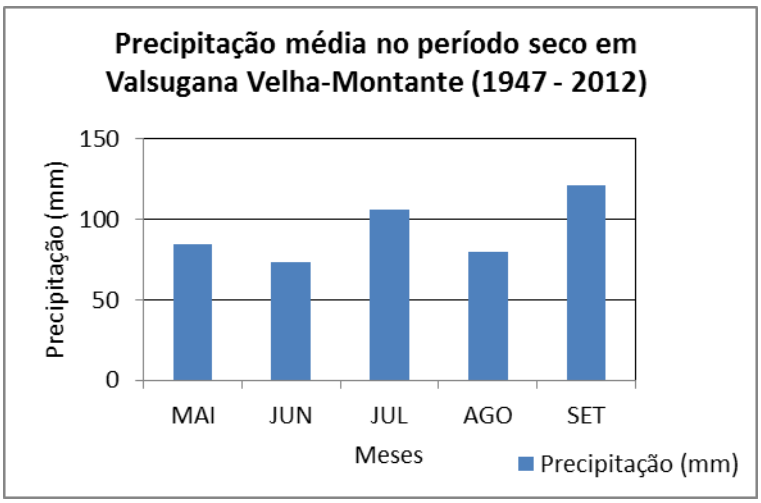

Figura 26: Distribuição da pluviosidade no período seco na estação Valsugana Velha-Montante a 675 m de altitude, a barlavento da área em estudo. Fonte: ANA (2012). Organizado pelo autor (2014).

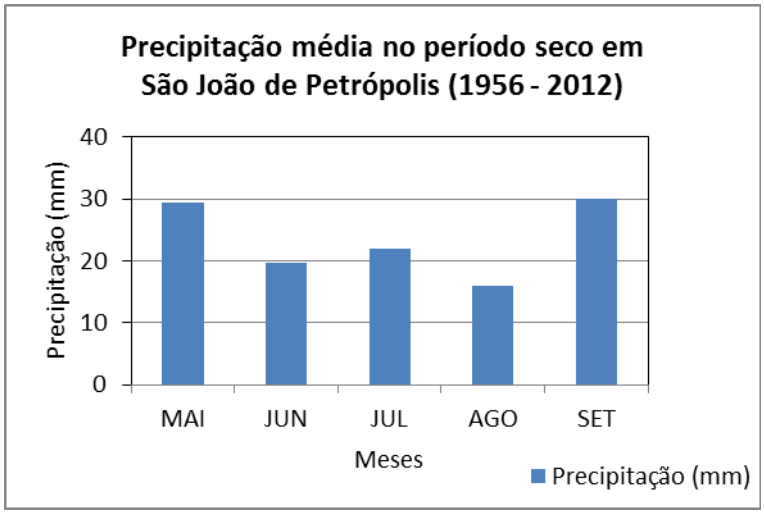

Figura 27: Distribuição da pluviosidade no período seco na estação São João de Petrópolis a 149 m de altitude, a sotavento da área em estudo. Fonte: ANA (2012). Organizado pelo autor (2014).

A Figura 28 abaixo representa a variação da pluviometria ao longo do perfil A-B analisado.

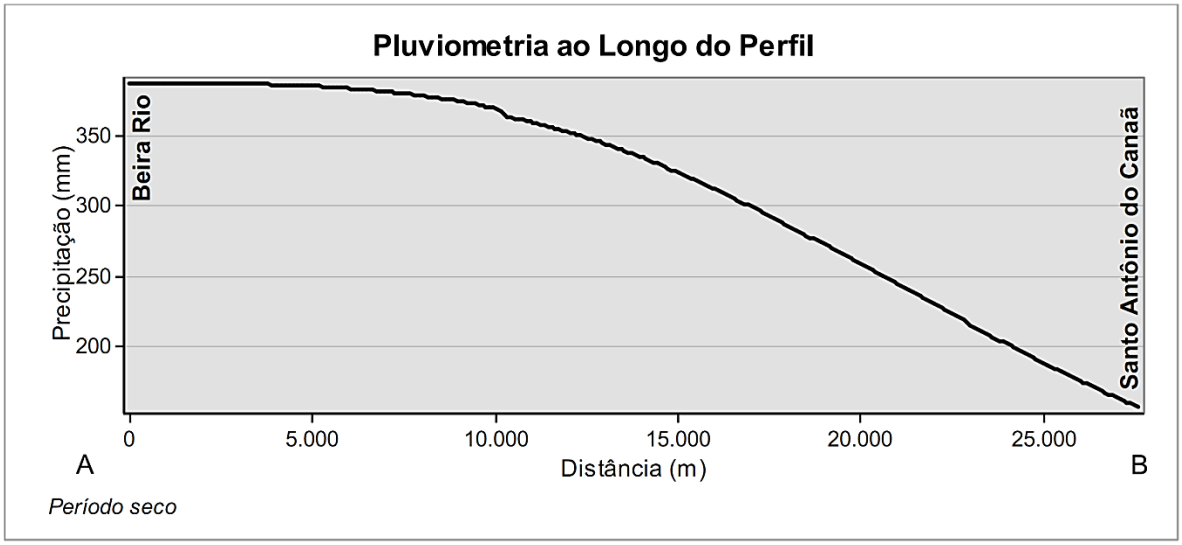

Figura 28: Distribuição da pluviometria ao longo do perfil. Organizado pelo autor (2014).

Pela análise do perfil, percebe-se que, os quantitativos de chuva diminuem à medida que a altitude aumenta de A - B. A barlavento da área objeto o volume de chuva é superior a sotavento. Embora o lado oposto, ou seja, em Santo Antônio do Canaã as altitudes começam a diminuir, a quantidade de precipitação também diminui, caracterizando o ambiente como um local que sofre o efeito da “sombra de chuva”.

Segundo Nóbrega et al., (2008), no período seco para o estado do Espírito Santo, os maiores quantitativos de chuvas ocorrem na faixa litorânea, devido a influencia da umidade provinda do oceano Atlântico. Já na região Serrana do estado, as chuvas começam a diminuir em função da barreira orográfica. E essa diminuição da precipitação ocorre, sobretudo, no período seco. Para o setor agrícola, este é o período que exige maior atenção, pois, a falta de água pode prejudicar diversas culturas agrícolas.

Vale ressaltar que, boa parte de Santa Teresa é dependente da regularidade dos fatores climáticos, incluindo a chuva, sobretudo no que concerne ao planejamento rural. Dessa feita, o conhecimento das condições ambientais, sobretudo do clima é

de suma importância para as diversas culturas, pois este está intimamente relacionado com à produtividade dessas culturas agrícolas (ALVES, 2012; SANTOS, 1999).

O município de Santa Teresa, por exemplo, possui na agricultura uma de suas principais atividades econômicas, sobretudo a viticultura (produção de uvas). Neste contexto, a precipitação pluviométrica é o elemento meteorológico mais importante para a viticultura. A uva é resistente à seca, por conta de seu sistema radicular. Porém, a seca em excesso pode contribuir para o desenvolvimento de doenças fúngicas (NOBREGA et al., 2008).

Como ocorre no período chuvoso, as áreas cobertas por florestas recebem os maiores volumes de chuvas, ao passo que os locais cobertos por pastagens, culturas e silvicultura, possuem os menores valores de precipitação (Figura 29). Embora haja uma redução da precipitação nesses pontos com pastagens, culturas e silvicultura, o solo desses locais fica mais exposto ao impacto das gotas das chuvas, pois, é sabido, e para alguns autores, a influência mais importante das florestas sobre a precipitação é a interceptação direta da chuva pelo dossel das plantas.

Sendo assim, dependendo da cobertura do solo, os impactos das gotas das chuvas serão maiores ou menores. Segundo Nunes et al., (2009), as atividades humanas, como, a agricultura, podem alterar de forma significativa a composição da atmosfera e o balanço energético (em função das mudanças do uso e cobertura da terra), que refletem nas precipitações.

Vale ressaltar que, áreas de topografias íngremes, montanhosas e de geomorfologia reconhecidamente de risco, bem como com ausência de uma cobertura vegetal eficiente, pode facilitar o processo de erosão do solo, devido ao impacto direto das gotas de chuva no solo (MELLO et al., 2012). Neste âmbito, sugere-se aos órgãos gestores que promovam políticas de preservação e conservação dos remanescentes de vegetação natural que ainda existem em alguns pontos da área de estudos.

Na imagem de satélite abaixo, datada de 02/07/2012, é possível perceber que, sobre a região Sudeste não há a presença de nebulosidade. Isso permite confirmar o que fora encontrado sobre a área de estudos que, no período seco, os quantitativos de precipitação são bem menores que no período chuvoso (Figura 30).

Segundo alguns pesquisadores, os sistemas atmosféricos mais atuantes nesse período, referem-se às frentes frias, que atuam de forma mais intensa, causando queda das temperaturas e, diminuição da umidade do ar, e, por conseguinte, uma considerável redução das precipitações.

5.3. Mapa de Precipitação Média Anual

A Figura 31 abaixo evidencia a distribuição média anual da pluviometria na área em estudos, no período compreendido entre 1947-2012.

Quando se observa a distribuição média anual da pluviometria na área de estudos, é possível perceber uma tendência de que, assim como ocorre nos períodos chuvoso e seco, as áreas a barlavento possuem os maiores quantitativos de chuva, acima dos 1200 mm. No entanto, a sotavento, há uma ligeira diminuição dos quantitativos de chuva, abaixo dos 1200 mm, e em alguns locais, abaixo dos 1000 mm. Isso significa dizer que, embora a diferença não seja tão grande, ocorre o efeito orográfico na distribuição das chuvas nestes locais.

É importante notar também que, há uma estreita relação entre a proximidade do litoral com os elevados quantitativos de chuvas. Certamente, contribui para isso, o fator maritimidade. Além disso, as áreas mais próximas do litoral são mais susceptíveis à ação das massas de ar úmidas provindas do oceano e de sistemas atmosféricos, como, as frentes frias e a ZCAS.

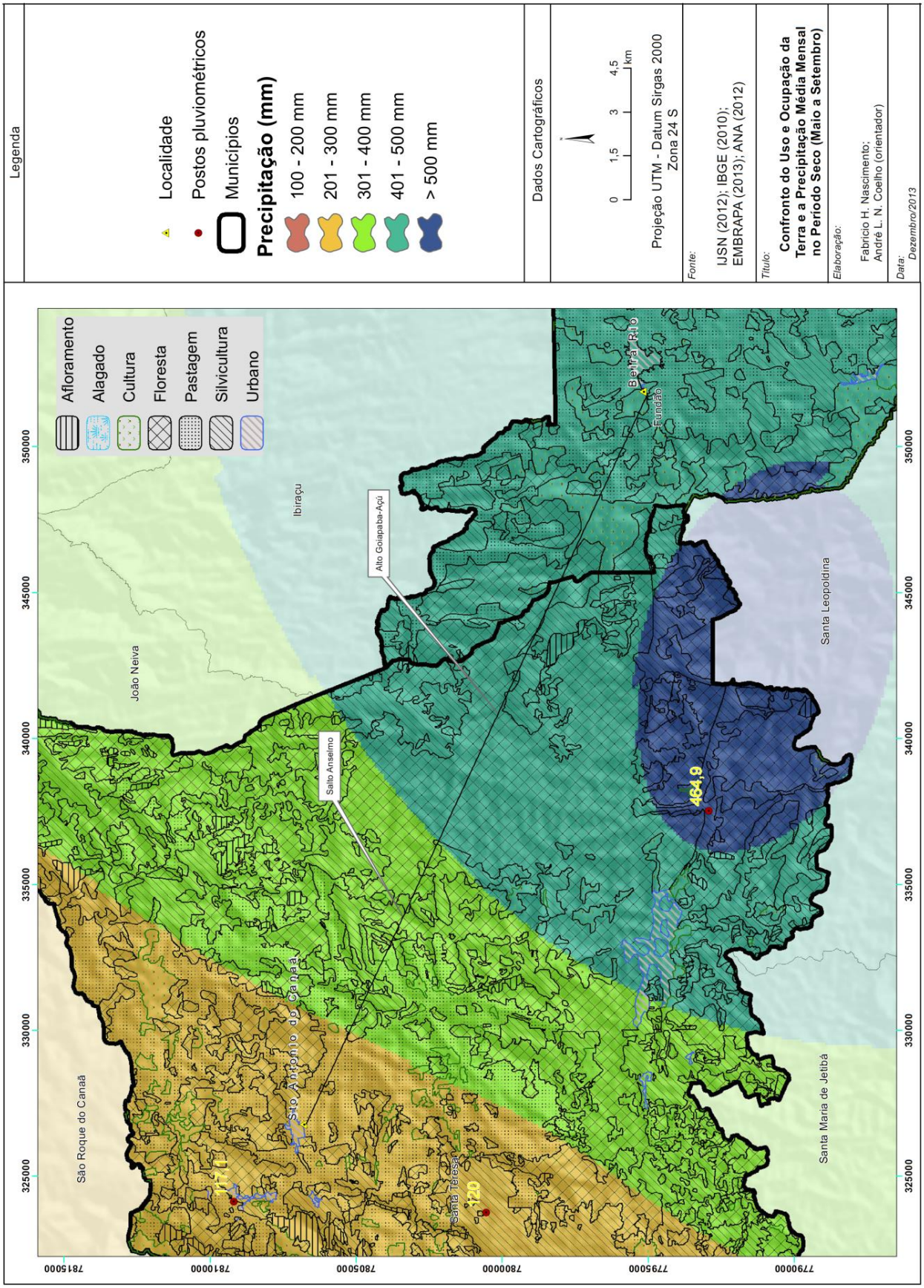

Figura 29: Confronto do uso e ocupação da terra com a distribuição pluviométrica no período seco. Fonte: ANA (2012); IJSN (2010). Organizado pelo autor (2014).

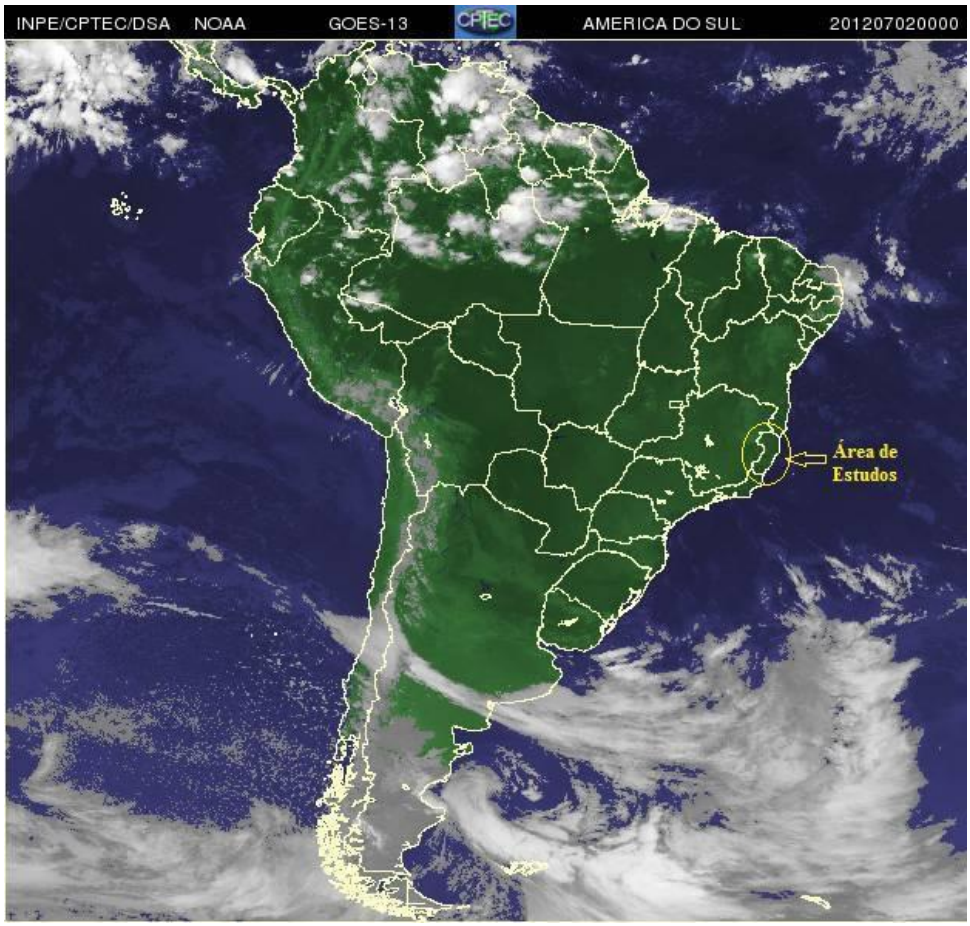

Figura 30: Ausência de nebulosidade sobre a região Sudeste do Brasil no dia 02/07/2012. Fonte: CPTEC (2013). Organizado pelo autor (2014).

Abaixo é apresentada uma figura de um trecho da Rodovia Josil Espíndula Agostini (ES-261-km 88), entrada de Santa Teresa (Figura 32). Pela imagem, é possível perceber que, embora haja nebulosidade, a situação ambiente neste ponto da área de estudos é bem distinta da situação evidenciada na Figura 20. É possivel perceber que, não há presença de precipitação, uma evidencia de sombra de chuva.

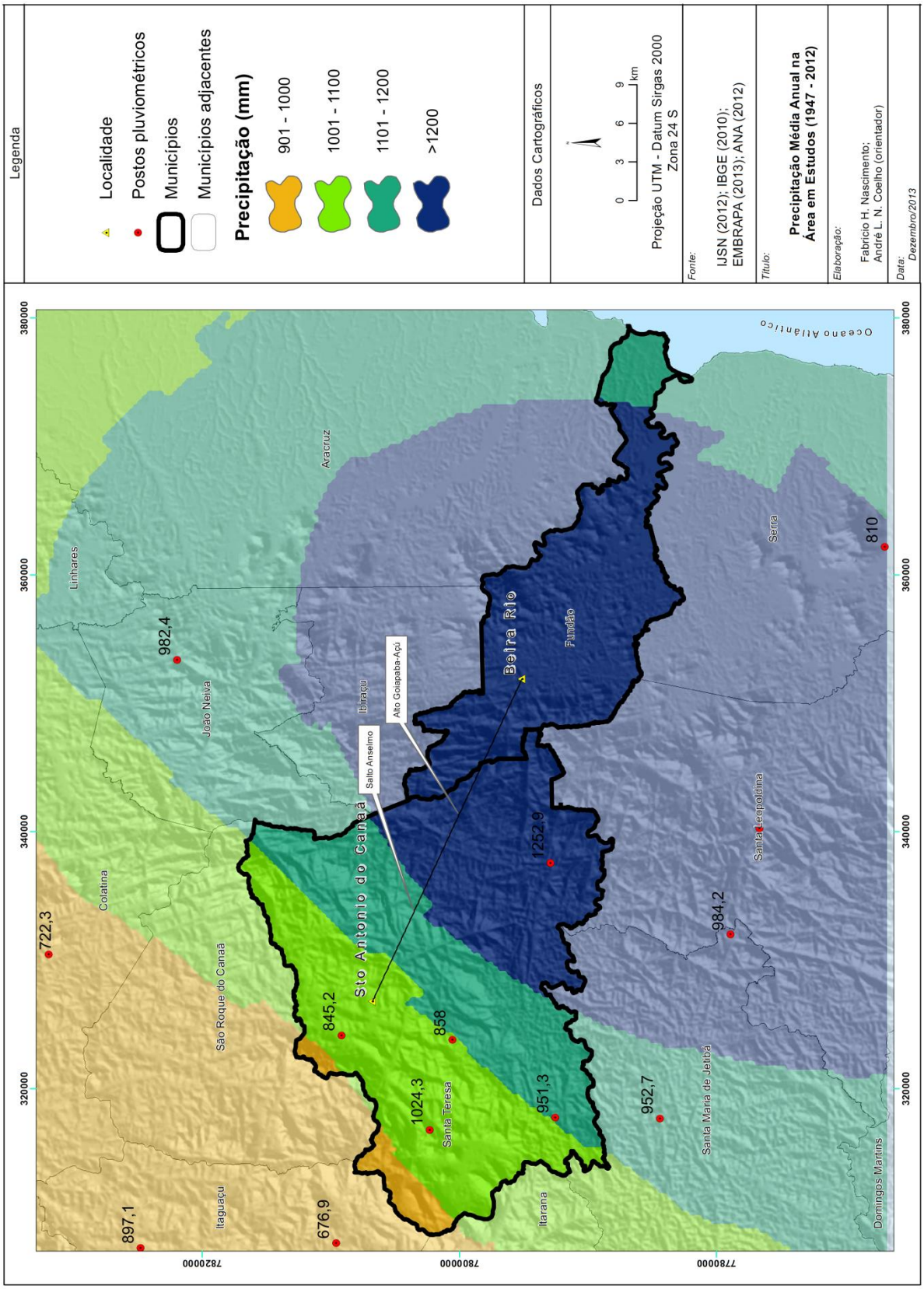

Figura 31: Precipitação média anual na área de estudos. Série histórica 1947-2012.
Fonte: ANA (2012). Organizado pelo autor (2014).

Figura 32: Trecho da ES 261 - km 88, Entrada de Santa Teresa. Foto do autor – Fevereiro - 2014.

Diante do que fora investigado, é notório que, conhecer e entender a distribuição espacial da pluviosidade em uma determinada área do Planeta e sua relação com o relevo é de fundamental importância, não somente para planejar as diversas atividades humanas, mas também para se conhecer os diferentes sistemas da atmosfera que influenciam tal distribuição e as condições de tempo e clima de um determinado lugar. Todavia, este conhecimento passa pelo entendimento de conceitos de tempo e clima, bem como de seus atributos e fatores.

Esta pesquisa volta sua atenção à investigação da distribuição das chuvas por meio do uso dados de estações automáticas, sem necessariamente inferir dados *in loco*, pois, segundo Azevedo (2009), é possível investigar o clima através do uso de instrumental artificial, tendo em vista que, o objeto da Climatologia e essencialmente abstrato.

Os efeitos dos fatores fisiográficos, como, a altitude, a disposição do relevo, a declividade, bem como da distância em relação ao oceano, agem de forma a intensificar ou não os quantitativos de pluviosidade no objeto em estudo. Nos locais a barlavento, percebe-se os maiores valores de precipitação em função da orografia. Entretanto, a sotavento do local, houve uma considerável diminuição dos valores de precipitação em razão da barreira orográfica, caracterizando o local pela “sombra de chuva”. É preciso salientar que, não somente os fatores altimétricos concorrem para a distribuição espacial das chuvas, mas também toda morfologia local.

De maneira geral, as áreas menos elevadas e mais próximas ao litoral, recebem os maiores valores de precipitação, pois, é sabido que a morfologia do terreno exerce pouca influência na distribuição, origem e intensificação das chuvas. Este estudo ressalta também a importância de se conhecer a dinâmica do clima em ambientes mais locais. Para tanto, é necessário que se tenha um banco de dados acerca dos elementos atmosféricos. Neste contexto, este trabalho dedicou-se a analisar a distribuição de chuvas por meio do banco de dados da ANA. Esta agência possui informações e dados de redes fluviométricas e pluviométricas de diversas regiões do Brasil. Assim, permitem que, diversos profissionais tenham acesso a dados de diversas regiões do país, de modo que possam obter conhecimento e entendimento do comportamento pluviométrico e fluviométrico dos estados e municípios da federação.

Por meio deste estudo, que não se esgota aqui, foi possível inferir também que, a diferença na distribuição espacial das chuvas ocorreu, de maneira mais expressiva, no período de estiagem, fato este que pode ser relacionado a pouca influencia do fator altitude, no que se refere aos sistemas de grande escala, como a ZCAS e a presença mais intensa das frentes frias que, provocam uma queda considerável das temperaturas, da umidade do ar e, por conseguinte da precipitação.

Considerou-se também, a distribuição da pluviosidade em função dos diferentes usos e ocupação da terra na área de estudo. Neste contexto, verificou-se que, nas áreas que possuem maior presença de florestas naturais, os volumes de chuva são

maiores. Em contrapartida, nos locais com pouca presença de vegetação, como, áreas de pastagens e culturas, há uma nítida diminuição dos quantitativos de precipitação. Neste âmbito, é necessário que se tenha maior atenção neste período, pois, é sabido que, diversas atividades agrícolas desses locais dependem da regularidade das chuvas.

Além disso, é muito importante que os gestores, a sociedade e até mesmo a comunidade acadêmica desenvolva programas de conservação/preservação dos recursos naturais, neste caso, dos remanescentes de vegetação natural que ainda restam no objeto em estudo, pois, é consenso entre pesquisadores que, áreas com vegetação natural preservada, sobretudo vegetação tropical, os valores de precipitação são significativamente mais elevados.

Em ultima instância, este trabalho fez uso das Geotecnologias para a interpolação dos dados de precipitação. Sendo assim, essas tecnologias contribuem de forma significativa para o uso dessas tecnologias para o desenvolvimento de pesquisas geográficas. No entanto, é preciso ter os devidos cuidados, pois, se a tecnologia for usada dissociada dos métodos científicos, elas podem estar servindo a outro propósito que não seja o científico propriamente dito (VENTURI, 2009).

Não é pretensão que este trabalho se finda aqui, pelo contrário, buscou-se dar inicio a um futuro trabalho dissertativo, de modo que, se verifique *in loco*, dados de precipitação por meio de pluviômetros experimentais, com vistas a confrontar os dados de campo com os já existentes na área em estudo.

Assim, objetiva-se dar continuidade ao trabalho, não somente no objeto em estudo em apreço, mais em outras áreas no estado do Espírito Santo, com o intuito de se compreender e entender o comportamento e distribuição das chuvas no estado, e suas possíveis relações com a sociedade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agência Nacional de Águas - ANA. **Sistema de Informações Hidrológicas** – HIDROWEB. Disponível em: <http://hidroweb.ana.gov.br/>. Acesso em 28 setembro de 2013.

ALVARENGA, L. A. Precipitação no sudeste brasileiro e sua relação com a Zona de Convergência do Atlântico Sul. **Revista Agrogeoambiental**, v4n2, agosto 2012.

ALVES, L. A. O clima no município de São Gotardo (MG) e a estimativa da demanda hídrica das culturas de inverno. In: Di Mauro, C. A. et al. **Planejamento e gestão dos recursos hídricos:** exemplos mineiros. CBH-Araguari – Uberlândia (MG): Assis Editora, 2012.

ALVES, G. da A; CUSTÓDIO, V. Pesquisa Bibliográfica e fontes de dados. In: VENTURI, L. A. B (org.). **Praticando Geografia:** Técnicas de Campo e Laboratório. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos.** 4. ed. São Paulo: Bertrand Brasil, 1996.

ASSIS, W. L de. **O sistema clima urbano do município de Belo Horizonte na perspectiva têmporo-espacial.** Tese (Doutorado em Geografia). Programa de Pós-Graduação em Geografia do Instituto de Geociência da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), 2010.

AZEVEDO, T. R. de. Técnicas de campo e laboratório em climatologia. In.: VENTURI, L. A. B. **Praticando Geografia:** Técnicas de Campo e Laboratório. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

BARRY, R; CHORLEY, R. J. **Atmosfera, tempo e clima.** 9ª edição, Porto Alegre: Bookmam, 2013.

BARROS, J. R; ZAVATINI, J. A. Bases conceituais em climatologia geográfica. **Mercator - Revista de Geografia da UFC,** ano 08, número 16, 2009.

BERNARDES, L. M. C. Tipos de clima do estado do Espírito Santo. **Revista Brasileira de Geografia,** nº 04, ano XIII, 1951, p. 619-621.

CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A.M.; D'alge, J.C. **Introdução à Ciência da Geoinformação.** São José dos Campos, INPE, 2003.

CANDIDO, 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, 2008, p. 08 – 27.

CARVALHO, L. M. V. de; JONES, C. Zona de Convergência do Atlântico Sul. In: CAVALCANTI, I. F. de A. et al. **Tempo e Clima no Brasil.** São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

CASTRO, E; LOPES, A. O Conforto Térmico Urbano e o Ordenamento do Território na Cidade da Guarda: Utilização dos Sistemas de Informação Geográfica e da Geoestatística. **Revista de Engenharia Civil**, Nº40, Universidade do Minho, 2011.

Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos – CPTEC. Banco de Dados de Imagens. Disponível em: <http://satelite.cptec.inpe.br/acervo/goes.formulario.logic>, acesso em 30/12/2013.

_____. Glossário Técnico. **Clima.** Disponível em: <http://www.cptec.inpe.br/glossario.shtml#9>, acesso em 27 abril 2014.

_____. **Tempo Atmosférico.** Disponível em: <http://www.cptec.inpe.br/glossario.shtml#9>, acesso em 27 abril 2014.

COELHO, A. L. N. Modelagem Hidrológica da Bacia do Rio Doce (MG/ES) com Base em Imagens SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*). **Caminhos de Geografia** (UFU), v. 8, p. 116-131, 2007.

CONTI, J. B. **Circulação secundária e o efeito orográfico na gênese das chuvas na região lesnordeste paulista.** Tese (Doutorado) Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1975.

CHRISTOPHERSON, R. W. **Geossistemas: uma introdução à geografia física.** Porto Alegre – RS, Bookman, 2013.

Defesa Civil do Estado do Espírito Santo. **Histórico de Desastres do Estado do Espírito Santo 2000 – 2009.** Disponível em: <http://www.defesacivil.es.gov.br/files/pdf/historico_de_desastres.pdf>, acesso em 08/08/2013.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA – Modelo Digital de Elevação (MDE) – **Shuttle Radar Topography Mission.** Disponível em: <http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br/download/>, acesso em dezembro de 2013.

FEITOZA, L. R. et al. **Mapa das unidades naturais do Estado do Espírito Santo**. Vitória-ES: EMCAPA; Viçosa-MG: UFV; Norwich-RU: Eastia Anglia University; Brasília-DF: SAE; Rio de Janeiro: PRÓ-NATURA. Escala 1:400.000, a cores. 1999.

FERREIRA, J. T. P. et al. Avaliação da fertilidade dos solos cultivados com café Conilon (*Coffea canephora*) no município de Santa Teresa – ES. **Enciclopédia Biosfera,** Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, N.16; p. 356-366, 2013.

FITZ, P. R. **Geoprocessamento sem complicação.** São Paulo: Oficina de Textos, 2008.
FLORENZANO, T. G. **Iniciação em Sensoriamento Remoto.** 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA - IBGE. **Mapa de Clima do Brasil.** Rio de Janeiro: IBGE, 2006 (1ª ed. 1978). Mapa colorido. Escala 1:5.000.000.

_____- Atlas Geográfico Escolar. 4 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2007.

Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural – INCAPER. **Estações do Ano**. Disponível em: <http://hidrometeorologia.incaper.es.gov.br/?pagina=estacoes_ano>, acesso em dezembro de 2013.

Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – IEMA. I3 Geo. Base de Dados

Digital (Ortofotomosaico, recursos hídricos, Corredor Ecológico). Disponível em: <http://www.meioambiente.es.gov.br/>, acesso em dezembro de 2013.

Instituto Jones dos Santos Neves (IJSN). **Mapeamento Geomorfológico do Estado do Espírito Santo**, Vitória: UFES, 2012.

JUNIOR, B. S. G.; MAGALHÃES, I. A. L.; FREITAS, C. A. A. de; CECÍLIO, R. A. Análise de técnicas de interpolação para espacial. **Ambiência Guarapuava** (PR) v.8 n.1 p. 61 - 71 Jan./Abr. 2012.

LANDSBERG, H. E. O clima das cidades. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo, v. 18, p. 95 - 111, 2006.

MELLO JÚNIOR, J. C. F. de; SEDIYAMA, G. C; FERREIRA, P. A; LEAL, B. G; MINUSI, R. B. Distribuição espacial da frequência de chuvas na região hidrográfica do Atlântico, Leste de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.** Vol. 10, n.2, p.417 – 425, 2006.

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

MILANESI, M. A. **Avaliação do Efeito Orográfico na Pluviometria de Vertentes Opostas da Ilha de São Sebastião (Ilhabela - SP).** 2007. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia da USP - São Paulo, 2007.

MINUZZI, R. B; SEDIYAMA, G. C; BARBOSA, E. da M; MELLO JUNIOR, J. C. F. de. Climatologia do comportamento chuvoso da região Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia,** nº 3, v.22, 2007, p. 338-344.

MIRANDA, J. I. **Fundamentos de sistemas de informações geográficas.** Brasília – DF: EMBRAPA, 2005.

MONTEIRO, C. A. F. **Análise rítmica em climatologia.** São Paulo: USP-IG, 1971.

MONTEIRO, C. A. F. Teoria e Clima Urbano: um projeto e seus caminhos. In: MENDONÇA, F.; MONTEIRO, CARLO S. A. F. (org.). **Clima Urbano**. São Paulo: Contexto, 2002.

MONTEIRO, A; FERNANDES, A. Geoestatísticas: uma incursão exploratória a considerar no domínio da climatologia urbana? Coimbra: **Cadernos de Geografia,** nº 15, 1996, p. 61, 73.

NASCIMENTO, F. H; SARAIVA, A. L. B. da C; COELHO, A. L. N; CORREA, W. C. Espacialização e análise das temperaturas e precipitações Médias anuais do Espírito Santo com o uso de geotecnologias. **Revista Geonorte**, Edição Especial 2, V.2, N.5, p.1328 – 1338, 2012.

NERY, J. T; MARTINS, M. de L. O. F; SANT'ANNA NETO, J. L. Variabilidade da precipitação no Brasil Meridional. **Maringá**, v. 24, n. 6, p. 1687-1695, 2002.

NETTO, A. L. C; AVELAR, A. de S. Hidrologia de encosta na interface com a geomorfologia. In.: CUNHA, S. B. da; GUERRA, A. J. T. **Geomorfologia:** exercícios, técnicas e aplicações. 2 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002.

NEVE NO BRASIL. Disponível em: <http://meteobrasil.catch-forum.org/t9-neve-no- brasil-agosto-2010>, acesso em 01 junho 2013.

NIMER, E. Clima da Região Sudeste. In: NIMER, E. **Climatologia do Brasil.** 2. Ed. Rio de Janeiro: IBGE 1989.

NOBREGA, N. E. F. da; SILVA, J. G. F. da; POSSE, S. C. P; RAMOS, H. E. dos A. Classificação climática e balanço hídrico climatológico para a Região produtora de uva do município de Santa Teresa – ES. **XX Congresso Brasileiro de Fruticultura – Vitória/ES, 2008.** Disponível em: <http://hidrometeorologia.incaper.es.gov.br/?pagina=publicacoes>, acesso em 31/12/2013.

NOBREGA, N. E. F. da; SILVA, J. G. F. da; RAMOS, H. E. dos A; PAGUNG, F. dos S. Análise da distribuição sazonal e espacial da precipitação no Sul do estado do Espírito Santo. **XV Congresso Brasileiro de Meteorologia** – São Paulo – SP, 2008. Disponível em: <http://hidrometeorologia.incaper.es.gov.br/?pagina=publicacoes>, acesso em 31/12/2013.

NUNES, L. H; VICENTE, A. K; CANDIDO, D. H. Clima da Região Sudeste. In: CAVALCANTI, I. F. A. et al. **Tempo e clima no Brasil.** São Paulo, SP: Oficina de Textos, 2009, p. 243-258.

OLIVEIRA, A. G. de. **A importância dos dados das variáveis climáticas nas pesquisas em Geografia:** um estudo de caso empregando a precipitação pluviométrica. **Caminhos de Geografia,** Uberlândia, v. 10, n. 32, p. 9 – 21, 2009.

PASSOS, P. N. C. de. A conferência de Estocolmo como ponto de partida para a proteção internacional do meio ambiente. **Revista Direitos Fundamentais e Democracia,** Vol. 6, 2009, p. 1-25.

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

PROATER - **Programa de Assistência Técnica e Extensão Rural de Fundão e Santa Tereza-ES (2011 – 2013).** Planejamento e Programação de Ações. Governo do Estado do Espírito Santo / Incaper. 2011. Disponível em <http://www.incaper.es.gov.br/proater/municipios/Noroeste/Santa_Teresa.pdf>. Acesso em 13 agosto de 2013.

REBOITA, M. S; KRUSCHE, N; AMBRIZZI, T; ROCHA, R. P. da. Entendendo o Tempo e o Clima na América do Sul. **Terra e Didática,** nº 08, vol. 1, 2012, p. 34- 50.

REBOITA, M.S.; GAN, M.A.; ROCHA, R.P. & AMBRIZZI, T. Regimes de precipitação na América do Sul: uma revisão bibliográfica. **Revista Brasileira de Meteorologia,** 25:185-204, 2010.

ROSA, R. Geotecnologias na Geografia Aplicada. **Revista do Departamento de Geografia,** USP, 16, 2005, p. 81-90.

ROSS, J. L. S. **Ecogeografia do Brasil:** subsídios para planejamento ambiental. São Paulo: Oficina de Textos, 2006.

SANT'ANNA NETO, J. L. Clima e organização do espaço. **Boletim de Geografia.** V. 16, n° 1, 1998, p.119-131.

_____. Da climatologia geográfica à geografia do clima gênese, paradigmas e aplicações do clima como fenômeno geográfico. **Revista da ANPEGE.** v. 4, 2008, p.51-72.

_____. Decálogo da climatologia do Sudeste brasileiro. Revista brasileira de climatologia, V. 1, N° 1. 2005, p.43-60.

SANTOS, M. **A natureza do espaço:** técnica e tempo, razão e emoção. 4 ed. São Paulo: Editora da USP, 2006.

SANTOS, A. R. dos. **Zoneamento agroclimatológico para a cultura do café Conilon (*coffea canephora* L.) e arábica (coffea arábica L.) na bacia do rio Itapemirim, ES.** (Dissertação) – mestrado em meteorologia agrícola, da Universidade Federal de Viçosa, 1999.

SILVA, K. R. da.; CECÍLIO, R. A.; XAVIER, A. C.; PEZZOPANE, J. R. M.; GARCIA, G. de O. Interpolação Espacial da Precipitação no Estado do Espírito Santo. **Floresta e Ambiente,** 18 (4), 2011. P. 417-427.

SILVA, L. M. Gestão ambiental de recursos hídricos: pressupostos básicos, conceitos, modelos e instrumentos. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia – MG, v. 11, n. 36, p. 207 – 223, 2010.

SILVA, E. D. e. **Estudo Climático e Morfológico dos Municípios da Região Serrana do Estado do Espírito Santo.** Monografia (Bacharel em Geografia). Departamento de Geografia – UFES, Vitória, 2005.

SIMÕES, R. M; A. Distribuições das normais de chuvas no estado do Espírito Santo. **Revista Brasileira de Geografia,** nº 04, ano XIII, 1951, p. 614-618.

STRAHLER, A. N; STRAHLER, A. H. **Geografía física.** 3. ed. Barcelona: Ediciones Omega, 1994.

SOARES, F. S; FRANCISCO, C. N; CARVALHO, C. N. de. Análise dos fatores que influenciam a distribuição espacial da precipitação no litoral sul fluminense, RJ. **Anais do XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto,** Goiânia, Brasil, 16-21 abril 2005, INPE, p.3365-3370.

SORRE, M. **Objeto e método da climatologia.** Revista do Departamento de Geografia, São Paulo, v. 18, p. 89 – 94, 2006.

SOUZA, P. de. **Estudo da variabilidade da precipitação no estado do Paraná associado à anomalia da TSM no Oceano Pacífico.** 2006. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia da UEM, Maringá, PA, 2006.

VALERIANO, M. de M; PICINI, A. G. **Geoprocessamento de informações agroclimáticas.**

São José dos Campos: INPE, 2003.

VAREJÃO-SILVA, M. A. **Meteorologia e Climatologia.** Versão Digital. Recife – PE, 2006.

VENTURI, L. A. B. O papel das técnicas no processo de produção científica. In: VENTURI, L. A. B. (org.). **Praticando Geografia:** técnicas de campo e laboratório. São Paulo, Oficina de Textos, 2009.

ZAVATTINI, J. A. **As chuvas e as massas de ar no estado do Mato Grosso do Sul:** estudos geográficos com vistas à regionalização climática. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009.

_____, J. A. **Estudos do Clima no Brasil. Campinas,** SP: Alínea, 2004.